



 **Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)**

 **(introduction...)**

 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**


 **CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**

 **CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS**

 **CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE**

 **CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL**

 **CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE**

 **CHAPITRE 6 - FERMENTATION**

 **CHAPITRE 7 - CONSERVATION PAR APPERTISATION**

 **CHAPITRE 8 - CONDITIONNEMENT**

 **CHAPITRE 9 - HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE**

 **CHAPITRE 10 - EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES LEGUMES**

 **CHAPITRE 11 - METHODES D'EVALUATION DES COUTS DE PRODUCTION**

 **CHAPITRE 12 - CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE LEGUMES ET APPLICATION DE LA METHODOLOGIE**

 **ANNEXES**

  **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**

 **COUVERTURE ARRIERE****QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT****Technologie du travail de la corne**

Description des techniques de travail de la corne et du mode de fabrication d'une série d'objets utilitaires ou décoratifs en corne. Données pour le calcul des prix de revient.

ISBN 92-2-205358-3

15 fr. suisses

Précis de dessin technique ♦ l'usage des formateurs d'artisans

Le développement de l'artisanat exige une amélioration des outillages, des équipements et des méthodes de production. Mais il exige aussi l'acquisition d'un «langage»: le dessin technique, sans lequel il est exclu d'établir des normes de qualité et d'aborder la production en petite série. Fondé sur une pédagogie originale déjà expérimentée avec succès, cet ouvrage est à la fois un manuel de l'usage des formateurs et un aide-mémoire où les artisans trouveront tous les renseignements dont ils pourront avoir besoin durant leur apprentissage du dessin technique et dans leur vie professionnelle.

ISBN 92-2-205686-8

15 fr. suisses

Le séchage solaire. Méthodes pratiques de conservation des aliments

Description de plusieurs modèles de séchoirs et présentation détaillée de procédés simples de séchage et de conditionnement du poisson, des légumes, des fruits et des céréales. Exposés des principes et des méthodes de l'action de vulgarisation.

ISBN 92-2-205357-5**20 fr. suisses****Série Technologie**

Les dossiers techniques publiés dans cette série s'adressent aux petites entreprises, aux services de planification et de promotion de la petite industrie comme aux organismes de coopération technique. Leur but est de faire connaître des techniques de production de petite échelle particulièrement adaptées aux conditions socio-économiques qui se rencontrent dans les pays en développement. Plusieurs des volumes publiés en anglais doivent être traduits en français.

ISSN 0258-0462**N° 3: Small-scale processing of fish**

Traitement du poisson. Préparation, conservation, conditionnement de poisson salé, séché, fumé, bouilli ou fermenté. Evaluation économique des différentes méthodes de préparation. Mesures de protection de l'environnement.

ISBN 92-2-103205-1**17,50 fr. suisses****N° 5: Small-scale oil extraction from groundnuts and copra**

Production d'huile d'arachides et d'huile de coprah.

ISBN 92-2-103503-4**17,50 fr. suisses****N° 7: Small-scale maize milling**

Mouture du maïs. Description détaillée de différentes techniques de mouture pour la production de trois qualités de farine. Préparation des grains, décorticage, mouture, tamisage et ensachage. Evaluation socio-économique des différentes techniques.

ISBN 92-2-103640-5

17,50 fr. suisses

N° 9: Small-scale processing of pork

N° 10: Small-scale processing of beef

Fabrication de produits carnés, porc et bœuf. Description des procédés de production de divers produits. Approvisionnement en viande, installations et matériel, fabrication, conditionnement. Evaluation socio-économique des différentes options techniques. Mesures de protection de l'environnement.

ISBN 92-2-100542-9

20 fr. suisses

ISBN 92-2-105050-5

20 fr. suisses

N° 11: Le stockage du grain

Description des techniques de stockage au niveau villageois et au niveau communautaire. Caractéristiques des grains et facteurs de dégradation. Moyens de stockage traditionnels, utilisation de structures nouvelles. Calcul des coûts de stockage.

ISBN 92-2-205415-6

20 fr. suisses

N° 15: Fabrication artisanale d'outils manuels pour l'agriculture

Description des techniques de fabrication de dix-sept modèles d'outils, ♦ l'unit♦ ou en petite série. D♦termination des co♦ts de production avec fiches de calcul du prix de revient.

ISBN 92-2-206404-6

27,50 fr. suisses

N° 16: Tuiles en fibromortier: proc♦d♦ de production et pose en toiture

Description d♦taille de la technologie de production des tuiles en fibromortier - mati♦res premi♦res, ♦quipement, processus de fabrication, organisation de la production, contr♦le de la qualit♦ - pour les entreprises de petite et moyenne capacit♦ pouvant produire de 40 ♦ 400 m♦tres carr♦s de couverture par jour. Construction des structures et pose des tuiles. Etude comparative du co♦t des couvertures r♦alis♦es en divers mati♦riaux. Analyse des avantages de la technologie d♦crite du point de vue de la promotion de l'emploi, de la r♦duction des importations et de l'utilisation des devises.

ISBN 92-2-206407-0

15 fr. suisses

Les prix peuvent ♦tre modifi♦s sans pr♦avis.



[Home](http://www24.brinkster.com/alexweir/)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">



Conservation des Légumes ♦ Petite ♦chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)



(introduction...)
PREFACE



REMERCIEMENTS



CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE



CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS



CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE



CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL



CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE



CHAPITRE 6 - FERMENTATION



CHAPITRE 7 - CONSERVATION PAR APPERTISATION



CHAPITRE 8 - CONDITIONNEMENT



CHAPITRE 9 - HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE



**CHAPITRE 10 - EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE
OU SEMI-INDUSTRIELLE DES LEGUMES**



**CHAPITRE 11 - METHODES D'EVALUATION DES COUTS DE
PRODUCTION**



**CHAPITRE 12 - CONCEPTION D'UNE UNITE DE
TRANSFORMATION DE LEGUMES ET APPLICATION DE LA
METHODOLOGIE**



ANNEXES



QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT



COUVERTURE ARRIERE

COUVERTURE ARRIERE

Conservation des Légumes ♦ petite ♦ chelle

La conservation des denrées alimentaires pose un grand problème dans beaucoup de pays en développement. Il existe de nombreuses méthodes simples de conservation tout fait adaptées aux conditions qui se rencontrent dans ces pays, mais elles sont très mal connues. C'est la raison qui a conduit le BIT à publier une série de dossiers techniques sur le sujet. Celui-ci traite de la conservation des légumes, qui peut concourir à compenser les fluctuations de la production, à améliorer l'équilibre nutritionnel des populations, à réduire les importations de produits alimentaires et à créer des emplois dans les zones rurales.

Le dossier présente une série de techniques de conservation - par séchage, par le sel, par le vinaigre, par fermentation, par appertisation - pour une production artisanale ou semi-industrielle. Il indique les règles d'hygiène et de protection de l'environnement à observer et propose une méthodologie pour l'évaluation des coûts de production, illustrée par l'étude d'une petite unité de transformation.

Ce dossier a été préparé sous l'égide du Bureau international du Travail et du Programme des Nations Unies pour l'environnement. La série Technologie, dans laquelle il est publié, a pour but de faire connaître différentes techniques de production à échelle restreinte et d'aider les petites entreprises, les services de planification et de promotion de la petite industrie comme les organismes de coopération à choisir les solutions les mieux adaptées aux conditions socio-économiques locales.



[Home](http://www24.brinkster.com/alexweir/):81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

 **Conservation des Légumes ♦ Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)**

 **(introduction...)**



- ➔  **PREFACE**
-  **REMERCIEMENTS**
- CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**
- CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS**
- CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE**
- CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL**
- CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE**
- CHAPITRE 6 - FERMENTATION**
- CHAPITRE 7 - CONSERVATION PAR APPERTISATION**
- CHAPITRE 8 - CONDITIONNEMENT**
- CHAPITRE 9 - HYGIENE ET PROPETE DANS L'USINE**
- CHAPITRE 10 - EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES LEGUMES**
- CHAPITRE 11 - METHODES D'EVALUATION DES COUTS DE PRODUCTION**
- CHAPITRE 12 - CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE LEGUMES ET APPLICATION DE LA METHODOLOGIE**
- ANNEXES**
-  **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**
-  **COUVERTURE ARRIERE**

PREFACE

Dans les pays en développement, le stockage et la transformation des produits alimentaires végétaux ou animaux ont une importance considérable, d'une part en raison

du rôle économique et social qu'ils revêtent en milieu rural et urbain où ces activités constituent une source de revenus non négligeable, d'autre part en raison du rôle essentiel que ces activités jouent, aux plans nutritionnel et sanitaire, dans la stratégie nationale d'autosuffisance alimentaire qui préoccupe de nombreux gouvernements.

La transformation des produits alimentaires périssables en vue d'assurer leur conservation sur une longue période est une préoccupation humaine née avec la révolution néolithique. Plus récemment, c'est devenu une nécessité économique justifiée, notamment, par la réduction des pertes de nourriture qu'elle permet d'obtenir ainsi que par une nécessité sociale liée au droit fondamental de l'homme moderne de disposer de nourriture en permanence et en quantité suffisante. Par ailleurs, la possibilité qu'offre la conservation des aliments d'affranchir l'agriculture des aléas climatiques et des fluctuations saisonnières de production et de prix qui en découlent assure non seulement une meilleure stabilité des marchés intérieurs, mais elle permet également certains pays d'exporter des surplus agricoles générateurs de devises négociables.

Le présent dossier technique traite exclusivement des petites conserveries de légumes, bien que la plupart des entreprises aient en fait vocation pour transformer également des fruits. Légumes et fruits sont en effet souvent indissociables ou complémentaires plus d'un titre. Dans les deux cas, il s'agit d'un matériel végétal à forte teneur en eau, donc particulièrement biodégradable sous l'action conjuguée des insectes, des moisissures, des multisystèmes enzymatiques et des températures élevées. Fruits et légumes sont en grande majorité cultivés au niveau familial, quand il ne s'agit pas d'essences spontanées faisant l'objet de cueillettes. Cette production géographiquement diffuse subit des pertes quantitatives et qualitatives considérables, souvent estimées à 50 pour cent des récoltes, dues en grande partie au caractère saisonnier des récoltes mais également aux mauvaises conditions de transport, de transformation et de commercialisation qui prévalent dans de nombreux pays en développement.

Complémentaires, fruits et légumes le sont également au plan nutritionnel car ils constituent un supplément indispensable des régimes de base constitués de céréales et de féculents relativement pauvres en vitamines et en sels minéraux divers. Inséparables, fruits et légumes le sont d'autre part très souvent en matière de transformation, non seulement du fait de la similitude des traitements technologiques qu'ils subissent et des équipements nécessaires à leur transformation, mais également par la possibilité qu'offrent leurs calendriers respectifs de récolte de maintenir une conserverie en activité durant toute l'année, avec tous les avantages socio-économiques que cela comporte.

Si plusieurs pays en développement ont bien réussi à maintenir un équilibre nécessaire entre l'implantation d'entreprises industrielles importées et à haute intensité de capital et le développement de petites et moyennes entreprises peu mécanisées et peu sophistiquées, certains autres pays, par contre, éprouvent encore des difficultés à définir une politique réaliste de développement dans le secteur agro-industriel, la principale difficulté consistant à définir, pour une industrie donnée, une échelle de transformation adaptée aux nombreuses contraintes imposées par l'environnement.

En ce qui concerne les fruits et les légumes, leur transformation peut être envisagée aussi bien au niveau de la mini-entreprise familiale qu'à celui de la grande industrie classique. Une prise de décision devra cependant prendre par priorité en considération la nécessité d'adapter la taille de l'entreprise au volume et au système de production des matières premières en amont, ainsi qu'aux débouchés potentiels offerts par le marché ciblé en aval, lui-même lié à l'évolution du pouvoir d'achat des consommateurs essentiellement citadins.

Une autre difficulté que rencontrent parfois les décideurs politiques et les responsables techniques du développement industriel est liée au manque de connaissances techniques suffisantes pour orienter judicieusement une décision. La diffusion des informations techniques souhaitables vers les milieux concernés (politiciens, cultivateurs,

fonctionnaires, financiers, entrepreneurs) ♦ tant trop souvent inexistante ou mal assurée, le BIT a entrepris de publier et de diffuser largement une série d'ouvrages techniques portant sur la promotion de petites et moyennes entreprises artisanales de transformation de différents produits manufacturés ou alimentaires; certains de ces ouvrages, d'accès facile, sont publiés conjointement avec la FAO, l'ONUDI ou le PNUE.

Le présent document, dont la publication a été rendue possible grâce à une subvention du Programme des Nations Unies pour l'environnement, décrit des techniques de transformation relativement simples ne requérant aucun matériel automatisé ou sophistiqué, dont la mise en application peut être envisagée aussi bien au niveau de la petite entreprise familiale qu'au niveau d'une moyenne entreprise à caractère semi-industriel. Ce dossier technique fait partie d'une série de huit publications sur le stockage et la transformation des produits alimentaires¹. A l'instar des autres publications de la série, il vise à familiariser les petits producteurs et entrepreneurs avec des procédés et des techniques de production spécifiques de différents produits afin de les aider à sélectionner et à appliquer les méthodes les mieux adaptées aux conditions socio-économiques locales. Mais, contrairement à d'autres documents de la série, ce dossier ne fournit pas de liste de fournisseurs d'équipements, un grand nombre d'entre eux étant représentés dans la plupart des pays en développement. Les lecteurs soucieux d'obtenir de plus amples informations sur les procédés et matériels décrits pourront s'adresser soit directement à des fournisseurs locaux, soit aux divers organismes et instituts dont la liste est donnée en annexe.

¹ Les dossiers publiés ou en voie de publication en version française concernent le stockage du grain, la transformation de la viande de porc et de la viande de boeuf, la transformation des fruits, la mouture du maïs et la transformation du poisson. L'extraction de l'huile d'arachide et de copra n'est actuellement disponible qu'en version anglaise.

Ce dossier technique donne des informations précises et détaillées sur tous les modes de conservation classiques des légumes, exception faite des procédés industriels tels que la congélation, la lyophilisation ou l'irradiation, trop onéreux et énergivores et inapplicables ♦ l'échelon de transformation artisanale, seul pris en considération ici.

Le chapitre 1 fait plus particulièrement état des éléments techniques et socio-économiques ♦ prendre en considération en vue de définir une stratégie nationale de développement dans ce secteur d'activité ainsi qu'une échelle de transformation adaptée aux conditions particulières de chaque pays en développement, l'accent étant mis sur l'intérêt que revêt le sous-système artisanal pour la plupart d'entre eux. Ce chapitre s'adresse donc en priorité aux décideurs politiques et aux investisseurs soucieux de valoriser au mieux les ressources dont ils disposent.

Les chapitres 2 ♦ 8 intéresseront plus particulièrement les responsables de la fabrication des conserves de légumes, quel que soit le niveau de transformation considéré, de la ménagère qui sèche des légumes destinés ♦ la consommation familiale ♦ l'artisan qui fabrique des conserves appertisées destinées ♦ la vente. Parmi ces chapitres techniques, deux traitent d'aspects généraux de la conservation puisqu'ils décrivent en détail:

- les traitements que doivent subir, selon leur nature, les légumes avant d'être stabilisés sous une forme ou sous une autre (chapitre 2);
- les divers modes de conditionnement - types d'emballages, matériaux utilisés, systèmes de fermeture, étiquetage - utilisés pour maintenir les légumes transformés ♦ l'abri des sources d'altération du milieu extérieur (chapitre 8).

Les chapitres 3 ♦ 6 constituent le corps de l'ouvrage; ils décrivent avec minutie toutes les séquences des diverses chaînes possibles de transformation, en précisant pour chacune d'elles le principe sur lequel elles se fondent, les matériels spécifiques qu'elles requièrent et les cas particuliers qu'elles englobent. Sont ainsi traités successivement:

- la conservation par séchage (chapitre 3), ancestrale et universellement pratiquée dans les pays chauds, qu'il s'agisse du séchage naturel ou du séchage artificiel par conduction ou convection, réalisés dans différentes structures de séchage souvent construites en matériaux locaux;
- la conservation par le sel (chapitre 4) à l'aide de saumures fortes ou faibles et la conservation par le vinaigre (chapitre 5), deux procédés relativement peu utilisés dans les pays en développement pour des raisons d'acceptabilité par les consommateurs;
- la conservation par fermentation (chapitre 6), très largement utilisée pour aromatiser et préserver des produits amylics variés (céréales, légumineuses, racines et tubercules), notamment pour fabriquer du "gari" à partir du manioc, en Afrique occidentale, ou des produits de fermentation très élaborés à partir du soja, comme le "shoyu" ou le "tempeh", familiers au Sud-Est asiatique et dont les modes de fabrication sont indiqués;
- enfin, la conservation par appertisation (chapitre 7) ou stérilisation par la chaleur, qui permet une conservation de longue durée, pour peu que le traitement ait été rigoureusement conduit et que le conditionnement en boîtes ou en bocaux soit parfaitement étanche.

L'hygiène et la propreté des hommes, du matériel et des locaux constituant un des facteurs essentiels de réussite en matière de conservation des fruits et légumes, le chapitre 9 fournit des précisions utiles sur le traitement des eaux destinées à divers usages ainsi que sur les modes de nettoyage et de désinfection des appareillages et des locaux. Par ailleurs, l'implantation d'une conserverie artisanale ou semi-industrielle ne peut laisser indifférents les pouvoirs publics, et notamment le législateur, compte tenu des effets que l'entreprise peut avoir sur l'environnement. À cet égard, le chapitre 10

traite de l'effet polluant de certains sous-produits et de leurs utilisations, des altérations nutritionnelles possibles dues aux divers traitements subis - pouvant aller jusqu'à des intoxications mortelles - ainsi que des problèmes liés à la consommation d'énergie.

Les deux derniers chapitres de ce dossier intéresseront plus particulièrement les futurs entrepreneurs désireux de créer une conserverie ainsi que les institutions financières puisqu'ils traitent respectivement:

- de la méthodologie d'étude des coûts de production (chapitre 11), tous les facteurs à prendre en considération dans l'établissement d'un dossier succinct de faisabilité étant passés en revue;

- de la conception d'une unité de transformation (chapitre 12) réalisée à la lumière de la méthodologie décrite au chapitre précédent et illustrée par un exemple chiffré concret ayant une valeur indicative générale.

Un glossaire des termes techniques utilisés figure à l'annexe I, et une table de conversion d'unités à l'annexe II. L'annexe III fournit une liste d'organismes et d'instituts auxquels les lecteurs intéressés pourront s'adresser pour obtenir de plus amples informations et éventuellement des documents. Une bibliographie sommaire figure en annexe IV.

Les lecteurs souhaitant formuler des observations ou des commentaires sur le contenu de ce dossier pourront le faire en retournant le questionnaire joint au dossier (annexe V) au BIT. Leurs commentaires et observations seront pris en compte dans la préparation d'autres dossiers.

Ce dossier technique a été préparé par le Centre international de recherches agricoles pour le développement (CIRAD) de Montpellier et M. J. C. Miche (consultant du BIT) sous la direction de M. Allal, chargé, au sein du Service de la technologie et de l'emploi, de la préparation de la Série Technologie. M. Marcel Robert (consultant du BIT) a également

largement contribué ♦ ♦ la préparation de cet ouvrage.

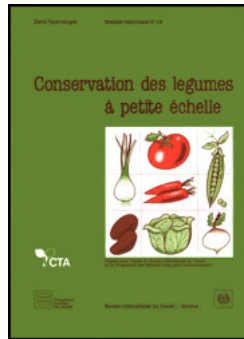
A. S. Bhalla

Chef du Service de la technologie et de l'emploi

Département de l'emploi et du développement



[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">



Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

(introduction...)

PREFACE

REMERCIEMENTS

CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE

CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS

CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE

CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL

CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE

CHAPITRE 6 - FERMENTATION

CHAPITRE 7 - CONSERVATION PAR APPERTISATION

CHAPITRE 8 - CONDITIONNEMENT

CHAPITRE 9 - HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE

CHAPITRE 10 - EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES LEGUMES

CHAPITRE 11 - METHODES D'EVALUATION DES COUTS DE

PRODUCTION

- **CHAPITRE 12 - CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE LEGUMES ET APPLICATION DE LA METHODOLOGIE**
- **ANNEXES**
- 📄 **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**
- 📄 **COUVERTURE ARRIERE**

REMERCIEMENTS

La publication de ce dossier a été rendue possible grâce au concours du Programme des Nations Unies pour l'Environnement qui a financé les services de l'auteur et celui du Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) qui a financé l'impression.

Le Bureau international du Travail exprime sa reconnaissance à ces deux organisations pour cette aide généreuse.

Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) a été créé dans le cadre de la Convention de Lomé entre les Etats membres de la Communauté européenne et les Etats du groupe ACP (Afrique-Caraïbes-Pacifique).

Il a pour mission d'offrir aux pays ACP un meilleur accès à l'information scientifique et technique, à la recherche, à la formation et aux innovations dans les domaines du développement agricole et rural et de la vulgarisation.

A ce titre, il réalise des études, organise des rencontres de spécialistes, réalise et encourage publications et traductions d'ouvrages et met à la disposition des pays ACP son service d'information.








[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



 **Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)**

➔  **CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**

-  **1.1 Nécessité d'une transformation des légumes**
-  **1.2 Stratégie nationale**
-  **1.3 Importance du choix technologique**
-  **1.4 Choix des légumes ♦ transformer**
-  **1.5 Choix des techniques de transformation**
-  **1.6 Effets sur l'environnement**
-  **1.7 Public concerné par le présent dossier**

Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 1 - CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE

1.1 Nécessité d'une transformation des légumes

Dans les pays en développement, les régimes alimentaires de la population peuvent se ramener essentiellement ♦ deux types, selon l'origine de l'apport ♦ énergétique:

- une alimentation ♦ base de féculents et de céréales qui apporte 65 ♦ 85 pour cent des calories (c'est le cas par exemple en Indonésie, au Congo, au Brésil, au Nigeria, au Paraguay);**

- une alimentation ♦ base de céréales qui représente ♦ elle seule 50 ♦ 75 pour cent de l'apport ♦ énergétique (comme au Bangladesh, au Maroc, au Mexique).

Les régimes en question présentent non seulement un déficit calorique global du fait de la faible diversité des aliments, mais également des carences et des déséquilibres souvent considérables. Un résumé de ces carences est fourni au tableau 1.

Ces régimes nutritionnels déficients pourraient être sensiblement améliorés par une diversification de l'alimentation, notamment par l'augmentation de la consommation de différents types de légumes tels que:

- les tubercules et racines tubéreuses, riches en glucides et fortement énergétiques;**
- les graines de légumineuses, riches en protéines et en lipides, qui peuvent contribuer ♦ limiter quantitativement et qualitativement le déséquilibre protéique;**
- les légumes au sens strict, riches en sels minéraux et en vitamines, qui permettent de combler le manque en micronutriments des aliments de base (céréales et féculents). De plus, les fibres qu'ils contiennent facilitent la digestion.**

Les légumes sont donc très importants pour assurer l'équilibre nutritionnel des populations des pays en développement, et la production mondiale de légumes se place au deuxième rang après celle des céréales.

Cependant, si un effort de production est particulièrement souhaitable pour encourager la consommation de tels produits, il est tout aussi important, sinon plus, de s'efforcer d'assurer leur conservation non seulement en vue d'accroître les disponibilités

destinés ♦ la consommation, mais également en vue de mieux préserver les grandes qualités nutritionnelles de ces aliments.

En effet, si les pertes post-récolte des légumes produits dans le monde restent extrêmement difficiles ♦ préciser, on sait cependant qu'elles sont considérables, surtout dans les pays chauds; la FAO les évalue entre 20 et 50 pour cent des récoltes.

Tableau 1. Types de carence dans les régimes alimentaires de base des pays en développement

Insuffisance de l'apport		Régime ♦ base de céréales et féculents	Régime ♦ base de céréales
Protéique	quantitatif	Oui	Non
	qualitatif	Oui	Oui
Vitaminique	A	Oui	Oui
	B1	Oui	Oui
	B2	Oui	Oui
	C	Perte sensible par traitement des tubercules	Oui
	PP	Variable selon céréale et tubercule	Variable selon céréale
Minéral	Calcium (Ca)	Oui	Oui
	Fer (Fe)	Non	Non

Ces pertes qualitatives et quantitatives sont dues ♦ l'intervention de facteurs endogènes ou exogènes et peuvent être de nature physique ou biochimique:

- **perte de poids due ♦ la respiration de divers tubercules comme l'igname;**
- **perte ou gain de nutriments dus ♦ la germination (tubercules, légumineuses);**
- **perte de qualité ♦ sous l'action d'enzymes intrinsèques (manioc par exemple) ou d'origine microbienne (moisissures, levures, bactéries).**

Différents facteurs concourent ♦ accroître encore ces pertes; citons, entre autres:

- **le caractère saisonnier des récoltes, qui entraîne une saturation du marché et engendre des invendus qui sont perdus ♦ moins qu'ils ne soient transformés sous une forme moins altérable (par séchage notamment);**
- **les attaques des prédateurs (oiseaux, insectes, rongeurs) qui profitent des mauvaises conditions de stockage des produits secs ou frais;**
- **l'urbanisation croissante des pays en développement et les mauvaises conditions de transport qui engendrent des pertes importantes le long des axes routiers entre régions productrices et consommatrices.**

La transformation des légumes, réalisée en vue d'assurer leur conservation, n'a pas seulement une incidence économique en raison de la réduction des pertes, mais elle entraîne également des effets sociaux non négligeables, ne fût-ce que par l'amélioration possible des régimes alimentaires des classes sociales les plus vulnérables.

