



- 📖 **Conservation des Fruits ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)**
- 📄 *(introduction...)