1.2 Stratégie nationale

Devant l'éventail des orientations technologiques et des échelles de production qui seront détaillées au paragraphe suivant et compte tenu des priorités nationales et

régionales, les gouvernements doivent établir une stratégie multidirectionnelle visant la satisfaction optimale des besoins de leur population.

On peut avoir, dans le cas des légumes, une cohabitation de plusieurs systèmes de transformation destinés à satisfaire des marchés différents, comme les besoins des villes, l'alimentation des zones rurales ou l'exportation. Il est cependant nécessaire de faire un choix pour déterminer:

- la part des unités de production destinée à l'exportation par rapport à celle des unités approvisionnant le marché local et leurs tailles respectives en vue d'équilibrer la balance commerciale du pays;
- le degré de relation avec les investisseurs étrangers;
- les produits à développer en fonction des modèles de consommation;
- une politique des prix périodiquement révisée qui permette une accessibilité des produits proposés aux populations à faible revenu;
- une politique de l'emploi et une stratégie d'aménagement du territoire;
- l'organisation des circuits d'approvisionnement des produits frais et de distribution des produits transformés;
- la stratégie de commercialisation à déployer compte tenu de l'influence des collectivités comme marché-test pour le lancement des produits finis;
- l'aide à la recherche et au développement pour le perfectionnement des technologies appropriées mises en place et les innovations dans ce domaine.

1.3 Importance du choix technologique

Le système après-récolte est lié au système de production puisqu'il assure un débouché aux produits frais, stabilise ainsi la population agricole et l'incite à adapter sa production en quantité et qualité aux normes requises par les utilisateurs et les besoins du marché.

Ce système est également relié, en aval, au système de consommation puisqu'il dépend, pour un bon coulement des produits finis, des habitudes alimentaires de la population et de ses revenus. Il peut amener une modification partielle du mode de consommation en proposant des produits nouveaux. Il est enfin assujéti à l'action des agents extérieurs au système (Etat, sociétés, etc.).

Ce système après-récolte, qui relie la production agricole à l'assiette du consommateur, inclut quatre sous-systèmes caractérisés par des niveaux technologiques et des niveaux de commercialisation différents:

- le **sous-système familial**: il est le fait d'individus ou de groupes d'individus (familles) qui produisent pour leur propre consommation et commercialisent l'excédent en l'état ou après l'avoir transformé en vue d'acquérir des revenus marginaux. L'échelle de vente est réduite au quartier, au village, et la technologie ne dépasse pas le stade du savoir-faire traditionnel;

- le **sous-système artisanal**: le savoir-faire local est valorisé par une légère mécanisation. La production est destinée à la transformation qui procure des revenus et des emplois non forcément salariés (il s'agit souvent d'une famille ou d'une famille élargie). Le circuit de distribution peut s'étendre à plusieurs villages;

- le **sous-système mini ou semi-industriel**: il fait appel à une technologie légèrement plus poussée, tenant compte de l'acquis technique traditionnel ou introduisant des techniques importées en les adaptant aux conditions locales

(exemple: mini-conserverie). Il utilise une main-d'oeuvre disponible sur place et non nécessairement qualifiée. L'échelle de commercialisation touche les bourgs ruraux et la périphérie urbaine;

- le sous-système industriel: il utilise des technologies de pointe, le plus souvent importées, haute intensité de capital, et requiert une main-d'oeuvre spécialisée. Il est souvent établi en zone urbaine ou portuaire et vise l'approvisionnement des villes et l'exportation. Quelques complexes intégrés, installés en zone rurale, sont destinés à l'approvisionnement des marchés urbains.

La stratégie nationale consiste à faire la part de chacun de ces sous-systèmes dans son économie en fonction des capacités de production des agriculteurs en amont et du type de structure existant en aval (nombre de consommateurs potentiels, niveau de revenu) et qui absorbera les produits, puisque les ensembles "production-transformation-consommation" dépendent étroitement les uns des autres.

Or, le choix technologique dépend de l'échelle de transformation retenue, et ce choix technologique a lui-même des conséquences socio-économiques bien particulières. Au vu de ces conséquences, les sous-systèmes artisanal et mini-industriel semblent apporter une réponse mieux adaptée aux problèmes des pays en développement, et cela pour les raisons suivantes:

- l'implantation, en zone rurale, d'unités de transformation orientées vers le marché local engendre la création d'emplois directs nécessitant une main-d'oeuvre peu qualifiée et contribue à ralentir l'exode de la population vers les villes;

- l'existence de débouchés stables pour des produits finis incite les paysans à accroître leur production agricole;

- la fixation du prix du produit transformé ♦ un niveau donné stable limite les fluctuations de prix entre les périodes de production et de pénurie;

- le choix de techniques adaptées au milieu, peu mécanisées, faiblement exigeantes en capital, faisant appel au savoir-faire local et ♦ des matières premières disponibles sur place, aboutit ♦ la production d'aliments bon marché, ♦ la portée des populations ♦ bas revenu et correspondant aux habitudes alimentaires locales;

- enfin, le sous-système artisanal assure une certaine indépendance des pays en développement vis-à-vis des investisseurs étrangers, ceci ♦ rencontre des entreprises agro-industrielles ♦ forte intensité de capital, orientées vers les cultures de rente et l'exportation de produits tropicaux vers les marchés occidentaux.

Pour ces raisons, le présent dossier technique se limite ♦ l'étude des techniques de transformation applicables ♦ l'échelle artisanale ou semi-industrielle et laisse de côté les techniques industrielles sur lesquelles de nombreux ouvrages sont disponibles.

Le recours ♦ des techniques importées nécessite par ailleurs des capitaux et crée peu d'emplois. Les entreprises qui font usage de ces techniques réorientent l'agriculture vers un système de culture de rente ♦ haute intensité de capital sans tenir compte des besoins alimentaires de la population.

1.4 Choix des légumes ♦ transformer

Le nombre des légumes pouvant être transformés dans les pays en développement est considérable. Il est nécessaire d'opérer un choix selon les critères suivants:

- légumes produits en grande quantité dans les pays en développement (régions

tropicales ou semi-arides) en vue d'une consommation locale;

- ♦ l'intérieur d'une même catégorie de légumes (tubercules, légumineuses, graines, fruits, feuilles, bulbes, racines), on choisira les légumes les plus consommés dont le type de transformation est semblable ♦ beaucoup d'autres;
- légumes dont le délai de conservation après récolte est court et la période de maturité limitée dans le temps;
- légumes dont le prix après transformation reste accessible aux groupes ♦ bas revenu;
- légumes ayant une valeur nutritionnelle particulière.

Le tableau 2 regroupe les légumes choisis et leurs caractéristiques.

D'autres légumes moins courants, mais largement consommés dans certains pays, sont également étudiés (patates douces, ignames, haricots, pois, choux, épinards, poireaux, feuilles diverses, poivrons, piments, gombos, cornichons, aubergines, ail, navets, carottes, betteraves).

1.5 Choix des techniques de transformation

Ce dossier se limite volontairement à la transformation des légumes à l'échelle artisanale ou semi-industrielle en vue d'obtenir des produits non périssables et accessibles aux tranches de population à faible revenu.

Les techniques choisies doivent répondre aux caractéristiques suivantes: utilisation de la main-d'oeuvre et des matières premières locales, valorisation du savoir-faire traditionnel, coûts d'investissement et de production peu élevés, mise en application

rapide sans grande demande de main-d'oeuvre qualifiée.

Tableau 2. Caractéristiques de certains Légumes

Légumes	Apport nutritionnel				Difficulté de stockage	Consommation importante	Transformation applicable de nombreux produits
	calorique	protéique	vitaminique	minéral			
Manioc	X				X	X	
Soja-pois	X	X	X	X	X		
Tomates			X	X	X	X	X
Oignons			X	X	X	X	X
Haricots verts			X	X			X
Concombres							

1.6 Effets sur l'environnement

Les conséquences écologiques et énergétiques des technologies traitées dans ce dossier font l'objet d'un chapitre distinct. Pour tirer le meilleur parti des ressources naturelles et des matières premières, il convient de considérer:

- la compatibilité du processus de transformation avec l'énergie disponible (renouvelable ou non) de la zone considérée;
- le recyclage des déchets en vue de l'alimentation animale, la fabrication des matériaux de construction, la production des combustibles (charbon de bois,

alcool, méthane), la production des engrais et les autres utilisations industrielles annexes spécifiques ♦ certains produits (par exemple la colle fabriquée ♦ partir de résidus de manioc);

- l'utilisation ou l'épuration des eaux usées;

- dans le cadre de l'intégration de la technologie au milieu humain, la valeur nutritionnelle des produits transformés en tenant compte des carences en vitamines et éléments minéraux.

1.7 Public concerné par le présent dossier

Par ses aspects techniques, mais également du fait des conséquences socio-économiques qu'elle peut avoir, cette étude sur la transformation des légumes s'adresse non seulement aux décideurs gouvernementaux responsables de la définition des stratégies nationales, aux investisseurs locaux et aux artisans (fabricants de matériels), mais également aux producteurs qu'il est d'ailleurs souhaitable, pour une meilleure efficacité du système et au profit du développement rural, de regrouper en association avec les transformateurs.

Le tableau 3 résume les technologies utilisées et les produits transformés étudiés.

Tableau 3. Légumes transformés et techniques de transformation

Techniques de conservation	Tubercules	Graines	Feuilles	Fruits	Racines, bulbes
Par séchage	Manioc Patates douces Igname	Pois Haricots	Choux Feuilles diverses Epinards	Tomates Gombos Poivrons Piments	Oignons Carottes Navets Betteraves

			Poireaux	Haricots verts	rouges
Par le sel (avec ou sans pasteurisation)		Pois	Choux	Haricots verts Gombos Piments	Oignons Carottes Navets
Par le vinaigre (avec ou sans pasteurisation)			Choux rouges	Concombres Cornichons Tomates vertes Piments Poivrons	Betteraves rouges
Par fermentation (avec ou sans pasteurisation)	Manioc (suivi d'un s♦chage)	Soja	Feuilles diverses	Concombres Cornichons Tomates vertes Haricots verts	Betteraves rouges Oignons
Par appertisation	Patates douces	Haricots de Lima Pois	Epinards	Poivrons Tomates Haricots verts Gombos	Betteraves rouges Carottes



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



Conservation des Légumes à Petite Échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

➔ CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS

- 2.1 Généralités**
- 2.2 Lavage**
- 2.3 Pesage**
- 2.4 Epluchage**
- 2.5 Triage**
- 2.6 Parage**
- 2.7 Calibrage**
- 2.8 Découpage**
- 2.9 Râpage**
- 2.10 Broyage**
- 2.11 Pressage**
- 2.12 Blanchiment ou pré-cuisson-refroidissement**
- 2.13 Trempage dans un bain de conservation**
- 2.14 Dégorgeage et égouttage**

Conservation des Légumes à Petite Échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 2 - PRETRAITEMENTS

2.1 Généralités

Les légumes qui arrivent sur le lieu de transformation doivent subir une préparation avant d'être soumis aux procédés qui assureront leur conservation.

Cette préparation s'effectue en plusieurs étapes, différentes selon le légume et la technique de conservation choisie.

2.2 Lavage

Principe

Appliqué dès l'arrivée des légumes à l'usine, le lavage permet d'éliminer grossièrement les pierres et les déchets terreux des légumes qui nécessitent un épluchage (cet épluchage sera d'ailleurs suivi d'un lavage complémentaire). L'épluchage doit être particulièrement soigné pour les légumes qui ne subissent qu'un lavage. Celui-ci sera suivi d'un égouttage.

Matériel

- Eau. La qualité de l'eau importe peu, à moins qu'il ne s'agisse d'un lavage final; dans ce cas, elle doit être potable.**
- Bac de lavage. Celui-ci doit être muni de paniers permettant une récupération facile. Ces paniers peuvent être fixes ou agités manuellement ou mécaniquement (figure 1).**
- Laveur à jet puissant qui asperge les légumes disposés sur un tapis perforé ou grillagé.**
- Laveur à tambour rotatif aspergé par un système de jets. La rotation est assurée manuellement ou à l'aide d'un moteur (figure 2).**

Dans le cas du bac, l'eau doit être changée régulièrement. Le lavage en tambour est généralement plus économique, tandis que le système par aspersion sur tapis ou dans

un tambour permet de traiter de plus grandes quantités de légumes.

Cas particuliers

Il est plus facile de laver les légumes peu fragiles (tubercules et racines tubéreuses, racines non tubéreuses (carottes, navets, betteraves, oignons)) dans un laveur tambour, après les avoir préalablement trempés dans un bac. Les légumes qui s'écrasent facilement seront nettoyés par trempages successifs dans des bacs, sous légère agitation.

2.3 Pesage

Le pesage permet de connaître la quantité exacte de légumes arrivant à l'usine et de calculer la quantité des ingrédients de fabrication, généralement évaluée en kilo par kilo de produit.

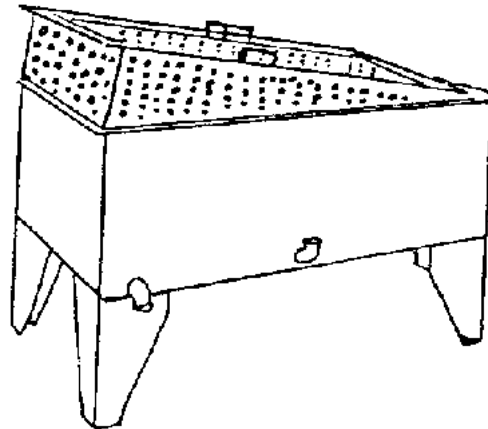
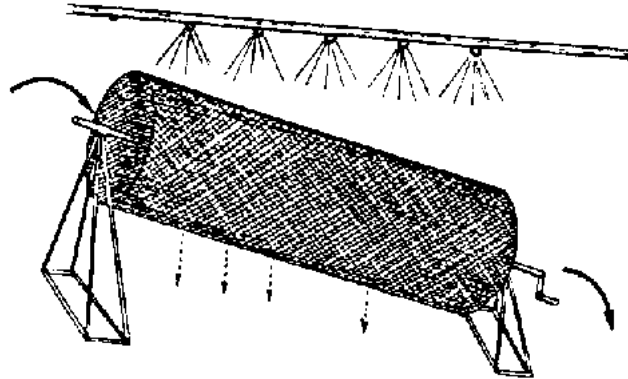


Figure 1. Bac de lavage ◊ panier perfor◊**Figure 2. Laveur ◊ tambour rotatif actionn◊ ◊ la main**

2.4 Epluchage

Principe et description

L'◊pluchage ◊limine les parties externes non comestibles des l◊gumes. Il peut se faire:

- ◊ la main sur le l◊gume intact. L'op◊ration est longue et entra◊ne des pertes importantes, mais elle requiert peu de mat◊riel;
- ◊ la main, apr◊s un traitement des l◊gumes r◊alis◊ soit ◊ la chaleur humide (les l◊gumes sont plong◊s dans l'eau bouillante ou dans un bain de vapeur qui provoque apr◊s refroidissement un d◊tachement facile ou spontan◊ de la peau), soit ◊ la chaleur s◊che (les l◊gumes sont grill◊s sur une flamme et pel◊s ◊ la

main);

- ♦ la main, après passage des légumes dans une solution alcaline: le bain alcalin est généralement bouillant et contient entre 5 et 20 pour cent de soude (5 ♦ 20 kg de soude pour 100 kg de solution). Les légumes doivent être ensuite soigneusement rincés pour éliminer toute trace de soude susceptible de compromettre leur conservation ultérieure. Il est donc préférable d'utiliser les autres méthodes d'épluchage;

- par voie mécanique: cette méthode n'est applicable qu'aux racines et tubercules, peu sensibles à l'écrasement. Elle s'accompagne d'une aspersion d'eau qui assure l'élimination des épluchures. Elle présente l'inconvénient de ne pas atteindre les parties concaves, qui doivent être épluchées à la main.

Matériel

a) Opération manuelle

- couteau simple (en acier inoxydable de préférence, certains légumes réagissant au contact des matériaux ferreux);
- couteaux améliorés (figures 3 a, b et c).

b) Opération manuelle après traitement

- couteaux divers (figure 3 d);
- récipients de cuisson: marmites pour cuisson à l'air libre, avec filet ou panier intérieur (cuisson à l'eau) ou marmites avec couvercle (autoclaves) avec filet ou panier intérieur (cuisson à la vapeur). Dans le cas d'un traitement à la soude, le

matériel destiné à contenir la soude diluée bouillante doit résister à un tel traitement (acier inoxydable);

- matériel de grillage: cylindre grillage rotatif, chauffé directement à la flamme.

c) Opération mécanique

- cylindre dont le fond est constitué par un disque tournant qui provoque un mouvement ondulatoire et rotatoire (900 tours/mn) et dont les parois verticales sont constituées d'un matériau abrasif (fonte émerisée). Des aspersion d'eau éliminent les déchets issus de l'épluchage;

- bûtonnière: cylindre horizontal tournant à 40 tours/mn. Un revêtement interne abrasif ou des lames de bois assurent une abrasion des légumes, accentuée par un frottement des légumes entre eux. Une alimentation en eau (aspersion ou pompe) assure l'évacuation des déchets;

- éplucheuse à couteaux cylindriques étudiée spécialement pour le manioc mais adaptable éventuellement à d'autres légumes (figure 5): un cylindre est muni de couteaux longitudinaux, l'autre d'une surface rugueuse. Les couteaux sont espacés de 15 mm et inclinés à 15°. Un moteur de 1 CV tournant à 1.425 tours/mn entraîne la rotation des cylindres en sens inverse;

- éplucheuse broyeuse (spécifique au manioc) (figure 6) constituée par un poste de coupe qui coupe les racines longitudinalement en 4 morceaux et d'un poste de séparation corce-pulpe, constitué d'un cylindre supérieur (lisse et plein) qui écrase la racine coupée contre un cylindre inférieur alvéolé qui sépare la pulpe sous forme de dé.

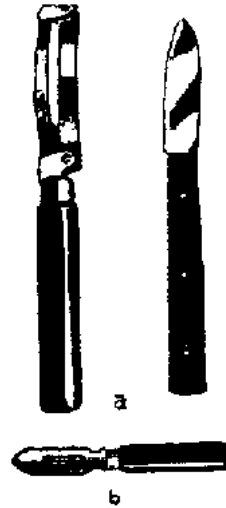


Figure 3 a et b. Couteaux ◊ ◊ plucher racines et tubercules

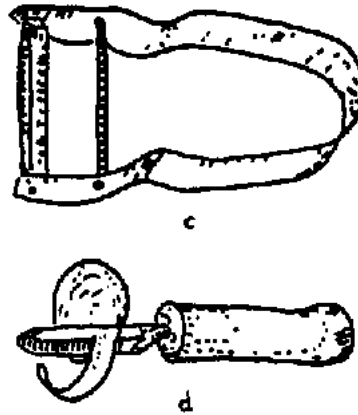


Figure 3 c et d. Couteau ♦ peler et couteau ♦ ♦ trognonner fruits et légumes

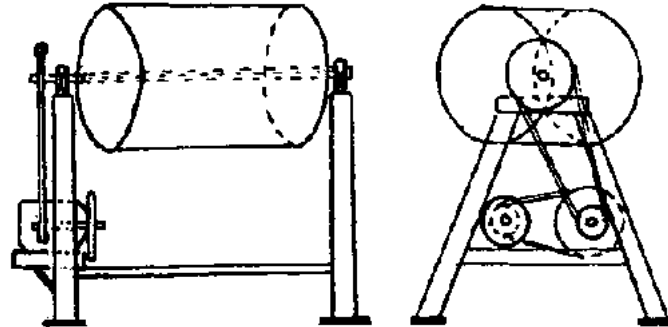


Figure 4. Eplucheuse type b♦tonni♦re

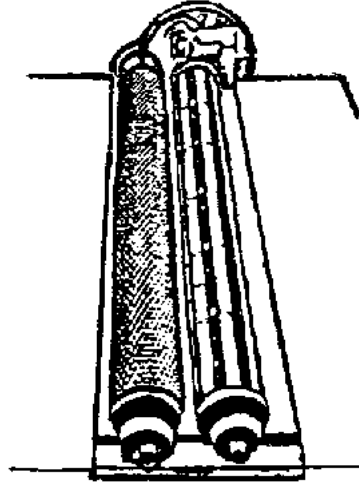


Figure 5. Eplucheuse ◊ couteaux cylindriques sp ◊ ciale pour le manioc - D ◊ tail des cylindres ◊ couteaux

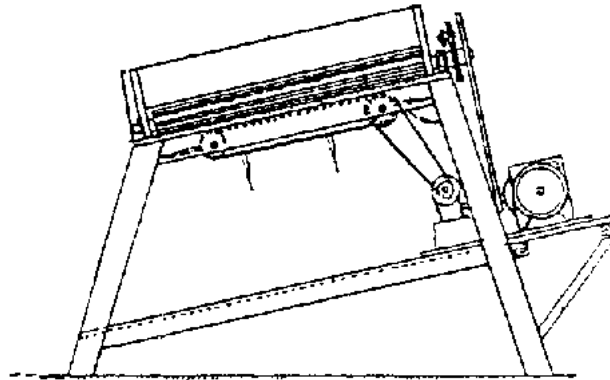


Figure 5. Eplucheuse ♦ couteaux cylindriques sp♦ciale pour le manioc - Vue lat♦rale

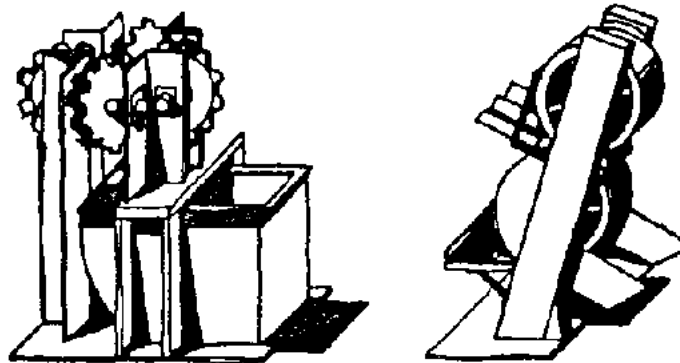


Figure 6. Eplucheuse broyeur ♦ manioc, type Bertin

Le tableau 4 r♦sume les diverses caract♦ristiques d'♦pluchage du manioc.

Cas particuliers

Ils sont résumés dans le tableau 5.

2.5 Triage

Il a pour but de trier les produits défectueux (pourris, pas assez mûrs ou crasés). Il s'effectue manuellement sur une table de triage et peut être réalisé pendant le parage.

Les déchets de triage sont récoltés dans des bacs.

2.6 Parage

Il permet d'éliminer les trognons, racines, parties endommagées ou insuffisamment mûres, queues et fils. Il se fait uniquement à la main à l'aide de couteaux bien affûtés en acier inoxydable ou de couteaux améliorés (figure 3 d) sur des tables de parage. Les déchets sont recueillis dans des bacs. Les parties devant être éliminées chez certains légumes sont mentionnées à titre d'exemple dans le tableau 6.

Tableau 4. Comparaison des différents procédés d'épluchage du manioc

Epluchage	Productivité horaire	Nombre de personnes	Productivité par personne	Rendement	Racines épluchées	Consommation en énergie	Consommation
	(kg/h)	(p)	(kg/h/p)	(%)	(kg/h/p)	(kWh/100 kg)	(l/100 kg)
Couteau de cuisine	22	1	22	80	17,6	0	
Bétonnière	120	1	120	72	86,4	0,61	
Eplucheuse							

♦ couteaux cylindriques: - racines non triées	165	1	165	84	118,5	0,44	
- racines triées	185	2	93	79,6	74	0,40	
Eplucheuse broyeuse	800	4	200	73	146	0,46	

Source: Vinck, D., 1982.

Tableau 5. Modes d'épluchage des légumes

Légumes	Epluchage manuel				Epluchage mécanique
	Direct	Après traitement la chaleur	Après grillage	Après traitement alcalin	
Patates douces	X	115,6°C (9-12 mn)		100°C (soude 15-20%) (6-8 mn)	X
Ignames	X	X		100°C (soude ♦ 10%)	X
Manioc	X				X
Pois - Haricots	X				
Soja		X			
Feuilles	X				
Tomates		100°C (30-60s)			
Poivrons			X		

Carottes	X			100°C (soude ♦ 5 ou 10%)	Après blanchiment
Navets-Choux-navets	X				
Betteraves	X	X			X
Oignons	X		X		X

Tableau 6. Parties ♦ liminées lors du parage

Légumes	Parties ♦ ♦ liminer
Tubercules et racines	Extrémités
Choux	Feuilles extérieures et trognon
Poireaux	Racines
Epinards et autres feuilles	Grosses nervures
Tomates	Trognon
Gombos	Extrémités
Poivrons	Coeur et cloisons
Haricots verts	Extrémités et fils
Oignons et navets	Fanes et racines
Betteraves	Extrémités (après cuisson)

2.7 Calibrage

Principe et description

Le calibrage consiste ♦ trier les légumes selon leur taille pour les répartir en lots homogènes.

L'homogénéité de taille est importante dans certains cas de traitement de conservation qui font intervenir des transferts de matière (eau, sel, acide) ou de chaleur. Le calibrage s'effectue sur des produits entiers, qui ne sont pas destinés ♦ subir ultérieurement des réductions de taille (découpage, râpage). Le calibrage des produits coupés se fait en même temps que leur découpage. Il peut se faire par une mise en mouvement manuelle ou mécanique du produit ou de l'appareil de calibrage.

Matériel

La plupart des appareils de calibrage peuvent fonctionner manuellement ou mécaniquement selon le même principe:

- calibreuse ♦ vibrations: il s'agit d'un tamis posé sur un cadre secoué manuellement ou mécaniquement. Des tamis de diamètres différents peuvent être superposés pour répartir les légumes de différents calibres en une seule opération;
- calibreuse ♦ tambour rotatif (figure 8): un cylindre rotatif ♦ axe légèrement incliné est perforé de trous ou de fentes de calibres croissants par lesquels passent les légumes. Les légumes fragiles sont calibrés par vibration, les autres dans un tambour rotatif.

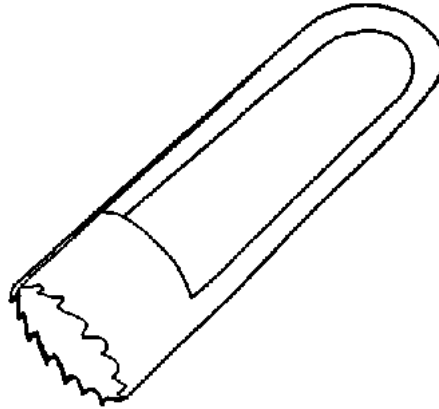


Figure 7. Evidoir ◊ poivrons

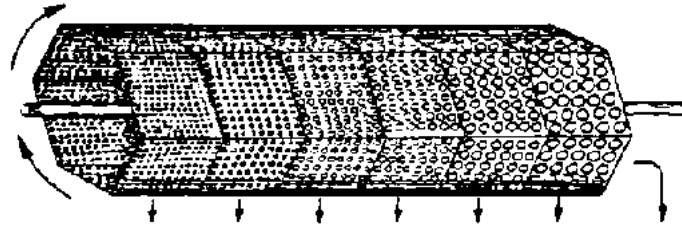


Figure 8. Calibreuse ◊ tambour rotatif

2.8 D ◊ coupage

Principe et description

Le d ◊ coupage a pour but de r ◊ duire la taille des l ◊ gumes de fa ◊ on ◊ faciliter la

migration de l'eau au cours du séchage, la pénétration de sel ou d'acide ainsi que les transferts de chaleur ♦ l'appertisation. En réduisant l'épaisseur des morceaux, on diminue la durée du traitement, ce qui assure dans bien des cas une meilleure conservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des légumes.

Pour un traitement homogène, il importe que la taille des morceaux soit sensiblement la même et que ceux-ci soient bien séparés les uns des autres.

Matériel

- couteau en acier inoxydable;
- plaque ♦ lames multiples, type tranche-tomates;
- tranche-légumes (figure 9) constitué d'une lame tranchante fixée sur un support de bois;
- disque tranchant entraîné par un moteur placé ♦ la base d'un collecteur contenant les légumes;
- cylindre rotatif muni longitudinalement de lames qui coupent les légumes provenant d'une trémie (figure 10).

Cas particuliers

Ces différents types de matériel ne sont pas utilisables pour tous les légumes. Le tableau 7 résume les possibilités et indique la taille des cossettes ♦ réaliser.

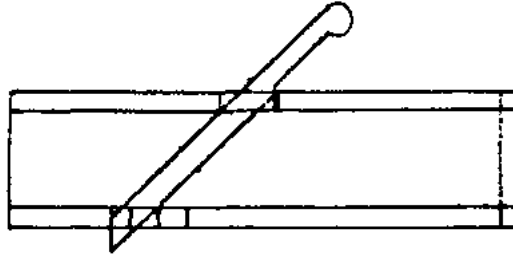


Figure 9. Tranche-l◊gumes

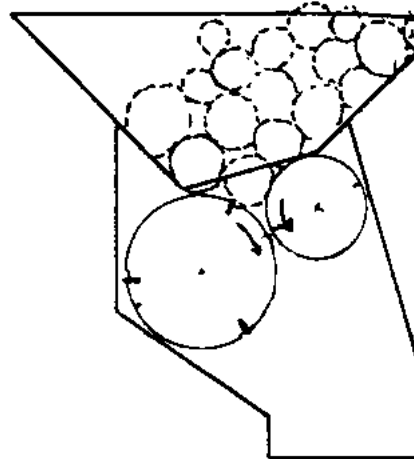


Figure 10. Trancheuse m◊canique ◊ cylindre

Tableau 7. D◊tails concernant le d◊coupage des l◊gumes

Légumes	Matériel utilisé					Taille des cossettes (épaisseur en mm)
	Couteau	Plaque ♦ lames multiples	Tranche- légumes	Disque tranchant	Cylindre rotatif	
Patates douces	X		X	X	X	2-3
Ignames	X		X	X	X	5
Manioc	X		X	X	X	
Choux	X					5
Poireaux	X					3
Epinards	X					
Tomates	X	X				7-10
Gombos	X					
Poivrons	X					5
Haricots verts	X					20 (longueur)
Piments	X					
Carottes	X			X		5-6
Oignons	X			X		4
Navets	X			X		
Betteraves	X			X		2-3

2.9 Rpage

Principe et description

Le râpage a pour but de réduire considérablement la taille des légumes ♦ traiter, les morceaux n'étant plus séparables les uns des autres. Il est pratiqué essentiellement sur des légumes fermes comme les racines, les tubercules et les bulbes.

Matériel

- râpe manuelle (morceau de tôle perforée artisanalement ♦ l'aide d'un clou); les pertes sont toutefois importantes et le danger de se blesser les doigts ♦ vident;
- râpe ♦ cylindre perforé, entraîné par un moteur, d'un rendement de 250 ♦ 1.000 kg de manioc/heure/personne (figure 11);
- râpe ♦ cylindre muni de lames longitudinales (figure 12). L'absence d'alvéoles facilite le nettoyage. Le rendement est d'environ 500 kg de manioc/heure/personne;
- râpe artisanale ♦ pédalier (figure 13). Un disque de bois entraîné par un pédalier est muni de morceaux de lames en dents de scie. Exempte d'alvéoles, cette râpe est facile ♦ nettoyer;
- râpe ♦ disque entraîné par un moteur (figure 14). Le disque est perforé, ce qui le rend difficile ♦ nettoyer. Le rendement est de quelques centaines de kilos de manioc par heure et par personne.

On enregistre les pertes les plus fortes dans le cas du râpage manuel; toutefois, les autres systèmes peuvent également laisser passer de gros morceaux de légumes non râpés dans certains cas. L'entretien se révèle plus facile pour les râpes ♦ lames (râpe ♦ pédalier ou ♦ cylindre muni de lames). Les râpes ♦ cylindre et ♦ disque nécessitent un

moteur de 2 \diamond 3 CV.

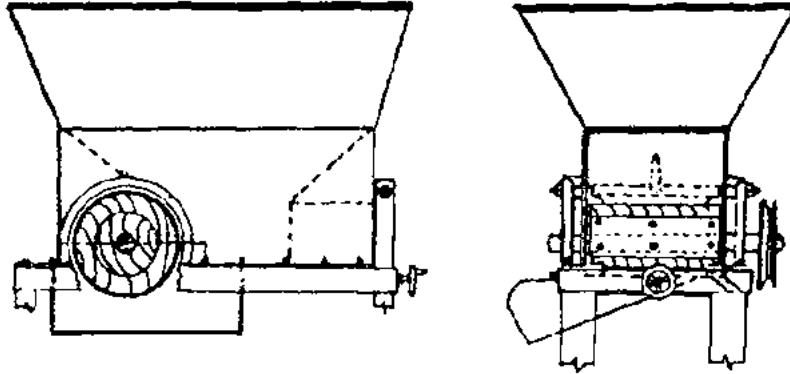


Figure 11. R \diamond pe \diamond cylindre perfor \diamond

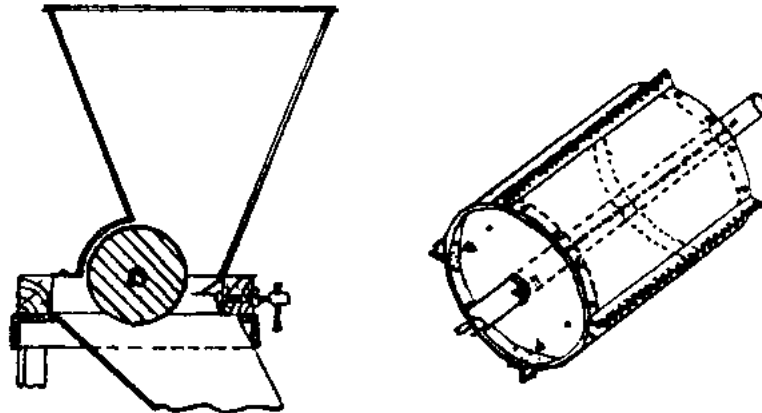


Figure 12. R◊pe ◊ cylindre muni de lames longitudinales

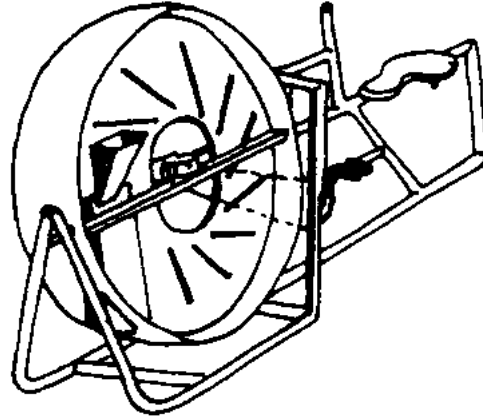


Figure 13. R◊pe ◊ p◊dalier

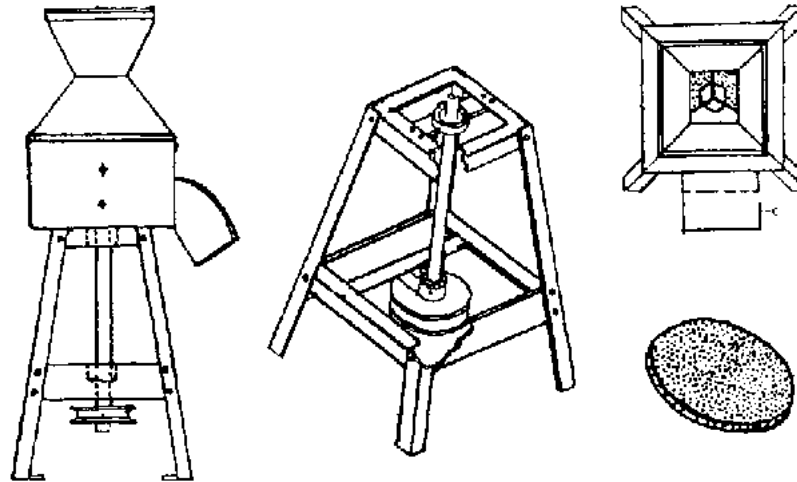


Figure 14. R♦pe ♦ disque ♦ moteur

2.10 Broyage

Principe et description

Le broyage est effectu♦ soit pr♦alablement au s♦chage, pour faciliter la d♦shydratation, soit en tant que post-traitement du s♦chage, pour transformer les produits s♦ch♦s en poudre.

Le broyage r♦alis♦ sur le produit humide concerne essentiellement le manioc, encore que celui-ci puisse ♦tre s♦ch♦ sous forme de cossettes, puis r♦duit en poudre une fois d♦shydrat♦.

Matériel

Le broyage manuel est effectué au pilon et mortier.

Il existe essentiellement 4 types de broyeurs mécaniques, dont certains sont peu utilisables pour les produits humides (voir le chapitre 3). Ces produits peuvent être réduits à l'état de pâte à l'aide de:

- broyeurs à marteaux (figure 15): plusieurs jeux de marteaux (jusqu'à 6) sont disposés radialement sur un rotor qui tourne à 1000-1500 tours/mn dans un carter muni d'une grille perforée semi-circulaire tenant lieu d'"enclume". Les perforations de ces grilles interchangeables varient entre 3 et 5 mm de diamètre. Ce type de broyeur présente l'avantage d'une grande robustesse; il peut résister aux pierres et aux cailloux et être fabriqué localement;

- broyeurs à couteaux: à la différence des broyeurs précédents, ces appareils sont munis d'une multitude de lames bien aiguisées fixées sur un rotor tournant à 1.000 tours/mn environ.

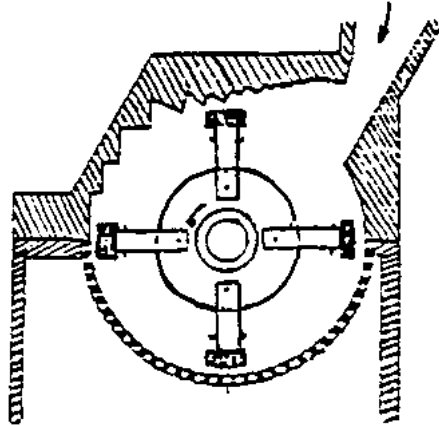


Figure 15. Principe de fonctionnement du broyeur à marteaux

2.11 Pressage

Principe et description

Le pressage s'applique plus particulièrement au manioc ayant subi un rouissage ou la pulpe de manioc en cours de fermentation. Il a pour but d'éliminer une partie de l'eau en comprimant le produit, de façon à accélérer l'étape suivante de séchage proprement dit.

Il s'effectue sur des racines rouies entières, râpées, broyées ou sous forme de cossettes et doit être suivi d'un mottage manuel pour faciliter le séchage.

Matériel

De nombreux systèmes de pressage existent, certains très artisanaux, d'autres plus laborieux:

- pressage par torsion d'un sac en fibres textiles tissées ou tressées contenant la matière à presser (figure 16). Ce système ne peut être utilisé que pour de très petites quantités au niveau familial;
- pressage de pulpe en sacs disposés dans un panier sous une charge de grosses pierres.

Ces deux systèmes présentent l'avantage d'être très simples et de n'employer que des matériaux locaux.

- pressage de sacs contenant le produit et disposés entre des planches maintenues au moyen de cordages (figure 17). Comme les systèmes précédents, il est très facile à installer, mais moins aisés à mettre en oeuvre;
- presse à levier (figure 18): un levier soumis à un poids provoque la descente du plateau qui comprime les sacs de produits disposés en dessous;
- presse à vis (figure 19) ou à oreillons: par un système de manivelle et un pas de vis, on force un plateau contre la masse à presser.

La presse à levier et la presse à vis sont deux systèmes qui utilisent la force humaine et sont plus efficaces que les précédents. Les opérations de chargement et déchargement des sacs subsistent toutefois. Chaque cycle de fonctionnement dure environ une heure.

- presse hydraulique (figure 20): un piston central, actionné par une pompe à huile ou à eau, provoque le déplacement d'un plateau qui applique une forte pression sur les sacs contenant la matière à presser. Le produit est pressé en une

ou deux fois, et chaque cycle dure environ 20 ♦ 30 mn. Avec un moteur de 4 CV, une telle presse peut traiter 1.500 kg de manioc par heure, avec un taux d'extraction supérieur ♦ 40 pour cent, le taux d'extraction ♦ tant d ♦ fini par la relation: quantitat ♦ de liquide extrait/quantitat ♦ de produit;

- presse centrifuge (figure 21): la force centrifuge résultant de la rotation du tambour applique fortement la masse contre les parois perforées de celui-ci; cette pression provoque une exsudation du jus qui s' ♦ chappe au travers des parois perforées recouvertes d'un tamis en toile métallique;

- presse ♦ rouleaux (figure 22): la pulpe ♦ presser est amenée manuellement entre deux rouleaux tournant en sens inverse et munis d'une gaine en caoutchouc de façon ♦ ♦ tre jointifs; prise entre ces rouleaux, la masse est ♦ crasée et le jus s' ♦ par ♦. Ce système fonctionne en continu et n' ♦ cessite une personne pour assurer une alimentation r ♦ guli ♦ re. Les cylindres sont entra ♦ n ♦ s par un moteur de 5 CV.

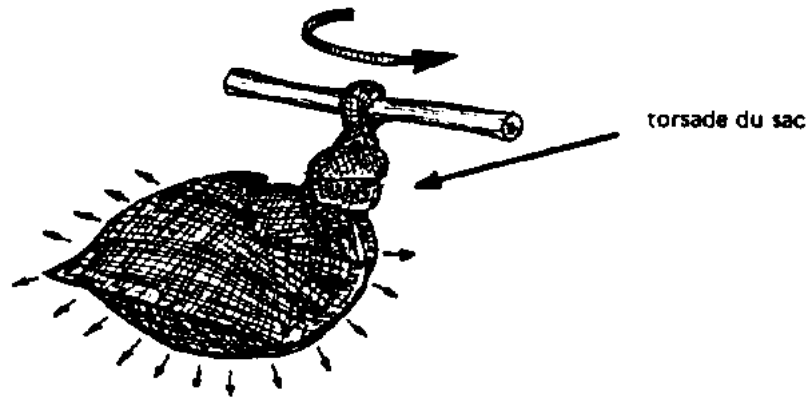


Figure 16. Pressage par torsion d'un sac

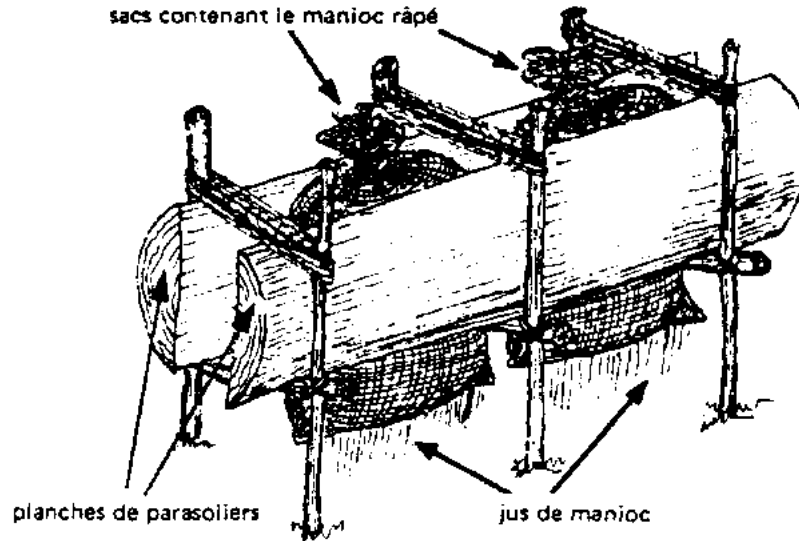


Figure 17. Pressage de sacs entre planches

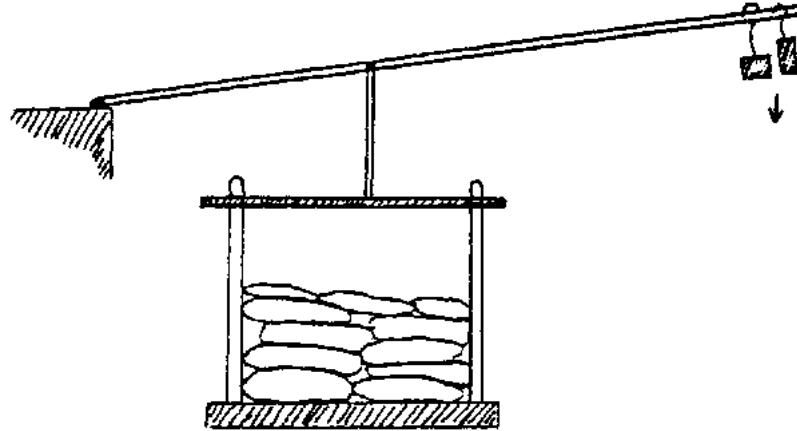


Figure 18. Presse ◊ levier

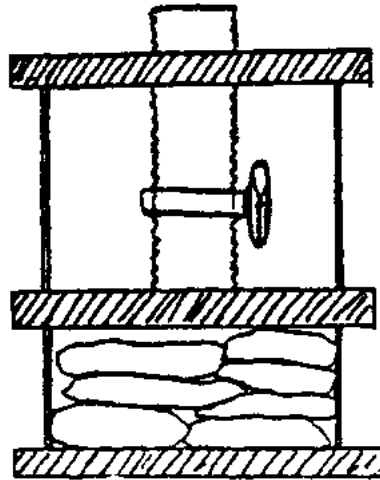


Figure 19. Presse ◊ vis

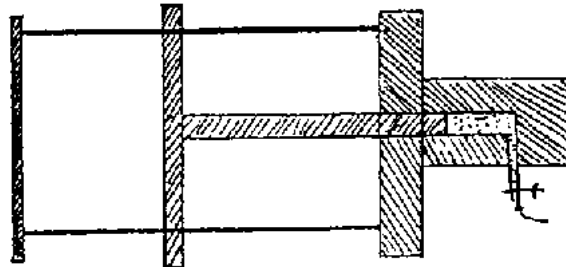


Figure 20. Presse hydraulique

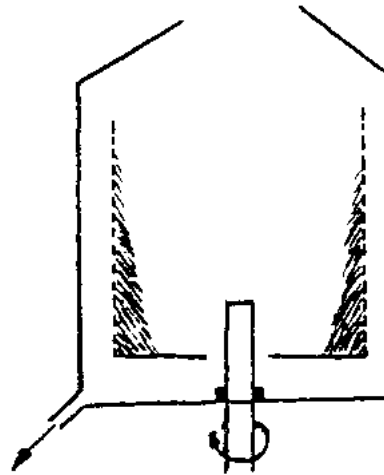


Figure 21. Presse centrifuge

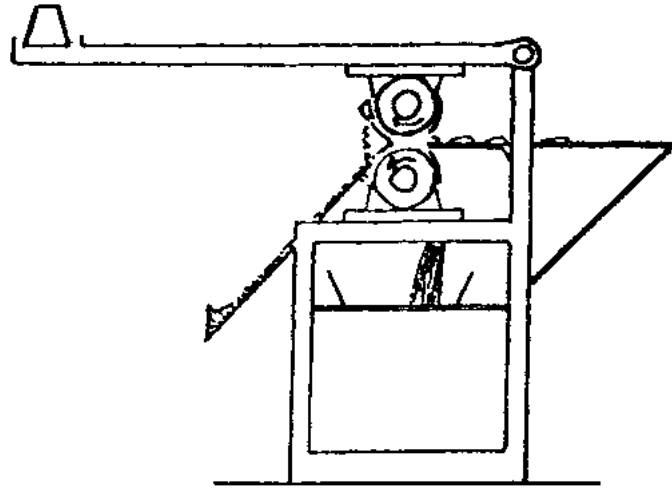


Figure 22. Presse ♦ rouleaux

2.12 Blanchiment ou pr♦ cuisson-refroidissement

Principe et description

a) Blanchiment

Le blanchiment vise ♦ inhiber les actions enzymatiques susceptibles de provoquer une alt♦ ration du produit pendant ou apr♦ s le traitement de conservation.

Il consiste en un traitement rapide ♦ la chaleur et peut ♦ tre r♦ alis♦ suivant deux m♦ thodes:

- le **blanchiment ♦ l'eau**: on immerge les légumes dans de l'eau bouillante de façon ♦ ce qu'ils soient totalement recouverts. Il est nécessaire d'employer environ 10 litres d'eau par kg de légumes; cette eau peut en général ♦ être réutilisée jusqu' ♦ 5 ou 6 fois. Elle doit satisfaire ♦ certaines exigences physico-chimiques et microbiologiques;

- le **blanchiment ♦ la vapeur**: les légumes sont plongés dans une atmosphère de vapeur créée par l'ébullition d'un certain volume d'eau au fond du récipient. Ils sont disposés dans un treillis métallique en couches de faible ♦ épaisseur et non tassées de façon ♦ être soumis uniformément ♦ l'action de la vapeur.

Chacune de ces techniques possède ses avantages et ses inconvénients, résumés au tableau 8. Le choix de la technique dépend des conditions locales et du produit lui-même.

Le blanchiment doit nécessairement ♦ être suivi d'un refroidissement immédiat, réalisé ♦ par immersion dans un bac d'eau courante ou par pulvérisation, de façon ♦ éviter une surcuisson des légumes et une perte importante de vitamines.

b) Précuisson

Il s'agit en fait d'un blanchiment prolongé qui, en plus des avantages du blanchiment, assure un ramollissement de la texture du légume.

Ce traitement est réalisé ♦ de la même façon que le blanchiment, selon les deux méthodes possibles, mais pendant un laps de temps sensiblement plus long.

Matériel

La différence entre l'échelle artisanale et semi-industrielle, pour cette opération, ne réside en fait que dans le dimensionnement du matériel; celui-ci est en effet semblable

dans son principe, et comprend:

- un panier ou treillis métallique (figure 23), ne comportant ni fer ni cuivre, muni d'un système de soulèvement pour les grandes capacités. Dans le cas des unités artisanales, le panier peut être fabriqué en matériaux locaux (osier par exemple);
- un récipient de cuisson, muni ou non d'un couvercle. Ce dernier est cependant nécessaire, dans le cas d'un blanchiment ou d'une cuisson à la vapeur, pour maintenir une atmosphère suffisamment riche en vapeur et éviter un refroidissement des légumes au contact de l'air;
- des bacs alimentaires en eau courante, très régulièrement nettoyés, destinés à assurer le refroidissement des légumes;
- des tapis grillagés surmontés d'une rampe d'aspersion, également pour le refroidissement.

Tableau 8. Avantages et inconvénients respectifs du blanchiment à l'eau ou à la vapeur

Procédé	Avantages	Inconvénients
Blanchiment à l'eau	<p>Simplicité du matériel, coûts d'achat et d'entretien peu élevés</p> <p>Bonne connaissance du traitement à appliquer</p> <p>Valeur élevée du coefficient d'échange thermique entre l'eau et le produit, donc temps de blanchiment plus court</p>	<p>Emploi d'eau en grande quantité et température élevée, donc:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grande consommation d'énergie - beaucoup d'effluents <p>Pertes d'éléments nutritifs par dissolution dans l'eau de blanchiment</p>

	<p>Lavage simultané du produit</p> <p>Possibilité de régler la température</p> <p>Capacité importante pour un encombrement réduit</p>	
<p>Blanchiment à la vapeur</p>	<p>Faible quantité d'eau utiliser, donc:</p> <ul style="list-style-type: none"> - consommation d'énergie moindre - faible quantité d'effluents <p>Rétention de constituants solubles (mais elle n'est que momentanée)</p>	<p>Difficulté de nettoyage du treillis métallique</p> <p>Difficulté d'obtenir un traitement uniforme</p> <p>Valeur peu élevée du coefficient d'échange thermique, donc temps de blanchiment plus long</p> <p>Température de travail unique</p> <p>Encombrement important pour une capacité réduite (faible épaisseur des couches de produits)</p>

Cas particuliers

Le bain de blanchiment contient parfois certains produits pouvant agir sur la conservation des produits (sel, bicarbonate de soude). Ces produits, ainsi que les temps de blanchiment, dépendent de la technique de conservation choisie. Les précisions concernant chaque catégorie de légumes seront apportées dans les chapitres correspondants.

2.13 Trempage dans un bain de conservation

Principe et description

Cette op^oration est uniquement r^oalis^oe avant le s^ochage en vue d'^oviter les alt^orations de couleur, d'ar^ome ou de texture susceptibles d'^otre engendr^oes par une longue exposition des l^gumes ♦ des temp^oratures de 30 ♦ 50°C ou plus.

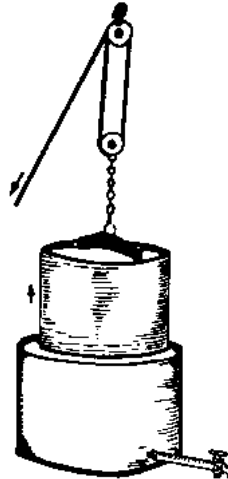


Figure 23. Blanchisseur ♦ panier m^otallique relevable

A cette fin, on plonge les l^gumes, imm^odiatement avant le s^ochage, dans un bain contenant des agents de conservation tels que l'anhydride sulfureux (SO₂), le chlorure de sodium (NaCl) ou les deux en combinaison.

Après le temps d'immersion nécessaire, on laisse le produit s'égoutter naturellement, hors du bain. Ce dernier peut être réutilisé ♦ plusieurs reprises, ♦ condition de réajuster sa concentration en agent de conservation.

Matériel

Il comprend un récipient quelconque et un filet (en tissu ou en métal) pouvant être suspendu pour permettre l'égouttage. Les matériels en cuivre ou en fer sont proscrits.

Cas particuliers

La concentration du bain et les temps de trempage sont indiqués au tableau 9.

2.14 Dégorgeage et égouttage

Principe et description

Cette opération est réalisée seulement avant la mise au vinaigre des légumes. Elle a pour but d'éliminer partiellement l'eau contenue dans les légumes et d'éviter ultérieurement une dilution préjudiciable du vinaigre.

Le dégorgeage s'effectue en maintenant les légumes pendant un temps plus ou moins long en milieu salé. La quantité de sel utilisée doit être suffisante pour recouvrir les légumes disposés en couches.

Le sel est ensuite éliminé et le légume mis à égoutter soigneusement.

Matériel

Récipient quelconque et filet d'égouttage (♦ l'exclusion d'un matériel en fer ou en cuivre).

Cas particuliers

Les temps de dégorgeage pour les légumes nécessitant ce traitement sont détaillés dans le tableau 10.

Tableau 9. Réalisation du trempage dans un bain de conservation

Légumes	Agents de conservation			
	Anhydride sulfureux (SO ₂) (apporté par du métabisulfite)		Chlorure de sodium (NaCl)	
	Temps (mn)	Quantité à ajouter (g/l)	Temps (mn)	Quantité à ajouter (g/l)
Patates douces	1	12		
Choux	1	12		
Tomates	3	9	3	100
Gombos	1	12		
Poivrons	1	3		
Haricots verts	1	12		
Carottes	1	12		
Oignons			5	50
Navets-Choux-navets	1	12		

Tableau 10. Temps de dégorgeage des légumes avant mise au vinaigre

Légumes	Temps (en heures)
---------	-------------------

Concombres	12
Cornichons	24 (après agitation dans un sac contenant du sel)
Tomates vertes	12



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](#)



📖 Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

- ➔ **CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE**
 - 📄 3.1 Procédés général et échelles de production
 - 📄 3.2 Prétraitements
 - 3.3 Séchage
 - 📄 3.3.1 Principe et description
 - 📄 3.3.2 Matériel
 - 📄 3.3.3 Cas particuliers
 - 3.4 Post-traitements
 - 📄 (introduction...)
 - 📄 3.4.1 Triage
 - 📄 3.4.2 Broyage
 - 📄 3.4.3 Tamisage
 - 📄 3.4.4 Emballage - conditionnement - stockage

Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 3 - CONSERVATION PAR SECHAGE

3.1 Procédés généraux et échelles de production

Le séchage, ou déshydratation, consiste à éliminer l'eau contenue dans les légumes jusqu'à obtention d'une teneur en eau compatible avec une conservation à long terme. Cette teneur résiduelle doit être généralement comprise entre 5 et 15 pour cent d'eau.

L'opération de séchage doit être précédée et suivie de toute une série de traitements appliqués dans le but de faciliter le séchage et d'obtenir une bonne qualité hygiénique et organoleptique des légumes séchés. Le tableau 11 précise les diverses étapes des processus de transformation par séchage appliqués à différents légumes.

A l'intérieur de cette ligne de fabrication générale, chaque étape doit être compatible, en termes de quantité de légumes traités par heure, avec celle qui la précède ou la suit, de façon à éviter que des postes ne soient surchargés ou fonctionnent à vide.

Les séchoirs proposés peuvent traiter, en 24 heures, des quantités allant de 50 kg à plusieurs tonnes, les plus fortes capacités étant obtenues grâce à des séchoirs chauffés au combustible.

On peut résumer ces opérations successives par le schéma de la figure 24.

Figure 24. Schéma général de conservation par séchage

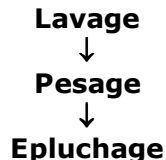




Tableau 11. Etapes dans la préparation de divers légumes secs

Légumes	Préparation	Blanchiment Refroidissement	Trempe dans conservateur Egouttage	Séchage	Triage	Broyage	Tamisage	Emballage

21/10/2011

Conservation des Légumes ♦ Petite ...

Patates douces	1. Laver 2. Eplucher et laver 3. Découper	X	X	X	X	(X)	(X))
Ignames	- id. -	X	X	X	X	(X)	(X))
Manioc	1. Laver (2. Rouir) 3. Ecorcer 4. Découper ou râper 5. Presser			X	X	(X)	(X))
Pois Haricots	1. Laver 2. Ecosser 3. Laver	X		X	X	(X)	(X))
Choux	1. Parer 2. Découper 3. Laver	X	X	X	X)
Poireaux	1. Parer 2. Laver 3. Découper			X	X	(X)	(X))
Epinards et autres feuilles	1. Laver 2. Couper	X		X	X)
Tomates	1. Laver 2. Etrognonner 3. Découper		X	X	X	(X)	(X))

Gombos	1. Laver 2. Parer 3. Couper	Laver soigneusement X	X	X	X	(X)	(X))
Poivrons	1. Laver 2. Parer 3. Découper		X	X	X)
Piments	1. Laver 2. Parer			X	X	(X)	(X))
Haricots verts	1. Laver 2. Parer 3. Couper	X	X	X	X)
Carottes	1. Parer 2. Laver 3. Eplucher et laver 4. Découper	X	X	X	X)
Oignons	1. Parer 2. Eplucher 3. Laver 4. Découper		X	X	X	(X)	(X))
Navets	1. Parer 2. Laver 3. Eplucher et laver 4. Découper	X	X	X	X)
Betteraves rouges	1. Laver 2. Parer	X Avant parage et		X	X)

	3. Cuire	découpage					
	4. Refroidir						
	5. Parer						
	6. Découper						

3.2 Prêtirements

Les prêtirements numéris dans le tableau 11 pour chaque légume ont été étudiés au chapitre 2. Il convient cependant de préciser trois points:

a) les variétés amères de manioc contiennent une substance toxique, l'acide cyanhydrique, qu'il convient d'éliminer par rouissage: on immerge, à cet effet, les racines dans de l'eau stagnante ou courante pendant deux à trois jours;

b) en ce qui concerne le blanchiment des légumes avant séchage, le tableau 12 indique les procédés de blanchiment à l'eau bouillante ou à la vapeur, les additifs éventuellement utilisés ainsi que les temps de traitement nécessaires;

c) dans le cas du gombo, il est nécessaire, au cours du refroidissement dans un bain, de bien éliminer les mucosités au cours du blanchiment.

Tableau 12. Blanchiment des légumes avant séchage

Légumes	Blanchiment à l'eau bouillante			Blanchiment ou cuisson à la vapeur
	Temps (mn)	Concentration en bicarbonate de sodium (g/l)	Concentration en sel (g/l)	Temps (mn)
Patates douces	5			8

Ignames	6 à 8 (à 60°C)			
Pois et haricots				10
Choux	3	10		5
Epinards et autres feuilles	3		30	
Gombos	6	10		
Haricots verts	4 à 6	10		
Carottes	4 à 6			
Navets	4 à 6			
Betteraves rouges				30 à 45

3.3 Séchage

3.3.1 Principe et description

Du fait de la diminution de la teneur en eau dans les tissus cellulaires des végétaux, les réactions de dégradations biochimiques et microbiennes sont inhibées car elles ne peuvent avoir lieu qu'à partir d'un certain seuil d'activité de l'eau. Pour que cette inhibition soit durable et totale, le séchage devra être suffisamment poussé tandis que le stockage devra empêcher toute réhumidification du produit.

Méthodes de séchage

L'une des façons de procéder à l'élimination de l'eau du produit consiste à provoquer son évaporation grâce à un apport de chaleur qui peut être réalisé :

- **par rayonnement: les rayons, solaires dans le cas qui nous préoccupe, provoquent un réchauffement direct du produit;**
- **par convection: de l'air entourant le produit se trouve ♦ une température plus élevée que le produit;**
- **par conduction: le produit est réchauffé par un contact direct avec une surface chaude.**

Types de séchoirs

Traditionnellement, dans les pays chauds, le séchage est réalisé par exposition directe au soleil des produits étalés sur le sol; il s'agit d'un séchage par rayonnement et convection, très économique, mais présentant cependant des inconvénients considérables quant à la qualité nutritionnelle et hygiénique des produits séchés:

- **dégradation des vitamines;**
- **dépigmentation des légumes;**
- **brunissement;**
- **contamination par la poussière ambiante;**
- **contamination due aux insectes, aux rongeurs, etc.**

Il convient donc de préférer, autant que possible, d'autres méthodes améliorées permettant d'éviter au moins certains de ces aspects négatifs.

Différents types de séchoirs améliorés existent, qui peuvent être répartis en trois catégories:

a) Séchoirs naturels améliorés. L'énergie solaire est directement utilisée pour chauffer l'air ambiant, sans qu'il existe de système de captage et de concentration

de cette énergie. Les produits sont placés soit au soleil (séchage par convection et rayonnement), soit à l'ombre (séchage par convection uniquement), mais dans tous les cas ils sont surélevés par rapport au sol de façon à faciliter la ventilation naturelle.

b) **Séchoirs solaires.** L'énergie solaire est captée à l'aide de dispositifs particuliers, appelés capteurs, qui permettent d'obtenir de l'air plus chaud que dans le cas précédent. Les produits sont placés dans une chambre de séchage alimentée par cet air chauffé, et peuvent être soit exposés eux-mêmes au soleil (séchage par convection et rayonnement), soit disposés à l'ombre (séchage par convection).

c) **Séchoirs à combustion.** L'énergie produite par la combustion du bois, de déchets organiques, de gaz, fuel, etc. est utilisée pour provoquer soit un réchauffement de l'air qui entre en contact avec le produit, soit une élévation de température du produit disposé sur une surface chaude (séchage par conduction).

Comparaison des trois types de séchoir

Chacun de ces types présente des avantages et des inconvénients, répertoriés au tableau 13, qu'il convient de connaître. Cependant, le choix d'un type de séchoir doit nécessairement s'accompagner d'une maîtrise réelle de la technique pour obtenir une bonne qualité du produit séché: séchage uniforme, séchage jusqu'à une teneur en eau suffisamment faible, séchage réalisé de façon à respecter les contraintes biologiques et biochimiques des produits.

Tableau 13. Comparaison des trois types de séchoir

	Avantages	Inconvénients
Séchoirs	Grande capacité de séchage	Contamination par la poussière, les insectes, etc.

<p><u>naturels améliorés</u></p>	<p>si beaucoup de surface disponible</p> <p>Coût de construction très faible</p> <p>Coût de fonctionnement nul (main-d'oeuvre exceptée)</p>	<p>Exigences climatiques (climat chaud et région ventée)</p>
<p>Produit placé à l'ombre</p>	<p>Qualité nutritionnelle du produit conservée</p>	<p> Nécessite une bonne ventilation naturelle pour éviter des temps de séchage trop longs et les dégradations qui en découleraient</p>
<p>Produit exposé au soleil</p>	<p>Séchage rapide si bonne ventilation naturelle associée</p> <p>Polyvalence</p>	<p>Pertes nutritionnelles (dégradation vitaminique et pigmentaire, brunissement)</p>
<p><u>Séchoirs solaires</u></p>	<p>Aucune contamination (poussières, insectes, rongeurs)</p> <p>Protection en cas de pluie subite</p> <p>Effet de serre des capteurs, qui augmentent la température de l'air</p> <p>Coût de fonctionnement nul (main-d'oeuvre exceptée)</p>	<p> Nécessite un système de ventilation ou de circulation d'air efficace</p> <p>Capacité souvent faible</p> <p>Dépendance climatique (moindre, cependant, que dans le cas des séchoirs naturels)</p>

Système direct	Séchage rapide	Risque de températures trop élevées si mauvaise surveillance, d'où un produit brûlé Pertes nutritionnelles
Système indirect	Aucune perte nutritionnelle Polyvalence	Plus lent que le système direct Nécessité d'effectuer une rotation des plateaux pour assurer l'homogénéité du séchage
<u>Séchoirs combustibles</u>	Aucune contamination (poussière, insectes, rongeurs) Pas d'exigences climatiques Possibilité de capacités très variable et adaptable	Nécessité d'approvisionnement en combustible, d'où un coût de fonctionnement qui peut être élevé
Convection	Polyvalence Bon respect des qualités nutritionnelles	Système de ventilation obligatoire
Conduction	Très rapide	Modifie considérablement le produit (grillage, cuisson) Néfastes pour les qualités nutritionnelles Utilisable seulement pour les produits peu fragiles Agitation obligatoire

3.3.2 Matériel

Différents séchoirs sont décrits dans les paragraphes suivants, tandis que leurs caractéristiques sont indiquées aux tableaux 14 (séchoirs naturels améliorés et séchoirs solaires) et 16 (séchoirs combustible).

Séchoirs naturels améliorés

a) Séchoir crib abrité (figure 25)

Un cadre de bois, portant un double treillis métallique ou un filet, est disposé perpendiculairement à la direction des vents dominants et abrité des intempéries par un toit. Le produit est placé entre les deux treillis et forme une couche d'une épaisseur d'environ 15 cm.

Le chargement d'un tel séchoir est malaisé; par contre, un système peut être mis au point pour faciliter le déchargement (voir la figure 26).

Un volet métallique ou en bois, horizontal, retient le produit à la base du séchoir pendant le séchage et coulisse par l'intermédiaire d'un rail pour libérer le produit sec qui s'écoule sur un plan incliné lors du déchargement.

b) Séchoir claies sur rails (figure 27)

Les produits sont étalés sur des plateaux superposés, dont le fond est constitué d'un treillis métallique ou d'un filet; ces plateaux peuvent coulisser sur des rails de façon à pouvoir être mis sous abri en cas de pluie. La surélévation des plateaux par rapport au sol facilite les manutentions et assure une bonne circulation de l'air.

Séchoirs solaires

a) Séchoir case: système direct (figure 28)

Le produit, disposé sur une épaisseur maximale de 10 cm, est étalé sur un treillis métallique ou un filet situé à l'intérieur d'une cage de bois ouverte aux deux extrémités pour laisser passer l'air et recouverte d'un matériau transparent (verre, acétate de cellulose) permettant le passage du rayonnement solaire.

L'inclinaison du séchoir permet une meilleure orientation par rapport au soleil et augmente l'efficacité de l'appareil; elle ne doit cependant pas dépasser 30° pour éviter que le produit s'accumule dans la partie basse malgré la présence de plots de retenue.

b) Séchoir armoire: système indirect (figure 29)

L'air ambiant circule dans un capteur solaire plan où il est réchauffé avant de pénétrer dans une enceinte isolée thermiquement où les produits se sécher, disposés sur des claies superposées, sont progressivement séchés par l'air chaud qui les traverse.

Le capteur plan (figure 30) est constitué de plusieurs traverses formées d'un vitrage, d'un absorbeur (tôle métallique plissée), d'une couche de béton et d'un remblai de sable sec servant d'isolant.

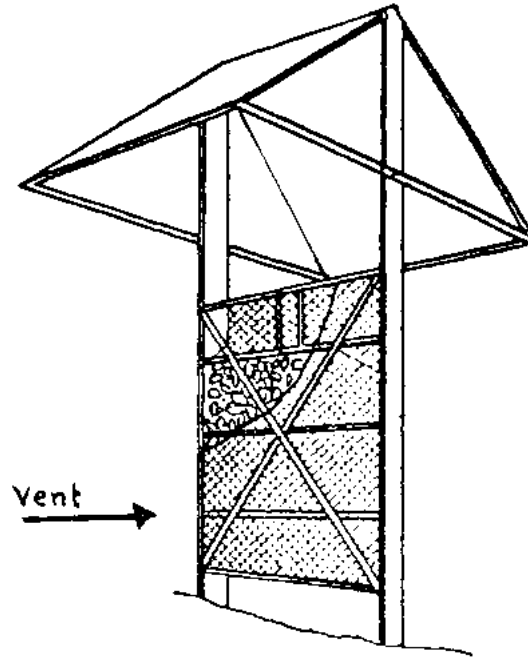


Figure 25. Séchoir ♦ crib abrité

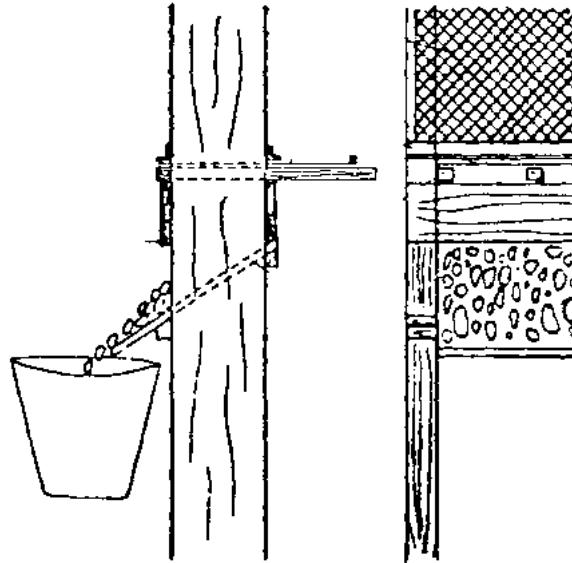


Figure 26. Système de déchargement du crib

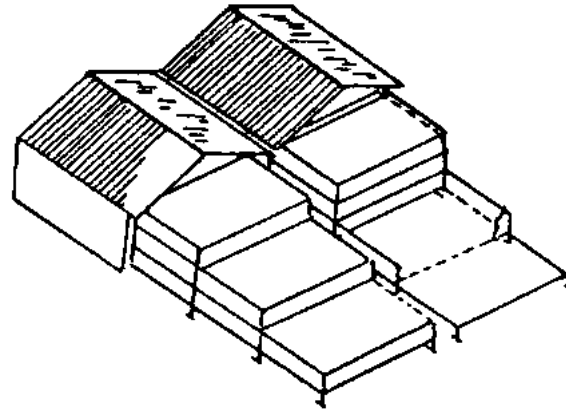


Figure 27. S ◊ choirs ◊ claires superpos ◊ es coulissant sur rails

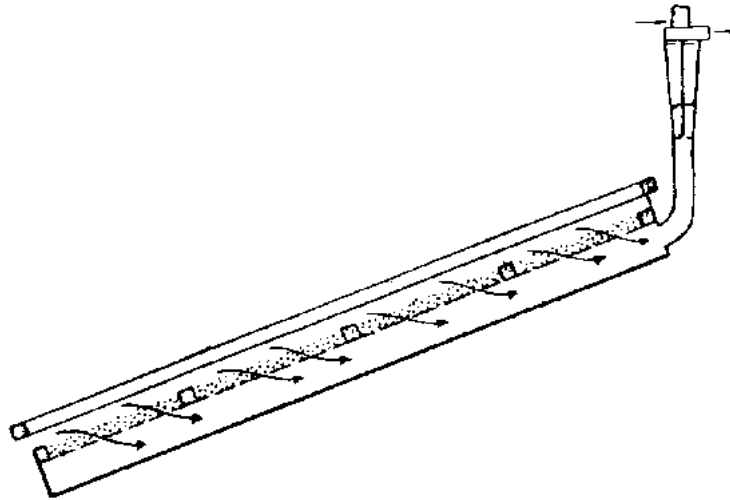
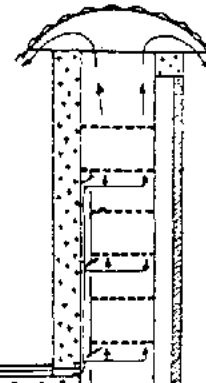


Figure 28. Schoor case



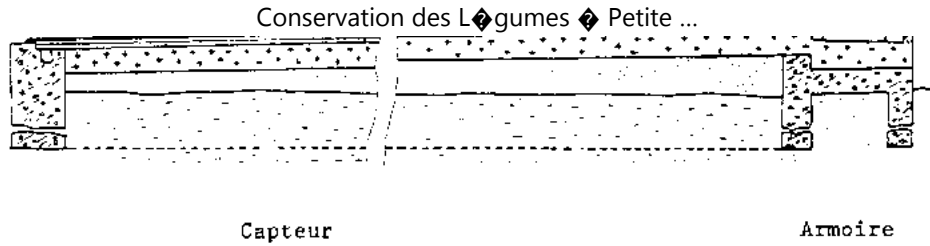


Figure 29. S ◊ choir indirect: armoïre ◊ capteur plan (coupe longitudinale)

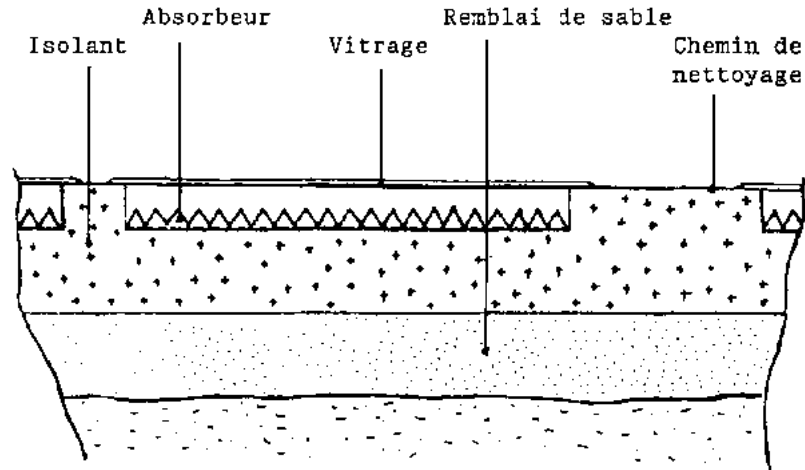


Figure 30. Séchoir indirect: coupe transversale d'une travée de capteur

(Source: Avert, C., 1981)

Tableau 14. Caractéristiques des séchoirs naturels améliorés et solaires

Séchoir	Types de produits pouvant être séchés	Exigences de climat et de localisation	Matériaux de construction	Dimensions	Capacité de remplissage	Exemple de temps de séchage pour un produit	Capacité globale (séchage en)
Séchoir ♦ crib (figures 25 et 26)	Produits peu sensibles ♦ l'♦crasement: - tubercules - racines tub♦reuses - racines	Humidit♦ relative inf♦rieure ♦ 60%; vitesse du vent sup♦rieure ♦ 4 m/s	Bois Treillis m♦allique ou filet Profils m♦alliques	Haut. 2,0 m Larg. 1,5 m Larg. des poteaux: 2,6 m	600 kg/m ³ , soit 300 kg environ (♦paisseur 15 cm)	Manioc: 3 jours, si: temp♦rat. = 30°C humidit♦ = 60% vitesse du vent = 4 m/s	Manioc: 3 jours
Séchoir ♦ claies sur rails (figure 27)	Tous produits en ♦paisseur variable	Saison s♦che correspondant aux p♦riodes de r♦colte R♦gions	T♦le ondul♦e pour le toit Bois Treillis ou	Claies de 2 m ² environ (5 claies par module)	20 ♦ 50 kg/m ² (graines sur couche de 30	L♦gumes: 1 ♦ 3 jours 2	Grais: 20 ♦ kg

		♦ quatoriales de pr♦♦f♦♦rence	filet		cm), soit 200 ♦ 300 kg ou moins de 6 kg/m (l♦♦gumes), soit <u>60 kg</u>		
S♦♦choir case, syst♦♦me direct (figure 28)	Graines	Pr♦♦f♦♦rence aux climats ensoleill♦♦s l♦♦g♦♦rement vent♦♦s	Ac♦♦tate de cellulose Bois Treillis ou filet ou plaque perfor♦♦e peinte en noir Ventilateur (0,25 m ³ /mn)	0,61 × 1,22 m	13 ♦ 30 kg/m ² (couche de 2,5-5 cm d'♦♦paisseur), soit <u>9-20 kg</u>	Graines: 23 kg en neuf heures	30 ♦ kg
S♦♦choir armoire,	Tous produits		T♦♦le aluminium			250 kg en deux	125

systeme indirect (figures 29 et 30)			plissée Vitrage Béton Bois et treillis pour claie			jours	
Séchoir armoire ♦ ventilation ♦ olienne (figure 31)	Tous produits		Film plastique transparent Planche ou plaque peinte en noir Bois et treillis pour claie Autogire	1,22 × 0,83 × 3,25 m Plateaux de 0,5 × 1 m	10 plateaux sur 5 ♦ tages: $\frac{5-15 \text{ kg/m}^2}{}$	Quelques heures	100 200

c) Séchoir armoire ♦ ventilation ♦ olienne (figure 31)

Dans ce système mixte, l'air est chauffé par des capteurs plans extérieurs tels que décrits précédemment, par passage dans une enceinte de séchage solaire comportant des parois vitrées sur trois de ses côtés, la paroi exposée au nord, faite de matériau isolant, étant peinte en noir.

La ventilation est assurée par un ventilateur autogire placé à l'extrémité d'une cheminée et fonctionnant sous l'action ascendante de l'air.

Ce système permet un séchage plus rapide mais présente les inconvénients du séchage direct (voir le tableau 13).

Séchoirs combustibles

1. Séchoirs convection

Ces séchoirs peuvent être classés de la façon suivante en fonction du type de disposition du produit et du mode d'agitation (tableau 15).

Tableau 15. Classification des séchoirs convection fonctionnant avec des combustibles

Produit immobile	Grande épaisseur de produit (une seule couche) 10-30 cm	Ventilation de haut en bas	Touraille
	Faible épaisseur (plusieurs couches)		
	1-5 cm	Ventilation tangentielle	Armoire
	5-10 cm	Ventilation transversale	Armoire
Produit mobile		Ventilation horizontale contre-courant	Tambour

a) Touraille

Ce système, très simple, consiste à insuffler de l'air chaud à travers une masse de produit disposée sur une grande épaisseur (figure 32).

L'importance de la couche nécessite un système de ventilation puissant; un dispositif de recyclage peut être mis en place pour éviter des pertes de chaleur exagérées. Une agitation périodique des produits est également nécessaire pour assurer l'homogénéité.

du séchage.

L'avantage de ce système réside dans le fait qu'il peut s'adapter ♦ des capacités très variables (figure 33), qu'il peut être construit de façon artisanale avec des matériaux locaux et qu'il peut utiliser des combustibles locaux (figures 34 et 35).

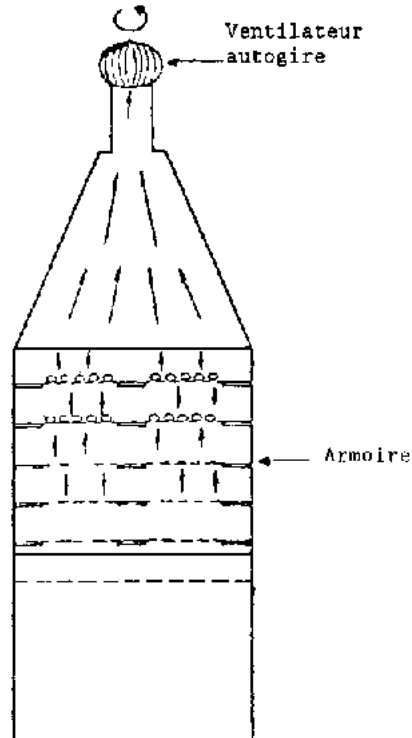


Figure 31. S♦choir mixte ♦ ventilation ♦ olienne - a) Vue de face

(Source: Brace Research Institute, 1975)

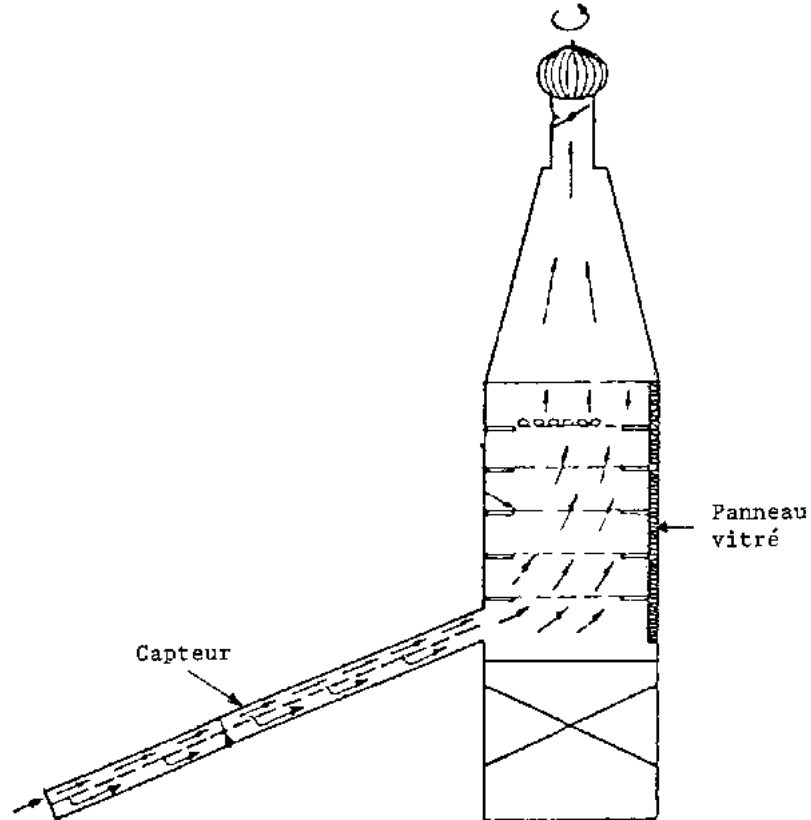


Figure 31. S^ochoir mixte ♦ ventilation ♦ olienne - b) Vue lat^orale

(Source: Brace Research Institute, 1975)



Figure 32. Tourailles mont^oes en s^orie

(Source: Kneule, 1959)

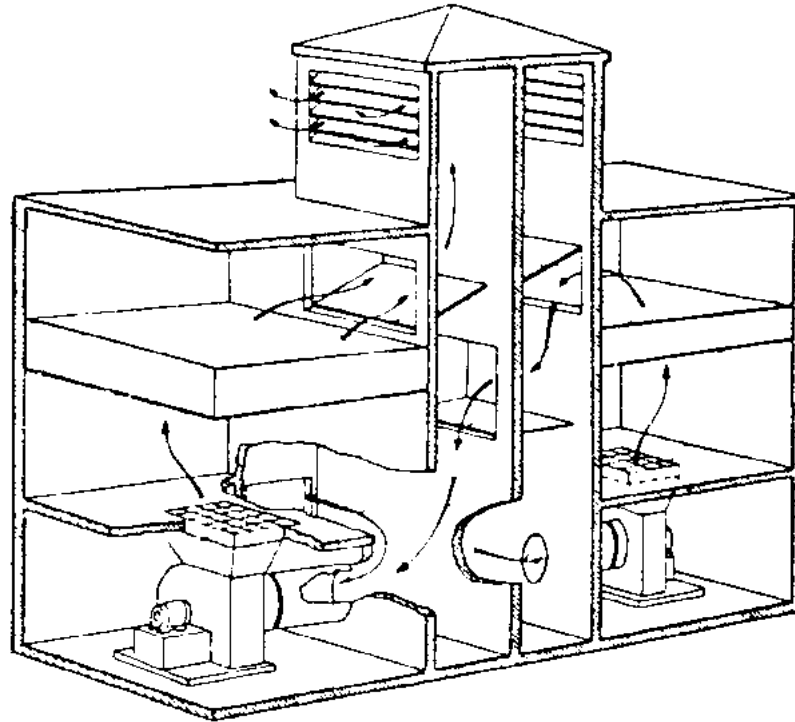


Figure 33. Hydrotouraille ♦ recyclage d'air chaud

(Source: Kneule, 1961)

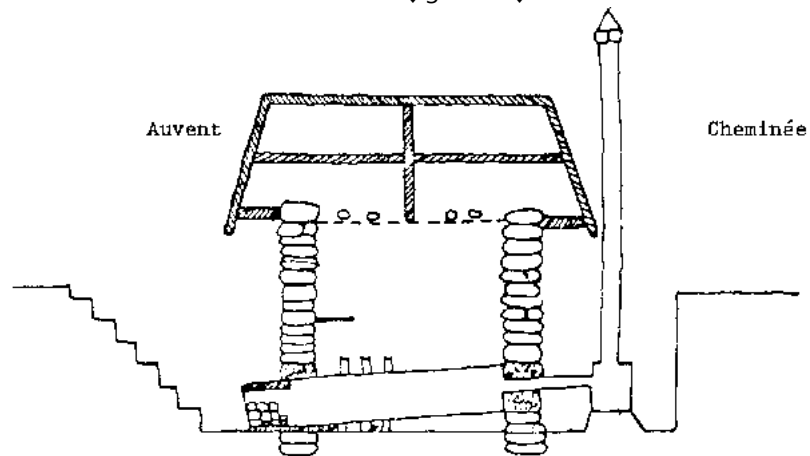


Figure 34. Schoir touraille type IRAT

(Source: Gret, fiche T 301)

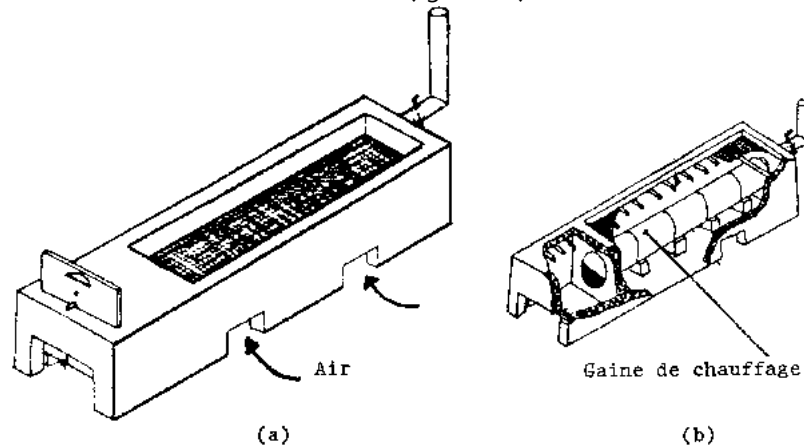


Figure 35. Séchoir touraille ERLS

(Source: Gret, fiche T 359)

b) Armoire ou étuve (figures 36 et 37)

Les produits sont étalés en faible épaisseur sur des plateaux ou des claies (généralement de 0,5-1 m² de surface) disposés dans une enceinte où circule de l'air chaud. L'enceinte est appelée "armoire" si elle est petite, et "étuve" lorsqu'une personne peut y pénétrer pour décharger les claies.

Les claies sont constituées d'armatures de bois ou de métal et d'un fond en treillis, filet ou tôle perforée, cette dernière présentant cependant des risques de surchauffe du produit.

L'air chaud, pulsé par des ventilateurs, peut soit loucher le produit (figure 36 a), soit le traverser (figures 36 b et c); dans ce dernier cas, la capacité de séchage de l'appareil est beaucoup plus importante.

Le système utilisant une ventilation ascendante assure un meilleur séchage des claies inférieures: en effet, à leur contact, l'air chaud se charge d'humidité et sa capacité d'évaporation est moindre pour les claies supérieures. Il est donc nécessaire d'effectuer une rotation des claies vers le milieu du séchage.

L'intérêt de ce type de séchoir tient à sa polyvalence et à sa capacité extrêmement variable selon le nombre de claies et leurs dimensions.

Il peut également être construit avec des matériaux locaux (figure 37): tôle, béton, bois, fûts de récupération de 20 à 200 litres, grillage grossier ou plus fin.

c) Tambour (figure 38)

Un tel séchoir est constitué d'un cylindre rotatif entraîné par un moteur et muni d'ailettes intérieures. Une alimentation en air chaud assure le séchage des légumes, le contact entre l'air et le produit étant réalisé grâce à l'agitation continue de celui-ci sous l'action de la rotation du cylindre.

Ce système assure un séchage très rapide du fait de l'agitation ininterrompue du produit à sécher; il présente néanmoins l'inconvénient de briser le produit au cours du séchage.

2. Séchoirs à conduction

Le produit est en contact direct avec une surface chaude qui peut être un cylindre ou un demi-cylindre métallique (séchoir type auge) (figure 39), ou encore une surface plane

m^lallique (s^lchoir type air).

L'agitation du produit, indispensable pour ♦viter sa surchauffe, est r^lalis^le soit par la rotation du s^lchoir dans le cas d'un cylindre, soit par la rotation d'un axe int^lrieur muni de palettes raclant la surface int^lrieure du cylindre ou de l'auge.

En ce qui concerne les aires de s^lchage, l'agitation est produite soit manuellement, soit m^lcaniquement ♦ l'aide de r^lteaux dispos^ls sur un axe rotatif.

Dans tous les types de s^lchoirs ♦ conduction, on effectue le chauffage de la surface de contact soit directement ♦ feu nu, soit indirectement par de la vapeur.

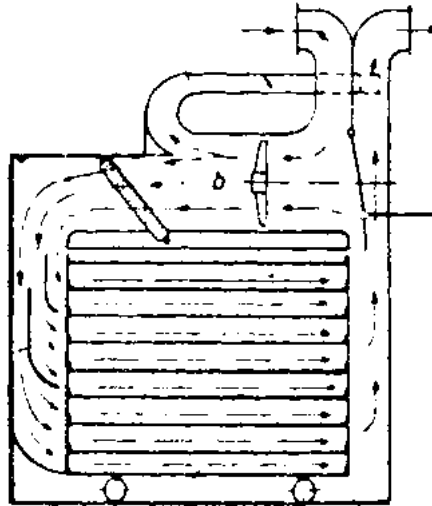


Figure 36. Modes de circulation de l'air dans une ♦tue - a) circulation tangentielle

(Source: Kneule, 1964)

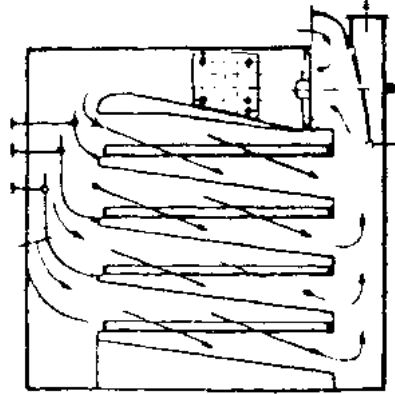


Figure 36. Modes de circulation de l'air dans une ♦ tuve - b) circulation tangentielle descendante

(Source: Kneule, 1964)

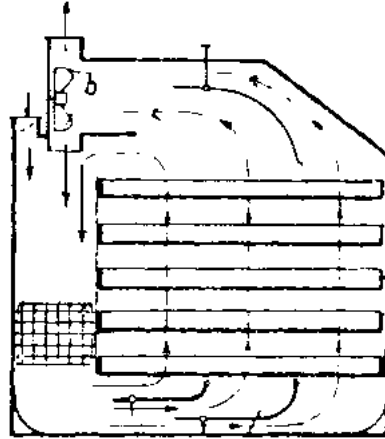


Figure 36. Modes de circulation de l'air dans une ♦ tuve - c) circulation transversale ascendante

(Source: Kneule, 1964)

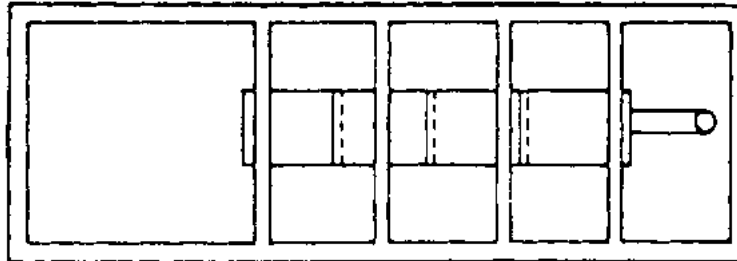


Figure 37. S♦ choir type ♦ tuve de Tonga - Vue de dessus

(Source: B.E. Greenwood, 1976)

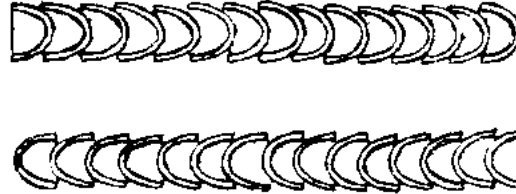


Figure 37. S◊choir type ◊tuve de Tonga - Exemple de combustible: coques de noix de coco

(Source: B.E. Greenwood, 1976)

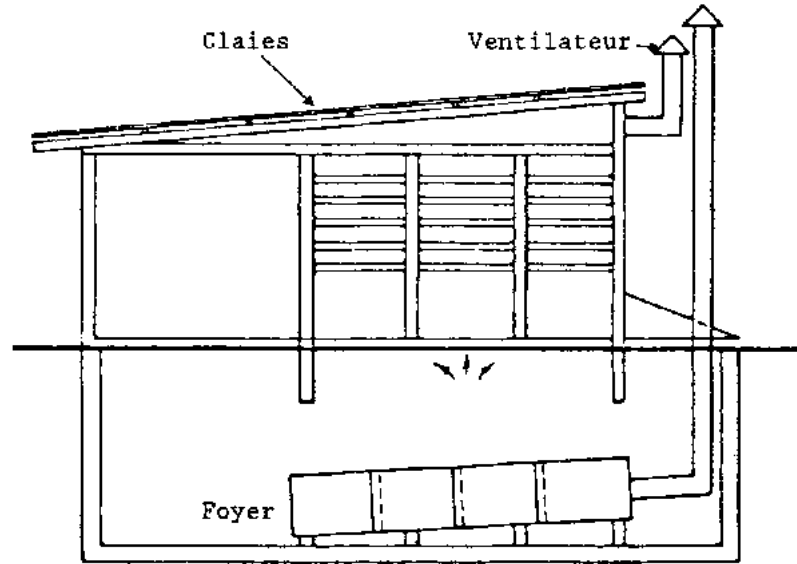


Figure 37. S \diamond choir type \diamond tuve de Tonga - Vue de profil

(Source: B.E. Grenwood, 1976)

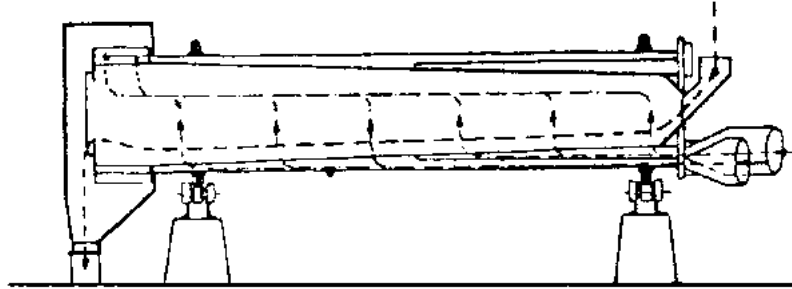


Figure 38. S^o choir tambour - Coupe longitudinale

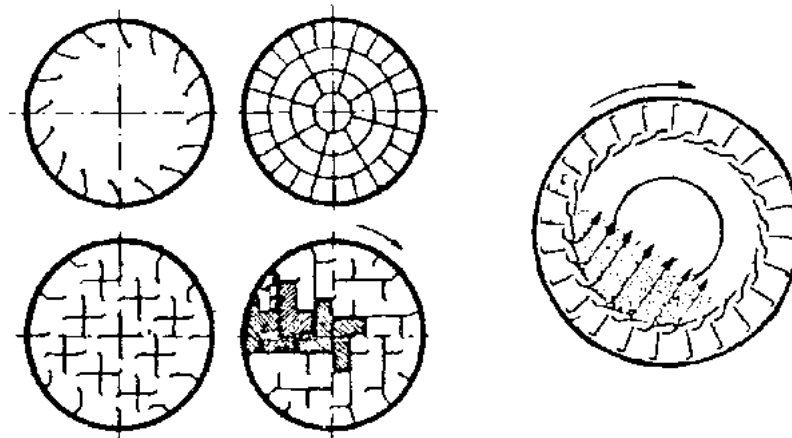


Figure 38. S^o choir tambour - Coupes transversales montrant diff^érentes dispositions des ailettes int^érieures

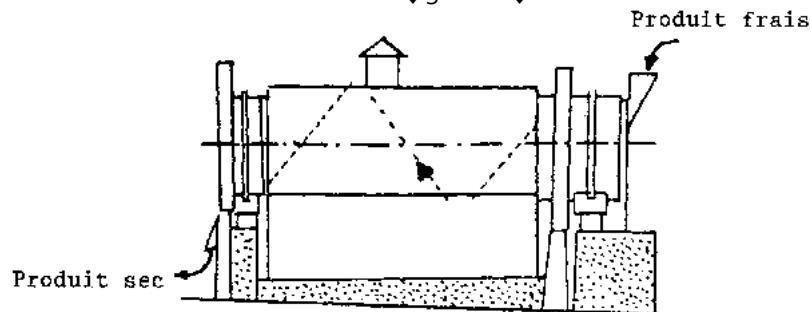


Figure 39. S ◊ choir cylindre ◊ conduction

Tableau 16. Caract ◊ ristiques des s ◊ choirs utilisant un combustible

	Tonnages possibles par 24 heures (kg de produits frais)	Principe de fonctionnement	Capacit ◊ d' ◊ vaporation (kg d'eau ◊ vapor ◊ e/m²/h)	Capacit ◊ de s ◊ chage (kg de produits frais/m²/h)	Vitesse de l'air chaud (m/s)	Utilisation d' ◊ nergie autre que pour la production de chaleur
Touraille et claie	1 m ² (◊ paisseur 10-30 cm) 100-500 kg	Grande ◊ paisseur de produit s ◊ ch ◊ par air chaud de bas en haut. Un seul ◊ tage	3-10	3-10		Ventilation
Armoire	20 claies	Petites ◊ paisseurs	0,1-1	0,1-1,5	1-10	Ventilation

(ventilation horizontale)	de 75 × 75 cm (soit 10 m ² environ)	de produit disposé sur claies. L'air chaud lèche la surface.				
Armoire (ventilation verticale)	20-3000-3.000 kg	Plusieurs étages. Idem. L'air chaud traverse le produit	1-10	1,5-15	0,6-1	Ventilation
Tambour (convection)	(1 m ³) 120-1.200 kg	Produit en mouvement dans le cylindre rotatif. Circuit d'air chaud ♦ l'intérieur du cylindre. Agitation continue	5-30 (par m ³)	5-50	0,3-3	Ventilation et rotation du tambour (2 tours/mn)
Auge ou aire de séchage (conduction)	(Surface de contact 1 m ²) 20-100 kg	Produit en contact direct avec la surface chaude. Agitation continue	0,5-15	0,5-1,5		Agitation mécanique par rotation

	Consommation de vapeur pour la production de chaleur (kg vap/kg d'eau vaporé)	Consommation énergétique annexe (kWh/kg d'eau vaporé)	Types de produits utilisables	Remarques	Exemple de construction artisanale fonctionnant suivant le même principe, mais n'ayant pas obligatoirement les mêmes caractéristiques
Touraille et			Produits non	Nécessite	Séchoir IRAT: (CIRAD. BP

claire			collants, insensibles ♦ l'écrasement	d'agitation manuelle de la couche	5035, 34032 Montpellier Cedex/France) 6 m ² de plate-forme de séchage. Combustible: bois ou bourres de coques (dimension totale approximative = 3 × 3 × 3 m) Séchoir ERLS: (Institute for Agricultural Research, Ahmadu Bello University/Samaru/Nigeria) 7,5 m ² de plate-forme de séchage Combustible: bois sec ou fuel (dimension totale avec abri = 4,6 × 9,15 × 2,15m)
Armoire (ventilation horizontale)	2-3	0,5-5	Polyvalent	Risque de surchauffe en surface. Fin de séchage longue	
Armoire (ventilation verticale)	1,2-1,5	0,3-0,6	Polyvalent	Nécessité d'effectuer la rotation des claies si l'air circule	Séchoir Tonga: 3 × 15 claies de 0,90 × 1,80 m, combustible: bois sec, déchets... (dimension totale = 6,2 × 2,1 × 2 m)

				de bas en haut	
Tambour (convection)	0,9-2	0,7-10	Produits non collants en morceaux ou en poudre	Réduction des produits en miettes ou en poudre	
Auge ou aire de séchage (conduction)	0,8-2,5		Produits pouvant subir grillage ou cuisson, peu sensibles ♦ l'♦miettage	Possibilit♦ d'agitation manuelle du produit	

Compte tenu des difficultés de réglage de la température et des possibilités de grillage si l'agitation est insuffisante ou si le produit adhère à la surface, ce type de séchage, simple dans son principe, est cependant délicat à réaliser si l'on veut garder au produit toutes ses qualités organoleptiques et nutritionnelles.

3.3.3 Cas particuliers

Certains légumes ne peuvent être séchés indifféremment avec tous les appareils précités en raison de leur teneur en eau initiale ou de leur trop grande fragilité. Les méthodes de séchage possibles, les quantités à traiter dans un même lot, les températures et les temps de séchage applicables sont précisés dans le tableau 17.

Tableau 17. Modes de séchage des légumes

Légumes	Taux de séchage = poids de matière/poids de produit sec	Séchoir utilisant l'énergie solaire		Séchoirs utilisant des combustibles		
		Exposition directe	Sans exposition directe	Par convection		Par conduction
				Touraille ou tambour	Armoire ou tuyau	
Patates douces Ignames	4	X	X	X	X Moins de 71°C	
Manioc		X	X	Cossette	Cossette	Broyat
Pois et haricots	2-5	X	X	X	X Entre 45 et 60°C	
Choux	18		X		X 5 kg/m ² entre 40 et 60°C	
Poireaux	10-12	X	X		X	
Epinards	14		X		X	
Tomates	16	X	Attention aux moisissures		X 7 kg/m ² : ventilation tangentielle 15 kg/m ² : ventilation	

					transversale entre 60 et 80°C	
Gombos	10-12		X 5,5 kg/m ²		X Moins de 60°C	
Poivrons, piments	11-14		X		X Entre 40 et 70°C	
Haricots verts	7-10		X		X Entre 45 et 60°C	
Carottes	12	X 5,5 kg/m ²	X		X 10-15 kg/m ² entre 85 et 90°C puis 45°C	
Oignons	9	X	X		X 5 kg/m ² : ventilation tangentielle 30 kg/m ² : ventilation transversale entre 50 et 75°C	
Navets		X	X	X	X	
Betteraves rouges	12	X	X		X Entre 50 et 65°C	

3.4 Post-traitements

Après séchage, le produit doit subir quelques opérations destinées à le rendre commercialisable et acceptable par la population. Certaines de ces opérations sont facultatives (broyage), d'autres obligatoires (triage, tamisage, conditionnement).

3.4.1 Triage

Principe et description

Après le séchage, le triage a pour but d'éliminer les éléments partiellement brûlés; il est surtout nécessaire après séchage au soleil ou sur une surface chaude. Il est effectué manuellement.

Matériel

Voir le chapitre 2, section 2.5.

3.4.2 Broyage

Principe et description

Ce traitement facultatif est appliqué aux produits destinés à être commercialisés sous forme de poudre. La nature des produits concernés dépend essentiellement des habitudes alimentaires locales, tous les légumes pouvant être broyés à condition d'être suffisamment secs (teneur en humidité de l'ordre de 5 pour cent).

Le broyage peut être accompli manuellement ou mécaniquement.

Matériel

- pilon et mortier (manuellement);

- broyeur ♦ marteaux;

- broyeur ♦ cylindres: deux cylindres lisses, tournant en sens inverse et ♦ des vitesses différentes, conduisent ♦ l'♦crasement des produits introduits dans leur zone de contact. Si l'♦cartement des cylindres est réglable, on peut modifier la taille des granules obtenus;

- broyeur ♦ meules (figure 40) utilis♦ pour broyer entre deux pierres, dont l'une est mobile, des produits particulièrement durs ♦ les graines de légumineuses.

3.4.3 Tamisage

Principe et description

Il s'effectue sur des produits broy♦s ou non broy♦s de façon ♦ ♦liminer les particules plus fines (cas des produits non broy♦s) ou plus grosses (produits broy♦s). Dans ce dernier cas, les particules plus grosses sont achemin♦es vers un broyage suppl♦mentaire.

Mat♦riel

On utilise des tamis d'ouverture de maille variable suivant les produits, constitu♦s de fils m♦talliques ou de fibres naturelles ou synth♦tiques. Ces tamis doivent ♦tre constamment anim♦s d'un mouvement de va-et-vient obtenu soit manuellement (dans le cas de tamis de petite taille), soit m♦caniquement (pour des tamisages de plus grande capacit♦).

3.4.4 Emballage - conditionnement - stockage

Ces questions sont trait♦es plus sp♦cifiquement au chapitre 8; il est toutefois n♦cessaire de pr♦ciser que les r♦cipients destin♦s ♦ recevoir des produits s♦ch♦s doivent satisfaire

♦ quelques conditions bien particulières:

- **résistance au choc (sauf pour les matériaux destinés à contenir des produits en poudre);**
- **fermeture efficace contre l'écoulement du produit;**
- **protection contre la rehydratation;**
- **si possible, opacité.**

On peut donc utiliser les matériaux suivants:

- **sacs de coton ou de jute pour conserver des produits non fragiles dans un environnement sec;**
- **recipients en terre ou en verre (ce dernier matériau est trop cher par rapport à son contenu);**
- **sachets en plastique.**

Dans certains cas, pour éviter l'humidification des produits, on les conserve dans l'huile (piments, tomates, etc.). Le stockage doit si possible être effectué en un lieu ombragé et sec.

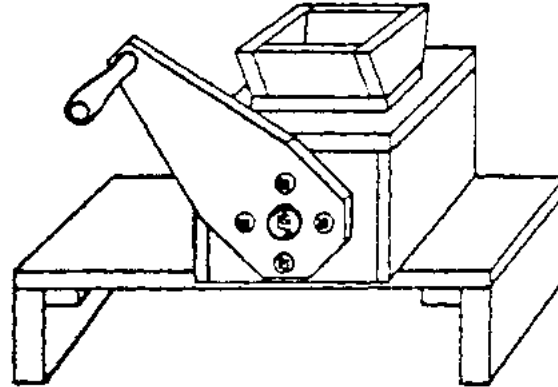


Figure 40. Broyeur ◊ meules - Vue g ◊ n ◊ rale

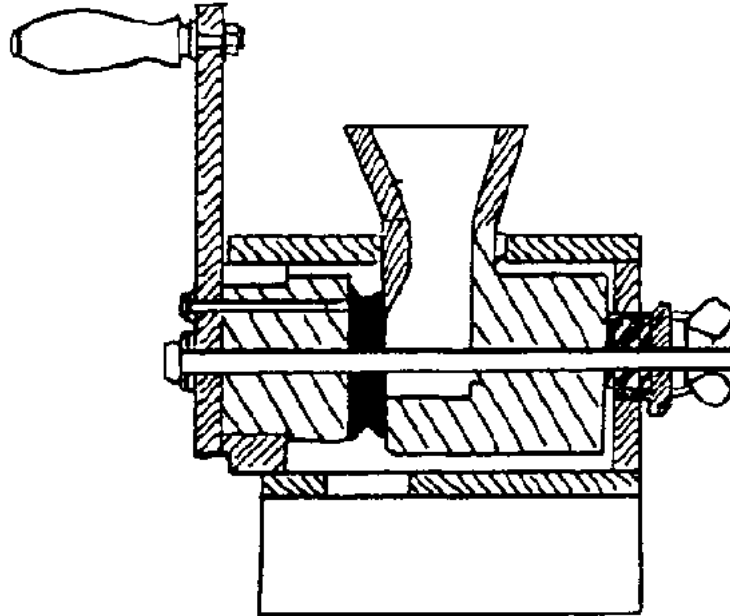


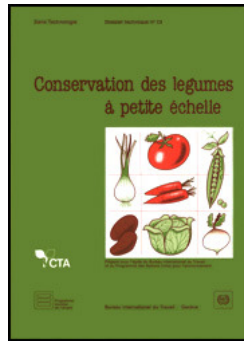
Figure 40. Broyeur ♦ meules - Coupe verticale



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)

 **Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)**

 **CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL**



- 4.1 Procédés généraux et échelles de production
- 4.2 Prétraitements
- 4.3 Salage
 - 4.3.1 Principe et description
 - 4.3.2 Matériel
- 4.4 Post-traitements
 - (introduction...)
 - 4.4.1 Conditionnement en petits volumes
 - 4.4.2 Pasteurisation et refroidissement
 - 4.4.3 Stockage
 - 4.4.4 Dessalage dans le cas de conservation en milieu fortement salé

Conservation des Légumes ♦ Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 4 - CONSERVATION PAR LE SEL

4.1 Procédés généraux et échelles de production

La conservation par le sel consiste à modifier le milieu qui environne les légumes: un taux de sel très élevé, conjugué à un traitement préalable à la chaleur (blanchiment), inhibe la croissance des micro-organismes pathogènes et inactive les systèmes enzymatiques responsables de la destruction de la structure des légumes; de cette manière, ceux-ci sont ensuite en état de se conserver pendant de longs mois.

Si la teneur en sel est trop faible, une pasteurisation (traitement par la chaleur à 70 ou 100°C pendant plusieurs minutes), associée à une acidification par addition de vinaigre, s'avère nécessaire pour assurer une conservation à long terme. Par contre, en l'absence

de pasteurisation, il se produit une fermentation qui modifie la texture et le goût du produit. Cette dernière possibilité est envisagée au chapitre 6.

Le salage proprement dit peut se faire soit ♦ sec, soit par immersion des légumes dans une saumure préalablement préparée. Dans les deux cas, les légumes doivent ♦tre auparavant soumis ♦ diverses opérations de préparation. Quant au stockage, il peut avoir lieu en fûts ou en unités de petit volume dans le cas de la pasteurisation.

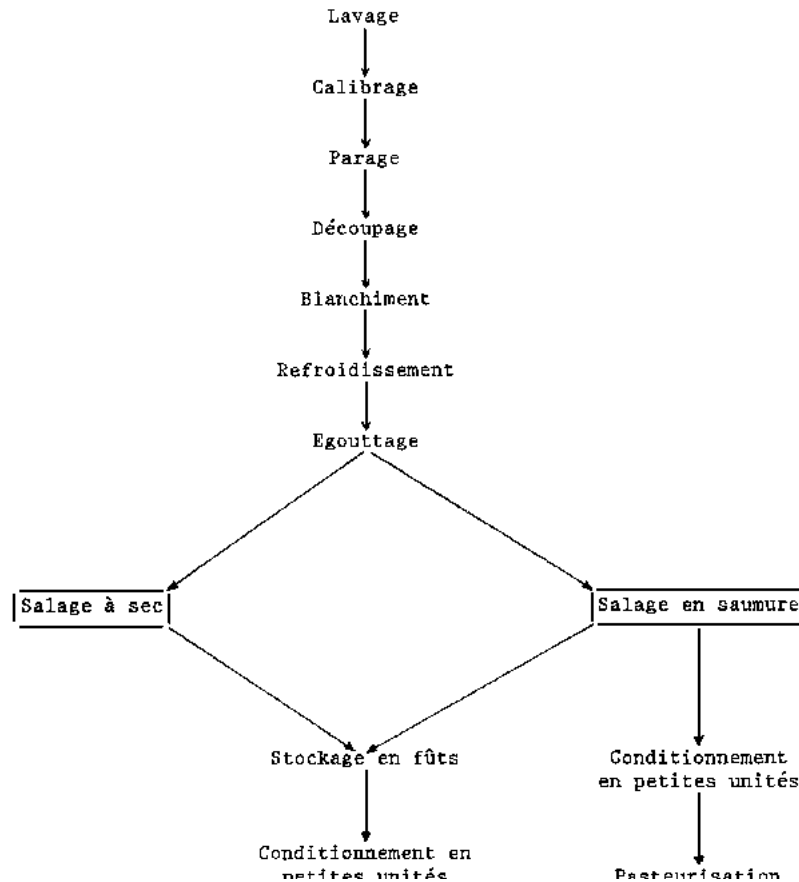
Un schéma général du procédé de conservation par le sel est donné ♦ la figure 41. Tous les traitements et tous les systèmes de conditionnement ne s'appliquent pas ♦ l'ensemble des légumes. Le tableau 18 précise les conditions de traitement de chacun d'eux.

Une mécanisation légère de certaines opérations de conservation par le sel est difficile ♦ mettre au point si l'on veut ♦viter une automatisation trop poussée. Ce procédé de conservation semble donc bien adapté ♦ aux conditions de transformation artisanale entièrement manuelles. Cependant, il importe de prendre quelques précautions avant d'envisager l'implantation d'une unité de production, et notamment de savoir:

- que cette technique est forte consommatrice de sel, bien qu'une grande différence existe entre une saumure forte et une saumure faible. Il est donc nécessaire de pouvoir disposer d'une quantité importante de sel bon marché pour que le prix du produit fini reste accessible. Ce sel doit ♦galement ♦tre très pur pour ♦tre efficace. Il doit contenir au moins 99 pour cent de chlorure de sodium (NaCl). Le sel doit ♦tre pauvre en fer (qui entraîne une décoloration ou un brunissement par réaction avec les tanins), en calcium (qui produit un précipité blanc lors de la pasteurisation) et en sulfate de magnésium et de sodium (qui confère de l'amertume au produit). On peut ♦liminer le fer et le calcium en faisant bouillir la saumure et en filtrant le dépôt qui s'est formé;

- si ce genre de produit est accepté ♦ par la population locale; en effet, le goût du

Le légume est fortement modifié, surtout quand la teneur en sel est importante et requiert un dessalage.



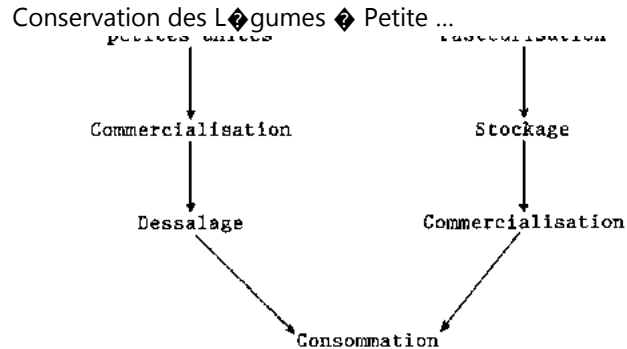


Figure 41. Schéma général de conservation par le sel

Tableau 18. Conservation par salage: étapes successives pour différents légumes

Opérations	Graines	Fruits			Bulbes et racines			Feu
	Pois	Piments	Haricots	Gombos	Oignons	Carottes	Navets	Ch
Lavage	X	X	X	X	X	X	X	
Ecosage ou épluchage	X				X	X	X	
Parage	X	X	X	X	X	X	X	
Calibrage	X	X	X	X	X			
Pesage	X	X	X	X	X	X	X	
Découpage		(X)		X	X	X	X	
Blanchiment Refroidissement Egouttage	X		X	X	X		X	X
Salage (forte)					✓			

Salage (forte concentration)	Sei					^				
	Saumure	X		X			X			
Salage (faible concentration)	Saumure		X		X			X	X	X
Stockage en fots		X		X		X	X			
Conditionnement en petits volumes	immédiatement		X		X			X	X	X
	♦ volont♦, apr♦s stockage	X		X		X	X			
Pasteurisation			X		X			X	X	X

4.2 Pr♦traitements

Les seuls compl♦ments ♦ apporter au chapitre 2 concernent l'♦tape de blanchiment qui s'effectue par une immersion de trois minutes dans l'eau bouillante.

Dans le cas du gombo, il est n♦cessaire de bien laver le fruit pour enlever les mucosit♦s r♦sultant du blanchiment.

4.3 Salage

4.3.1 Principe et description

Comme on l'a vu aux chapitres pr♦c♦dents, le salage peut s'effectuer de plusieurs fa♦ons. Chacun des proc♦d♦s mentionn♦s au tableau 19 conduit ♦ l'obtention de produits finis

sensiblement différents et présente des avantages et des inconvénients dont la comparaison est donnée au tableau 20.

Le choix du procédé doit être fondé sur des considérations locales telles que les disponibilités en sel de qualité, en vinaigre d'une acidité suffisante et en combustible pour la cuisson et la pasteurisation, ainsi que sur les habitudes alimentaires de la population.

Tableau 19. Caractéristiques des procédés de salage

Salage ♦ sec	Salage en saumure forte	Salage en saumure faible
25% de sel sec (par rapport au poids des légumes frais)	40% de sel (en poids) dans la saumure	2 ♦ 5% de sel (en poids) dans la saumure + 3-20% de vinaigre et 0,5-3% de sucre
Deux ♦tapes de fabrication - durée 24 heures	Une seule ♦tape de fabrication	Une ♦tape de fabrication + pasteurisation
Stockage en f♦ts	Stockage en f♦ts	Stockage en petits volumes
Produit final: très sal♦	Produit final: très sal♦	Produit final: peu sal♦, d'acidité faible ♦ forte
Utilisation: produit n♦cessairement dessal♦ - consommation - conservation dans vinaigre	Utilisation: comme dans le salage ♦ sec	Utilisation: consommation sans traitement ult♦rieur

+ pasteurisation

Tableau 20. Comparaison des procédés de salage

	Salage ♦ sec ou en saumure forte	Salage en saumure faible
Avantages	<p>Très facile ♦ mettre en oeuvre</p> <p>Pas d'♦quipements sp♦ciaux</p> <p>Pas de d♦pense ♦nerg♦tique (ni cuisson, ni pasteurisation)</p>	<p>Pas de perte de nutriments, puisque dessalage inutile</p> <p>Utilisation facile pour le consommateur</p> <p>Faible consommation de sel</p>
Inconv♦nients	<p>N♦cessit♦ de dessalage impliquant des pertes de nutriments dans l'eau de dessalage</p> <p>Multiplicit♦ des op♦rations avant consommation (par l'utilisateur)</p> <p>Grande consommation de sel, perdu ensuite par dessalage</p>	<p>Mat♦riel de conditionnement devant ♦tre compatible avec une pasteurisation, donc plus cher</p> <p>Pasteurisation et cuisson du vinaigre, donc d♦pense ♦nerg♦tique</p> <p>Utilisation de vinaigre dont l'acidit♦ doit ♦tre suffisante</p>

Pour assurer une conservation de longue dur♦e, il convient que le salage s'effectue suivant un protocole bien pr♦cis:

a) Salage ♦ sec

- prendre 2 kg de sel de bonne qualit♦ pour 10 kg de l♦gumes;
- au fond du f♦t, ♦taler une couche de sel de 2,5 cm d'♦paisseur, puis une couche

de légumes de la même épaisseur, puis une couche de sel légèrement plus importante que la précédente, etc.;

- verser tout le sel restant sur la dernière couche de légumes;
- étaler deux ou trois couches de tissu;
- placer un couvercle en bois sur lequel on posera des poids;
- attendre 24 heures.

Si la quantité de saumure formée ne recouvre pas la totalité des légumes, compléter en ajoutant un mélange constitué de 200 g de sel par litre d'eau. Des bulles se produisent (remontée de gaz contenu dans les légumes par suite de la compression). Attendre la disparition des bulles et stocker (voir ci-après la section 4.4.3).

b) Salage en saumure forte

- placer les légumes dans un fût propre;
- couvrir de deux ou trois épaisseurs de linge propre;
- placer un couvercle sur lequel on posera des poids;
- préparer une saumure forte (400 g de sel par litre d'eau) et remuer vigoureusement (le sel ne se dissout pas complètement);
- couvrir avec cette saumure jusqu'au couvercle;
- stocker en empêchant la formation d'écume (voir ci-après la section 4.4.3).

c) Salage en saumure faible

Saumure A

- préparer un litre de saumure contenant 950 g d'eau, 30 g de vinaigre et 20 g de sel; faire bouillir ce mélange;
- mettre les légumes en bocaux;
- recouvrir les légumes avec la saumure chaude;
- fermer les bocaux.

Pour assurer une protection totale des légumes ainsi conditionnés, cette méthode doit obligatoirement être suivie d'une pasteurisation réalisée immédiatement après remplissage des bocaux avec la saumure chaude.

Saumure B

On peut également utiliser une saumure constituée de 53 g de sel, 5 à 30 g de sucre et 200 à 300 ml de vinaigre par litre.

4.3.2 Matériel

Il faut disposer:

- de tissu propre (gaze, tamine, mousseline);
- de poids pour maintenir les légumes immergés dans la saumure (briques, pierres, blocs de ciment préalablement enduits de paraffine);

- d'un couvercle en bois (en une seule pièce ou en plusieurs morceaux espacés et réunis par des tasseaux);
- d'un fût de 20 à 200 l en plastique rigide, en bois (assemblé avec des chevilles ou des clous protégés) ou en terre cuite, préalablement lavé à la vapeur ou à l'eau bouillante;
- de paraffine pour "souder" les couvercles, empêcher l'évaporation et protéger les accessoires (poids, clous, etc.);
- d'une marmite de cuisson maillée, en acier inoxydable ou en aluminium;
- de petits récipients pour la pasteurisation.

Le tableau 21 indique les méthodes qui peuvent s'appliquer à chaque légume.

Tableau 21. Choix du procédé de salage selon le type de légume

Légumes	Procédé		
	Salage sec	Salage en saumure forte	Salage en saumure faible
Haricots et pois de Lima	X	X	
Choux			X
Haricots verts	X	X	X
Gombos	X		
Piments			X
Carottes			X
Oignons		X	X

4.4 Post-traitements

Selon les procédés de salage mis en oeuvre, les post-traitements peuvent inclure le conditionnement en petits volumes, la pasteurisation, le stockage ou le dessalage.

4.4.1 Conditionnement en petits volumes

Il s'agit de la répartition des légumes dans des récipients dont la taille permet la commercialisation. Pour les produits conservés en milieu fortement salé, le conditionnement s'effectue après stockage dans des récipients en terre cuite, en verre ou en plastique (sachets thermoscellés). Les produits conservés en milieu faiblement salé doivent subir une pasteurisation immédiatement après le remplissage. Pour réaliser une bonne pasteurisation, il faut utiliser des récipients de faible volume (afin d'assurer une pénétration rapide de la chaleur) résistant aux températures élevées (qui peuvent atteindre 100°C). Le matériel doit avoir les caractéristiques suivantes:

- résistance aux températures élevées et aux chocs mécaniques;
- résistance minimale aux transferts thermiques;
- possibilité de fermeture hermétique;
- pas de réaction physico-chimique avec la saumure.

Seuls le verre et le plastique répondent à ces exigences: le verre sous forme de bocaux munis de joints de caoutchouc ou de flacons capsulés, le plastique sous forme de sachets thermosoudables. Ces deux modes de conditionnement augmentent toutefois sensiblement le prix du produit fini.

4.4.2 Pasteurisation et refroidissement

La pasteurisation est un traitement thermique léger qui s'applique ♦ des produits déjà ♦ partiellement protégés de la contamination microbiologique du fait de leur forte teneur en sel et de leur acidité ♦ élevée. La température de pasteurisation ne dépassant pas 100°C, l'opération peut s'effectuer ♦ l'air libre. La pasteurisation doit être réalisée ♦ immédiatement après la fermeture des récipients remplis de saumure chaude, selon des barèmes différents suivant la composition de la saumure employée:

- avec la saumure A: eau bouillante, 30 mn;
- avec la saumure B: eau ♦ 73°C, 30 mn.

Pour faciliter la pénétration de la chaleur ♦ l'intérieur du produit, il est préférable d'employer des légumes coupés en morceaux, ♦ moins qu'ils ne soient de petite taille (cas des oignons, par exemple).

La pasteurisation est suivie d'un refroidissement progressif pour éviter la surcuisson; un refroidissement brutal risquerait de faire exploser les bocaux en verre. Des marmites ou bacs de stérilisation sont employés ♦ cette fin. Le chauffage de l'eau peut se faire ♦ feu nu ou ♦ la vapeur.

Pour un système comportant une charge d'environ 250 kg de produit, il faut:

- 0,7-1 m³ d'eau;
- 50 kg de vapeur, pour une durée de pasteurisation de 30 mn.

4.4.3 Stockage

Le stockage en fûts des légumes salés ne pose pas de gros problèmes. Cependant, afin d'éviter la formation d'écume ♦ la surface de la saumure, on peut utiliser l'une ou l'autre des méthodes suivantes:

- couvrir la surface avec de la paraffine très chaude;
- placer un couvercle percé d'un trou et finir le remplissage par ce trou, vérifier le niveau ♦ intervalles réguliers et compléter avec une saumure ♦ 25 pour cent (250 g/l);
- recouvrir avec de l'huile (coton ou huile minérale neutre). Il faut toutefois éliminer l'huile par siphonnage avant la consommation;
- laisser cristalliser le sel ♦ la surface, ce qui assure une isolation du produit.

Le hangar de stockage doit être propre et frais, bien que les légumes en saumure forte puissent supporter une température élevée et que les légumes en saumure faible ne craignent plus les contaminations.

4.4.4 Dessalage dans le cas de conservation en milieu fortement salé

Le dessalage s'effectue juste avant la consommation du produit ou avant la mise en bocal dans du vinaigre suivie d'une pasteurisation. Il peut être réalisé:

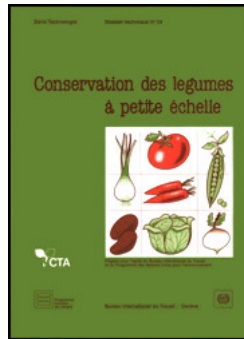
- ♦ chaud: couvrir les légumes d'eau chaude et porter ♦ 45-55°C pendant 10 ♦ 14 heures, renouveler l'eau de trempage, conserver quelques heures ♦ 45-55°C, effectuer un troisième trempage avec de l'eau contenant ♦ éventuellement 450 g d'alun de sodium (pour raffermir) et 56,7 g de curcuma (pour recolorer) pour 100 litres d'eau;
- ♦ froid puis ♦ chaud: tremper le produit pendant un jour ou deux dans de l'eau froide changée deux ♦ trois fois par jour; laisser 10 ♦ 12 heures dans un bain ♦ 45-55°C;

- ♦ froid: tremper plusieurs jours dans des bains d'eau froide régulièrement renouvelée.

Pour le dessalage, on utilise des bassines en ♦ mail, en acier inoxydable, en matière plastique ou en terre cuite.



[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">



📖 Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

➔ □ CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE

📄 5.1 Procédés général et échelles de production

□ 5.2 Mise au vinaigre

📄 5.2.1 Principe et description

📄 5.2.2 Matériel

📄 5.2.3 Cas particuliers

Conservation des Légumes ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 5 - CONSERVATION PAR LE VINAIGRE

5.1 Procédés général et échelles de production

La conservation par le vinaigre consiste ♦ augmenter l'acidité du milieu dans lequel est plongé le légume. En augmentant cette acidité, c'est-à-dire en diminuant le pH, on inhibe la croissance des micro-organismes qui provoquent la détérioration du produit.

Il importe de s'assurer de la bonne qualité du vinaigre employé et de la capacité de conservation des produits considérés. Si ceux-ci se conservent très bien dans les pays à climat tempéré, ils peuvent nécessiter un traitement supplémentaire de pasteurisation en pays chauds.

Le schéma général de conservation par le vinaigre est illustré à la figure 42, tandis que les lignes particulières de fabrication propres à chaque légume sont précisées au tableau 22.

Figure 42. Schéma général de conservation par le vinaigre



**Stockage**

On peut également appliquer un tel traitement des légumes qui ont été rapidement stockés en milieu très salé après une récolte abondante. En période plus calme, on peut les transformer en produits directement consommables en les dessalant puis en les conditionnant dans du vinaigre avant pasteurisation. Cette méthode simple peut être utilisée à 1 échelle artisanale, la seule condition étant de pouvoir disposer d'un vinaigre de bonne qualité et bon marché.

Tableau 22. Lignes de fabrication propres à divers légumes

	Concombres	Cornichons	Tomates vertes	Piments	Poivrons	Betteraves rouges	Chou rouge
Prétraitements	1. Lavage 2. Epluchage 3. Découpage	1. Brossage	1. Lavage 2. Equeutage 3. Découpage	1. Lavage 2. Séchage 3. Parage	1. Lavage 2. Séchage 3. Parage 4. Découpage	1. Lavage 2. Brossage 3. Cuisson 4. Epluchage 5. Découpage	1. Découpage 2. Lavage
Dégorgeage et gouttage	X	X	X				
Mise au vinaigre							
- en une seule étape	X	X	X			X	
- en plusieurs				X	X		X

♦tapes							
Conditionnement après mise au vinaigre			X				
Pasteurisation	X	X	X	X	X	X	X

5.2 Mise au vinaigre

5.2.1 Principe et description

Cette opération, qui consiste ♦ mettre en présence différents ingrédients de fabrication, doit s'accompagner de certaines précautions:

- l'eau employée doit être préalablement débarrassée de son calcaire par une ébullition suivie d'un repos et d'une décantation ou d'une filtration;
- le vinaigre utilisé doit contenir au minimum 6 grammes d'acide acétique pour 100 ml de vinaigre, et parfois plus (8 grammes dans le cas des cornichons).

La mise au vinaigre est réalisée selon différentes méthodes qui varient en fonction:

- de la cuisson ou non du vinaigre (qui provoque une légère concentration et une désaération);
- de la température d'utilisation du vinaigre;
- du nombre d'étapes;
- de la dilution éventuelle du vinaigre;

- de son aromatisation.

5.2.2 Matériel

On utilise pour cette opération:

- une bassine de cuisson pour le vinaigre (en mail, en aluminium ou en acier inoxydable);
- une louche et un entonnoir en plastique;
- un système de juteuse, réservoir muni d'un robinet placé au-dessus du récipient à remplir;
- des récipients de conditionnement. Ceux-ci doivent résister à une température de l'ordre de 100°C et à une forte acidité; on utilise en général le verre.

5.2.3 Cas particuliers

- Concombres: - mettre les légumes en bocaux;
- remplir de vinaigre bouillant additionné de son volume d'eau.
- Cornichons: - mettre en bocaux;
- remplir avec du vinaigre ♦ 8 g d'acide acétique pour 100 ml de vinaigre.
- Tomates vertes: - faire bouillir une solution avec les épices pendant 2 mn (0,5 l/kg de légumes);
- verser ♦ chaud sur les tomates;
- refroidir avant conditionnement.
- Poivrons et piments: - mettre en bocaux;

ajouter le vinaigre:

- ajouter le vinaigre;
 - laisser macérer 15 jours environ;
 - goûter;
 - remplacer le vinaigre par du vinaigre neuf préalablement picé.
- Betteraves rouges:
- mettre en bocaux (après cuisson pendant 2 heures dans une solution de sel 2 pour cent);
 - couvrir de vinaigre préalablement bouilli et salé (15-20 g/l).
- Choux rouges:
- placer dans les bocaux;
 - remplir avec du vinaigre 100°C;
 - après 8 à 10 jours, retirer le vinaigre et le faire bouillir;
 - refroidir le vinaigre;
 - verser le vinaigre sur les légumes.

Après fermeture, les bocaux seront pasteurisés puis refroidis, comme indiqué au chapitre précédent, section 4.4.2



[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Conservation des Légumes ♦ Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

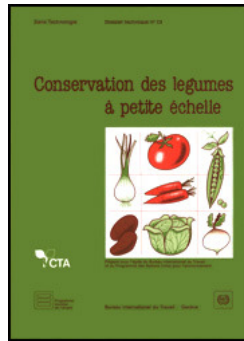
➔ **CHAPITRE 6 - FERMENTATION**

(introduction...)

6.1 Fermentation des légumes feuilles, fruits, racines et bulbes

6.1.1 Procédés général et échelles de production

6.1.2 Mise en fermentation



- 6.1.3 Post-traitements
- 6.2 Fermentation du manioc
 - ☞ 6.2.1 Procédés général et échelles de production
 - ☞ 6.2.2 Rouissage et fabrication des bâtons de manioc
 - ☞ 6.2.3 Fabrication du gari
- 6.3 Fermentation du soja
 - ☞ (introduction...)
 - ☞ 6.3.1 Le shoyu
 - ☞ 6.3.2 Le tempeh

Conservation des Légumes ♦ Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 186 p.)

CHAPITRE 6 - FERMENTATION

On appelle fermentation les modifications chimiques subies par les légumes sous l'action de micro-organismes vivants tels que les moisissures, les levures ou les bactéries. Ce chapitre, divisé en trois parties, traitera successivement de:

- la fermentation naturelle spontanée, réalisée en milieu saumâtre acidifié par du vinaigre (cas des légumes feuilles, fruits, racines et bulbes);
- la fermentation naturelle en milieu aqueux (rouissage) ou en milieu semi-hydraté (manioc râpé);
- la fermentation provoquée par inoculation d'une souche microbienne spécifique responsable de la transformation désirée (cas du soja).

6.1 Fermentation des légumes feuilles, fruits, racines et bulbes

6.1.1 Procédés général et échelles de production

La fermentation de ces légumes apporte des modifications:

- **de texture:** cette dernière se ramollit considérablement du fait d'un changement de la structure fibreuse;
- **de couleur:** celle-ci s'atténue;
- **d'acidité:** celle-ci augmente de façon très sensible et assure une meilleure conservation.

Les conditions de fabrication sont essentielles pour assurer une bonne fermentation et conférer ainsi au produit les caractéristiques organoleptiques désirées et un degré de conservation suffisant. Ces conditions sont détaillées au tableau 23.

Le schéma illustré à la figure 43 peut varier en fonction de l'espèce de légume traité, tant au niveau des prétraitements appliqués qu'à celui de la technique de fermentation mise en oeuvre et des transformations postérieures à la fermentation.

Ce genre de transformation, réalisable au niveau artisanal ou semi-industriel, est relativement facile à effectuer compte tenu de la simplicité du matériel utilisé, mais il faut prendre des précautions pour éviter les accidents de fermentation et les pertes dues à une dégradation incontrôlée.

Les réserves mises au chapitre 4 quant à la possibilité d'implanter des unités de transformation des légumes par salage sont également valables dans le cas de la conservation par fermentation.

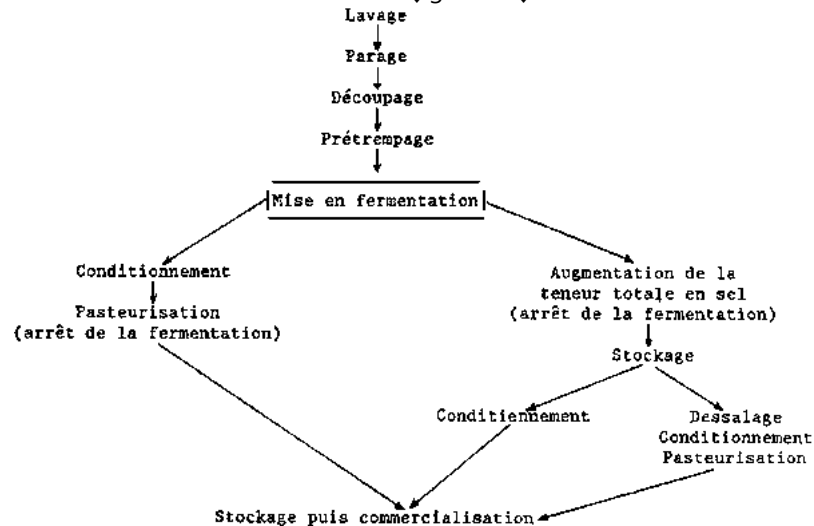


Figure 43. Procédés généraux de fermentation des légumes feuilles, fruits, racines et bulbes

6.1.2 Mise en fermentation

La fermentation en solution saline ne peut se produire que dans certaines conditions bien déterminées. Ainsi, lorsque la concentration en sel est de 10 pour cent, il y a développement d'un certain type de bactéries seulement et destruction concomitante d'autres bactéries nuisibles.

La mise en fermentation s'effectue en utilisant:

- soit du sel sec;

- soit du sel en solution, en présence ou non de vinaigre.

L'acidité du produit augmente avec la croissance bactérienne, ce qui contribue simultanément à accroître l'aptitude à la conservation.

Quand l'accroissement de l'acidité est jugé suffisant, on arrête la fermentation en appliquant un traitement thermique (pasteurisation) ou en augmentant fortement la teneur en sel.

Tableau 23. Détail des conditions de fabrication de conserves par fermentation

Opérations	Légumes						
	Feuilles diverses	Tomates vertes	Haricots verts	Concombres	Cornichons	Betteraves	Oignons
Prétraitements	1. Lavage 2. Parage	1. Lavage 2. Equeutage 3. Découpage	1. Lavage 2. Equeutage et effilage	1. Lavage 2. Epluchage 3. Découpage	1. Lavage 2. Brossage	1. Lavage 2. Brossage 3. Cuisson 4. Epluchage 5. Découpage	1. Lavage 2. Epluchage 3. Prétrempage (facultatif)
Mise en fermentation	Salage sec ♦	Salage par saumure					
Arrêt de la fermentation	Par pasteurisation				Par augmentation de la teneur en sel		
Conditionnement	Avant stockage				Après stockage		

a) Fermentation avec du sel sec

- préparer une quantité de sel égale à 2,5-5 pour cent du poids des légumes;
- placer environ 2,5 cm de légumes au fond du fût;
- saupoudrer de sel;
- placer une deuxième couche de légumes;
- la recouvrir avec un peu plus de sel que précédemment;
- répéter ces opérations en augmentant chaque fois la dose de sel;
- finir par une couche de sel;
- couvrir avec deux à trois couches de tissu propre;
- placer un couvercle de bois recouvert d'un poids pour maintenir les légumes immergés;
- au bout de 24 à 48 heures, on observe un début de dégagement gazeux; laisser fermenter;
- quand la fermentation est achevée, conditionner en petits volumes pour pasteuriser (au bout de 4 à 10 jours si la température est élevée).

b) Fermentation en saumure (arrêt par pasteurisation)

- placer les légumes dans un fût jusqu'à 7-10 cm du haut du fût;
- préparer la saumure (1 l d'eau et 100 g de sel);
- recouvrir les légumes de cette saumure;
- ajouter 100 g de sel sec par kg de légumes;

- couvrir comme dans la méthode précédente;
- la fermentation débute après 24 ♦ 48 heures. Laisser fermenter une semaine;
- rajouter 50 g de sel pour 10 kg de légumes;
- répéter l'adjonction hebdomadaire de sel pendant 10 semaines;
- stocker.

6.1.3 Post-traitements

Ce sont le conditionnement en petits volumes, la pasteurisation (facultative suivant le mode d'arrêt de la fermentation) et le stockage.

a) Conditionnement

Celui-ci a lieu soit immédiatement après la fin de la fermentation pour stopper celle-ci grâce ♦ une pasteurisation, soit après une période de stockage plus ou moins longue en fêts après que la fermentation a été arrêtée par accroissement de la teneur en sel. On conditionne dans des récipients en verre ou en plastique thermosoudé, chimiquement inerte en milieu hypersalé.

b) Pasteurisation

On l'effectue soit sur des légumes dont on veut arrêter la fermentation, soit sur des légumes dont la fermentation a été progressivement interrompue par adjonction progressive de sel et que l'on reconditionne après stockage en fêts dans des solutions moins salées. Pour assurer la bonne conservation de ces produits, une pasteurisation est nécessaire. Il faut:

- dessaler;
- mettre dans des récipients adéquats;

- verser dans ces récipients une saumure faible constituée d'eau additionnée de 53 g de sel, 250 ml de vinaigre et 5-30 g de sucre par litre;
- effectuer ce jutage ♦ chaud (88°C);
- fermer hermétiquement les récipients;
- pasteuriser.

La pasteurisation s'effectue dans les deux cas dans de l'eau bouillante. Elle dure environ 20 mn pour le premier type de produit et environ 10 mn pour le second, quand le jutage est fait ♦ chaud.

c) Stockage

Il est réalisé en fûts pour les légumes contenus dans une saumure très riche en sel et fortement acide du fait de la fermentation. Il faut alors éviter la formation d'écume en surface pour obtenir de bonnes conditions de stockage, comme on l'a noté au chapitre 4, section 4.4.3.

6.2 Fermentation du manioc

6.2.1 Procédés général et échelles de production

On distingue couramment deux grands groupes de manioc, sans que la frontière qui les sépare soit nettement marquée:

- le manioc doux, dont la teneur en glucosides cyanogénétiques est faible;
- le manioc amer, ♦ forte teneur en acide cyanhydrique (HCN), qui doit être d♦toxiqué avant consommation.

Ces manioc donnent lieu ♦ un grand nombre de transformations réalisées au niveau traditionnel villageois, essentiellement en Amérique latine et en Afrique. Nous ne traiterons ici que de la détoxification du manioc amer par fermentation, en prenant comme exemple la préparation de deux produits de grande consommation en Afrique:

- le **béton** de manioc issu de manioc roui, très populaire en Afrique centrale;
- le "gari", consommé de la Guinée au Cameroun dans plusieurs pays d'Afrique occidentale, qui est une sorte de couscous de manioc fermenté et séché.

Seul le gari peut être actuellement produit ♦ l'échelon semi-industriel.

6.2.2 Rouissage et fabrication des bétons de manioc

La figure 44 donne la séquence des opérations entièrement manuelles relatives ♦ la préparation des bétons de manioc au Cameroun (la préparation de boules nommées "chikouangue" au Zaïre et au Congo est légèrement plus compliquée).

Le rouissage consiste ♦ laisser fermenter les racines entières de manioc dans de l'eau pendant 2-5 jours. Plusieurs méthodes de rouissage sont utilisées, liées aux habitudes et aux contingences locales, notamment en ce qui concerne la disponibilité en eau: rouissage avant ou après pluchage, en eau courante ou en eau stagnante, en rivière ou en fût. Chaque méthode présente des avantages et des désavantages répertoriés au tableau 24.

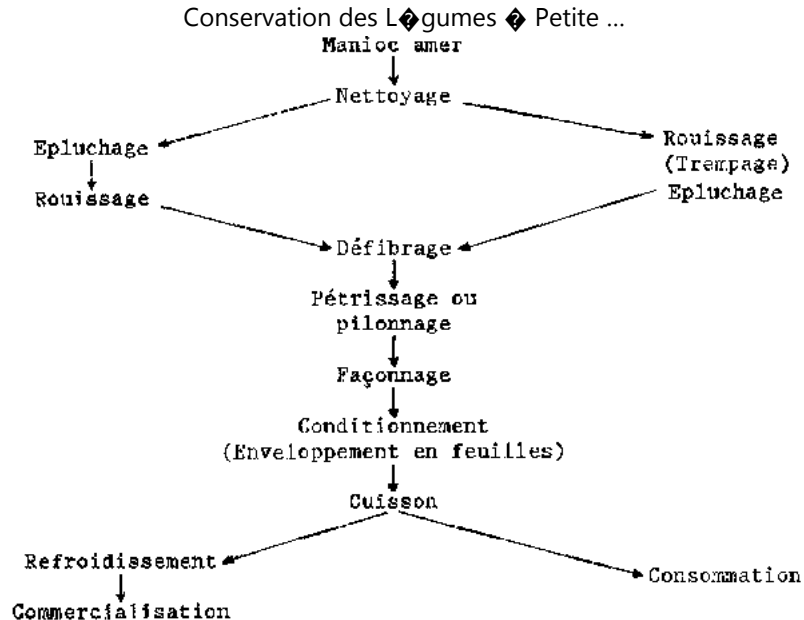


Figure 44. Préparation des bâtons de manioc

D'une manière générale, la fermentation - donc la détoxification - est plus rapide dans de l'eau stagnante et si la température de l'eau de rouissage est relativement élevée. Les pertes de nutriments concernent essentiellement les vitamines et les sels minéraux et, dans une moindre mesure, les protéines solubles (rouissage sans corce). Outre la détoxification, les fermentations lactiques et butyriques ont pour avantage de favoriser le développement de riboflavine (vitamine B2) dans des proportions importantes.

La quantité d'eau nécessaire pour rouir une tonne de racines de manioc est comprise

entre 1 et 2 m³.

Tableau 24. Comparaison de différentes méthodes de rouissage du manioc

Méthode	Avantages	Désavantages
Avant épluchage	Epluchage plus facile Pertes de nutriments réduites	Fermentation et détoxification plus lentes
Après épluchage	Défibrage facile Détoxification plus rapide	Epluchage plus laborieux Pertes de nutriments élevées
Eau courante	Pollution réduite	Perte de nutriments Fermentation lente
Eau stagnante (marigot)	Pertes de nutriments réduites Fermentation plus rapide	Pollution
Eau stagnante (fût)	Pertes de nutriments réduites Economie d'eau Fermentation rapide	Transport d'eau laborieux Odeurs

A l'exception d'une petite entreprise du Cameroun équipée de matériel de charcuterie importé, la fabrication des bâtons de manioc est entièrement manuelle et constitue une source de revenus non négligeable pour un nombre élevé de femmes qui vendent les bâtons enveloppés dans des feuilles de bananier et soigneusement ficelés avec une liane mince avant cuisson. Leur durée de conservation n'exécède pas deux ou trois jours; au-delà, les risques de contamination par des micro-organismes, notamment par des moisissures, s'accroît considérablement et les bâtons deviennent plus fermes et plus cassants par déshydratation et rétrogradation de l'amidon.

6.2.3 Fabrication du gari

Contrairement ♦ ce qui vient d'être dit, le gari peut être fabriqué non seulement ♦ l'échelon familial, mais également dans des entreprises artisanales semi-mécanisées ♦ d'une capacité horaire de 400-500 kg de racines, voire dans des unités industrielles plus importantes pouvant traiter 2.000-2.500 kg de racines par heure.

a) Fabrication traditionnelle au niveau familial

Le schéma de préparation traditionnelle du gari est illustré ♦ la figure 45. Le bilan matières et les temps de travaux qui sont indiqués dans la figure ne constituent que des ordres de grandeur qui peuvent varier en fonction des variétés de manioc utilisées, de leur date de récolte, de l'expérience des opérateurs, etc.

Réalisée de façon entièrement manuelle, la fabrication du gari est longue et fastidieuse. Il faut en effet compter 950-1.000 heures de travail pour produire une tonne de gari (voir la figure 45), cette quantité pouvant représenter la fabrication annuelle familiale au Nigeria, où 70-80 pour cent de la production de manioc sont transformés en gari.

A ce niveau, la fabrication du gari requiert peu de matériel de fabrication locale:

- ♦pluchage: couteau ou machette;
- râteau: feuille de tôle perforée clouée sur un cadre de bois (ces râtes provoquent fréquemment des blessures aux doigts et aux mains);
- pressage: la pulpe est mise dans des sacs de récupération en coton ou en fibres synthétiques qui sont placés soit dans une corbeille sous un couvercle chargé de pierres, soit dans des presses à levier spécialement construites en bois. Mais d'autres systèmes existent également (voir le chapitre 2, section 2.11);
- garification: poêle en fonte, en tôle ou en terre cuite d'environ 60 cm de

diamètre posé sur un petit foyer en terre fermé sur trois côtés (voir la figure 46);

- tamisage: tamis traditionnels en fibres végétales;
- manutention: cuvettes maillées de différentes capacités.

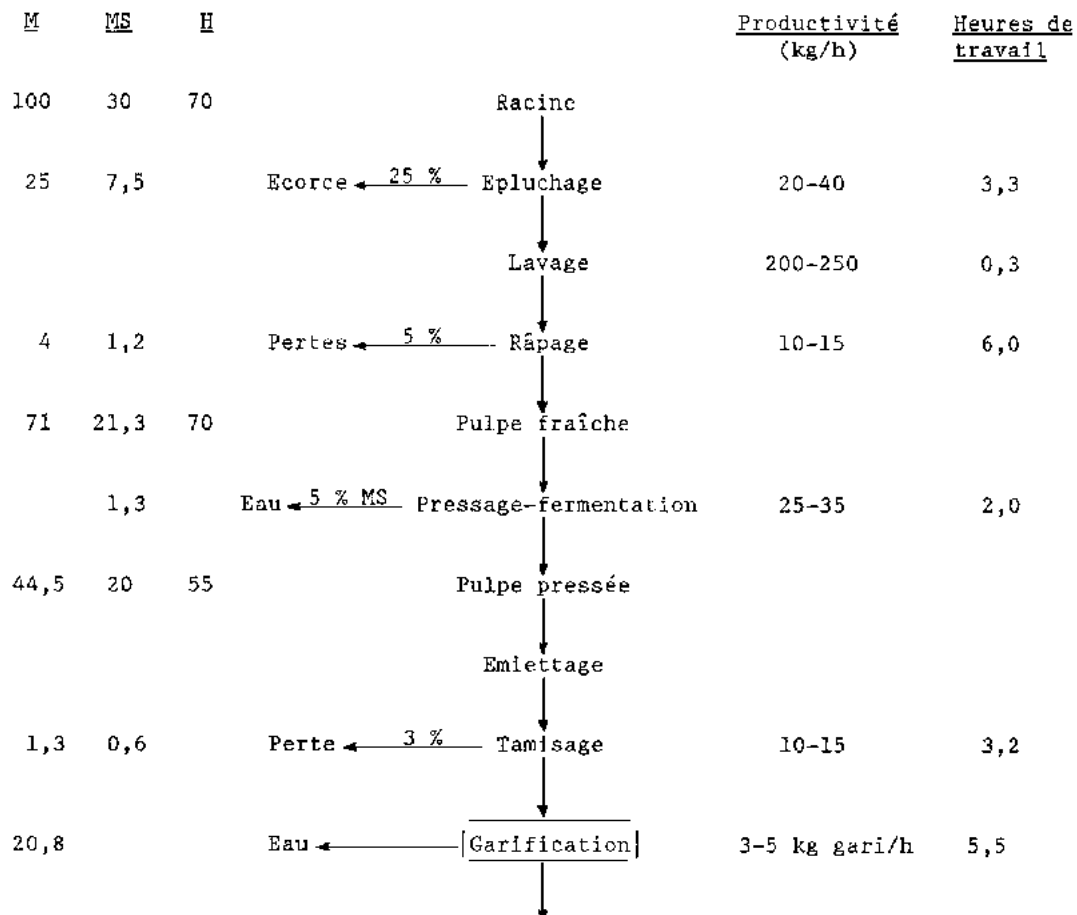
La fermentation naturelle qui accompagne le pressage peut durer 2-5 jours selon les conditions locales et le degré d'acidité du gari exigé par les consommateurs.

La garification proprement dite, toujours réalisée par des femmes expérimentées, consiste à toaster légèrement, sous agitation constante avec une palette en bois, les fins granulés de pulpe pressée et tamisée dans une poêle préalablement huilée ou non avec de l'huile de palme. Les parois de la poêle peuvent atteindre 120°C ou plus, tandis que la masse de pulpe atteint 80-85°C, une température suffisante pour provoquer la gélification partielle de l'amidon dans un premier temps, puis le séchage. La garification réalisée par lots successifs de 2-3 kg de pulpe pressée dure environ 20-35 mn. La chaleur et la fumée du foyer rendent les conditions de travail très pénibles.

Vendu à des grossistes ou au détail sur les marchés locaux, le gari constitue une source non négligeable de revenu en milieu rural. La commercialisation se fait en sacs. Bien séché, à 8-10 pour cent d'humidité résiduelle, le gari peut se conserver pendant des mois à l'abri de l'humidité; en pratique, toutefois, la demande étant généralement plus forte que l'offre, les femmes interrompent le séchage lorsque l'humidité résiduelle est plus élevée (13-18 pour cent).

b) Fabrication familiale améliorée

La pénibilité de certains travaux peut être grandement réduite par l'introduction d'une légère mécanisation et d'appareils plus performants, notamment au niveau du râpage,

du pressage et de la garification.

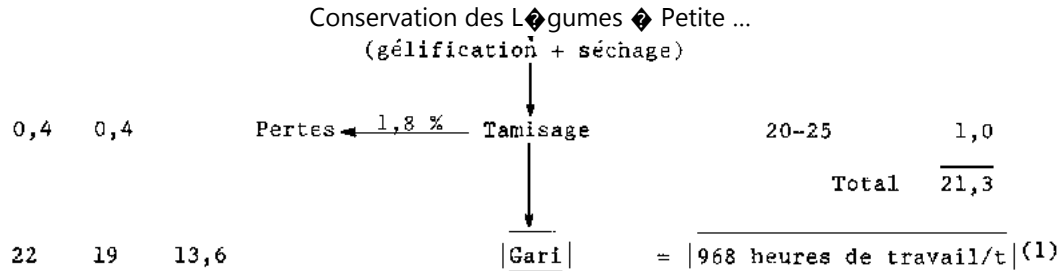


Figure 45. Fabrication traditionnelle du gari (Bilan matières)

M = masse (kg)

MS = matière sèche (kg)

H = humidité du produit (%)

t = tonne métrique

1 Ce résultat s'obtient de la manière suivante: il faut 21,3 heures de travail pour obtenir 22 kg de gari ♦ partir de 100 kg de racines, soit

$$\frac{21,3}{22} = 0,968 \text{ h/kg}$$

, ou encore 968 h/t de gari.

Répage

Toute une série de répes plus ou moins performantes, construites localement par de petits artisans avec des matériaux de récupération, existent et connaissent un succès certain par les services qu'elles rendent. Certaines sont fixes, d'autres montées sur des

chassis équipés de roues et peuvent être ainsi transportés d'un village à l'autre ou d'un quartier urbain à l'autre.

Quelques modèles de râpes sont illustrés au chapitre 2, section 2.9; les plus couramment utilisées sont les râpes à cylindre de bois recouvertes d'une tôle perforée et les râpes à disque horizontal. Elles sont actionnées par de petits moteurs diesel de 3-5 CV importés de divers pays (France, Royaume-Uni, Japon).

Le prix et la capacité de râpage trop élevés interdisent l'emploi des râpes à moteur au niveau familial, mais celles-ci sont utilisées à façon par leur propriétaire dans les villages et les quartiers urbains.

Au lieu de durer une heure, le râpage de 10-15 kg de racines pelées ne prend qu'une ou deux minutes, ce qui justifie les longs trajets que certaines femmes consentent à faire pour faire râper mécaniquement leur manioc.

Pressage

Les presses améliorées en métal, du type presse à vis de reliure, qui peuvent être fabriquées sur place par des mécaniciens ou des forgerons, ne sont utilisées que pour parachever le pressage pendant environ une heure, en fin de fermentation, celle-ci étant réalisée de manière traditionnelle dans des sacs placés dans des paniers, sous un couvercle chargé de pierres. Les fortes pressions exercées par ces presses à vis actionnées manuellement permettent d'obtenir une pulpe moins hydratée, donc moins longue à toaster et à sécher.

Une presse permet, selon sa capacité, de traiter la production journalière d'un village ou d'une coopérative de fabrication de gari. Les presses hydrauliques ou les centrifugeuses illustrées au chapitre 2, section 2.11, ne sont jamais utilisées au niveau villageois en Afrique occidentale où l'on consomme le gari.

Garification

Au niveau villageois traditionnel, o♦ la fabrication du gari est une affaire individuelle, on peut ♦ventuellement envisager d'accro♦tre l♦g♦rement la surface des po♦les de garification (les doubler au maximum) pour permettre de les charger davantage et de r♦duire ainsi la dur♦e des travaux journaliers de garification. Une femme assise ♦ c♦t♦ de la po♦le doit n♦anmoins pouvoir atteindre toute la surface de chauffe sans avoir ♦ se pencher trop. Au lieu d'♦tre concave et ronde, la po♦le peut ♦tre plate et rectangulaire, d'une surface de 0,5 m², par exemple, et reposer sur un muret de briques ferm♦ sur trois c♦t♦s et servant de foyer (figure 46).

Une am♦lioration consid♦rable consiste ♦ munir les foyers de garification d'une chemin♦e, m♦me rudimentaire, de fa♦on ♦ ♦vacuer la fum♦e au-dessus d'un toit ou au-del♦ d'un muret le long duquel les foyers individuels traditionnels ou am♦lior♦s peuvent ♦tre align♦s.



Figure 46. Foyers traditionnels et foyer am♦lior♦ de garification - Foyers traditionnels

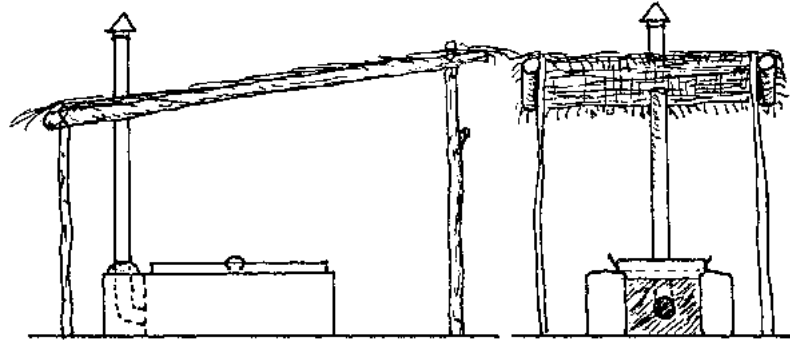


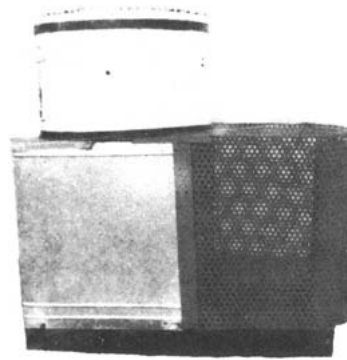
Figure 46. Foyers traditionnels et foyer amélioré de garification - Foyer amélioré

c) Fabrication artisanale semi-mécanisée

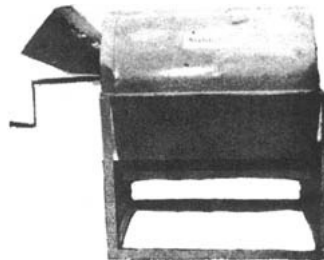
Dès lors qu'un groupement de paysans souhaite accroître sa production de gari pour la porter à quelques centaines de kilos par jour, il faut soit multiplier le matériel traditionnel ou amélioré que l'on vient de décrire, soit accroître la capacité de ces appareils et mécaniser un plus grand nombre d'opérations. Le choix des matériels spécialement conçus pour transformer le manioc en gari est très limité. La figure 47 regroupe un ensemble d'appareils actionnés mécaniquement ou manuellement, construits au Libéria par la Société Wahdwa et conçus pour produire 125 kg de gari par heure. Certains de ces appareils, comme la peuleuse, la râpe et le broyeur, sont entraînés par des moteurs à combustion ou électriques, tandis que les autres appareils (tamis, calibreuse et foyer de garification) peuvent être actionnés manuellement ou mécaniquement. Selon les cas, l'ensemble de ce matériel peut coûter 35.000 à 40.000 dollars (valeur mars 1985). Ce prix s'entend c.a.f.¹ port de l'Afrique occidentale.

1 Coût, assurance, fret (on dit aussi c.i.f.). Tous les frais de transport et d'assurance sont compris dans le prix de la marchandise livrée au port de destination.

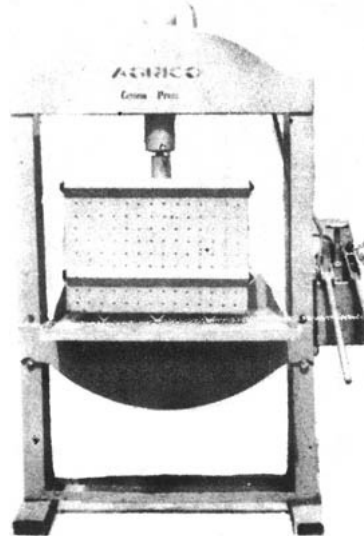
Figure 47. Matériel semi-industriel de fabrication de gari (Wahdwa, Agrico, Libéria)



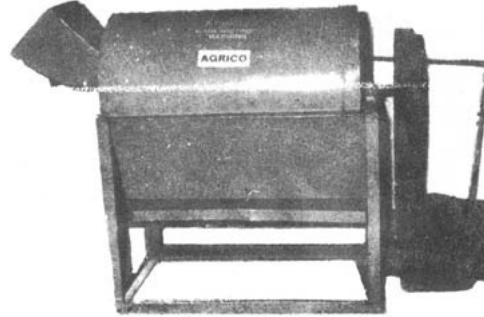
Eplucheuse



Calibreuse



Presse



Tamis



R♦pe



Foyer



Broyeur

Un atelier artisanal ne pourra s'équiper que de certains appareils et choisir par exemple d'éplucher les racines à la main, garantissant ainsi une meilleure qualité du gari. Peu d'ateliers de ce type fonctionnent encore en Afrique occidentale, mais des informations s'y rapportant pourront être fournies par l'Institut national des plantes tubercules (INTD) à Lomé, au Togo.

Par ailleurs, une firme du Nigeria, Fabrico, construit également un matériel de fabrication artisanale du gari, notamment des fours de garification chauffés au bois ou au charbon, composés d'un demi-cylindre de 4 m de long formant auge dans lequel des pales métalliques disposées sur un axe actionné par un moteur ducteur brassent le gari et le font avancer lentement jusqu'à l'extrémité du cylindre. Quatre tiroirs coulissants montés sur rails sont placés sous le demi-cylindre fermé par un couvercle et constituent quatre foyers de combustion séparés reliés à une cheminée commune. Ce système, d'un réglage difficile, a la réputation de brûler le gari et semble abandonné au profit des foyers traditionnels dans les quelques ateliers nigériens où ils sont installés.

d) Fabrication industrielle du gari

En regard de l'importance économique du gari en Afrique occidentale, des efforts considérables ont été faits dans les années 1970-1980 pour mécaniser la production de manioc et industrialiser la fabrication du gari, notamment au Nigeria et en Côte d'Ivoire. Plusieurs usines ayant une capacité nominale de traitement de 2.000-2.500 kg de racines à l'heure ont été montées et produisent du gari avec plus ou moins de succès. Il semble que le constructeur de ce matériel conçu au Federal Institute of Industrial Research, Lagos, Nigeria - la société britannique Newell Dunford (Surditon, Royaume Uni) - a interrompu ce programme de fabrication dont le point faible majeur est l'épluchage des

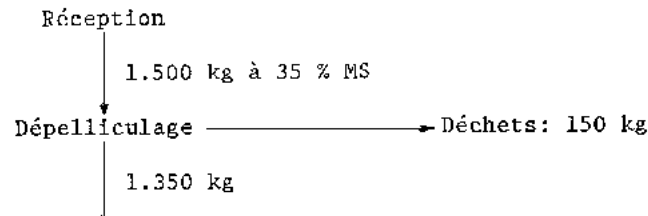
racines, qui doit être réalisée traditionnellement à la main par une équipe constituée de nombreuses femmes.

L'épluchage mécanique du manioc posait en effet, jusqu'en 1983-84, un problème difficile, car aucun des systèmes d'épluchage existant jusqu'alors, ne savait:

- les éplucheuses à tambour type battonnière ou à couteaux cylindriques illustrées aux figures 4 et 5 du chapitre 2;
- les éplucheuses "Bertin", illustrées à la figure 6, utilisées dans une usine de fofou (farine fermentée de manioc) au Congo; et
- les éplucheuses par brassage sous eau "type betterave" utilisées par la société Maquina d'Andréa pour la fabrication industrielle de farine de manioc au Brésil ou de gari au Nigeria,

ne donnait satisfaction: soit on ne parvenait pas à éliminer le phelloderme ligneux situé sous le périoderme brun, ce qui donnait un gari de mauvaise qualité, soit les pertes à l'épluchage étaient trop élevées.

Seule la Société ivoirienne de technologie tropicale (I2T) à Abidjan, en Côte d'Ivoire, semble avoir résolu le problème par la mise au point d'un système original d'épluchage sec sur tambours animés de vitesses différentes suivi de tamisage et de centrifugation.



Conservation des Légumes ♦ Petite ...

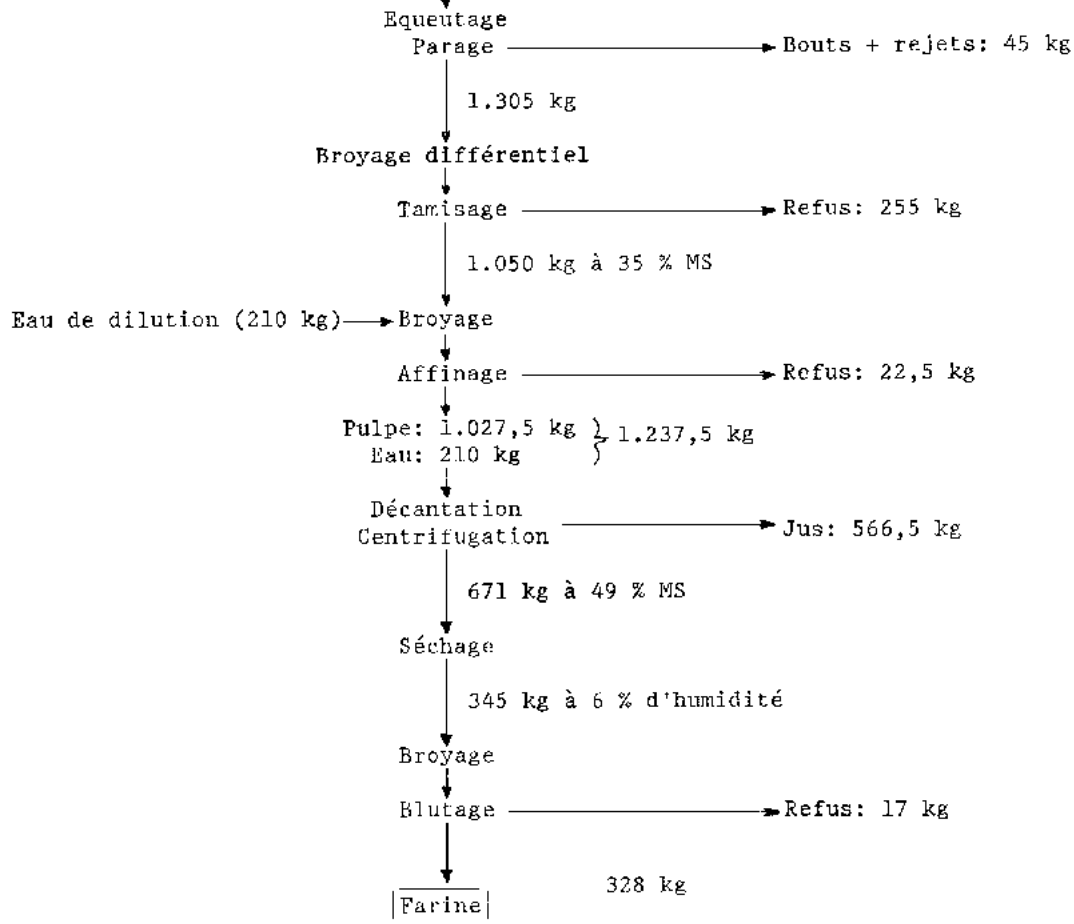


Figure 48. Bilan matières d'une ligne de fabrication de farine de manioc (procédé I2T)

Le schéma de fabrication d'une farine de manioc utilisant le procédé d'apluchage-affinage décrit ci-dessus et mis en oeuvre à Toumodi, en Côte d'Ivoire, est illustré par la figure 48. Ce procédé offre une possibilité d'apluchage mécanique du manioc à un échelon semi-industriel ou industriel.

6.3 Fermentation du soja

Le soja représente un produit intéressant du point de vue nutritionnel et offre de nombreuses possibilités de transformation. La fermentation est obtenue par inoculation de souches microbiennes pré-cultivées sur des graines de soja préparées. Parmi les nombreux produits dérivés du soja, seuls le shoyu et le tempeh sont présentés dans ce dossier. Le mode de fabrication de ces deux produits est sensiblement différent.

6.3.1 Le shoyu

Ce produit, qui sert d'assaisonnement, se présente sous forme liquide et est obtenu par fermentation simultanée de graines de soja et de céréales (généralement du blé) en milieu salé.

a) Préparation

- faire griller les grains de blé et les écraser grossièrement;
- mettre les graines de soja à tremper 10 à 12 h à température ambiante;
- éliminer l'eau et faire cuire en autoclave à 120°C pendant une heure, puis décortiquer;
- mélanger en quantités égales blé et soja;
- effectuer sur du riz une préculture d'*Aspergillus oryzae* et *A. sojae*.

b) Fermentation

- mélanger, ♦ raison de 0,1-0,2 pour cent, l'inoculum et le produit ♦ base de soja et de riz et répartir dans des baquets de 5 cm de profondeur;
- stocker ♦ 30°C dans des conditions de teneur en CO₂ et de circulation d'air homogènes et remuer périodiquement;
- après 72 heures, ajouter le même volume de saumure ♦ 17-18 pour cent de sel;
- ajouter des souches de Saccharomyces rouxii, Torulopsis, Pediococcus sojae pour accélérer la fermentation;
- agiter périodiquement. A ce stade, la température de stockage a une grande incidence sur la durée de la fermentation: celle-ci dure en général un an, mais peut être réduite si le mélange est stocké pendant un mois ♦ 15°C, puis quatre mois ♦ 28°C, puis un mois ♦ 15°C;
- presser pour recueillir le jus, embouteiller et pasteuriser ♦ 70-80°C pendant 30 mn.

6.3.2 Le tempeh

Le tempeh est un aliment ♦ part entière. Il est caractérisé par une forte teneur en protéines et un prix peu élevé. C'est un aliment de base pour les populations qui ont un régime pauvre en protéines.

Il diffère du shoyu par le fait qu'il est fabriqué ♦ partir de soja exclusivement et qu'il est conservé par séchage.

a) Mode de fabrication ordinaire (ou traditionnel)

- décortiquer les graines de soja (soit directement, soit après les avoir ébouillantées);
- tremper une nuit ♦ 25°C;
- porter ♦ ébullition dans de l'eau pendant 30 mn;
- éliminer l'eau;
- sécher la surface des graines;
- ajouter un ferment (du tempeh ou une préparation commerciale);
- emballer dans des feuilles de bananier;
- laisser fermenter 1-2 jours ♦ température ambiante;
- blanchir quelques minutes;
- sécher ♦ 93°C pendant 90-120 mn ou plus longtemps au soleil.

b) Mode de fabrication amélioré

- décortiquer et écraser simultanément en 4-5 morceaux;
- tremper dans de l'eau ♦ 25°C pendant 30 mn;
- porter ♦ ébullition pendant 30 mn;
- éliminer l'eau, puis refroidir;
- inoculer avec Rhizopus oligosporus préparé séparément;
- emballer hermétiquement;

21/10/2011

Conservation des Légumes ♦ Petite ...

- laisser fermenter ♦ 30-31°C pendant 20 heures.

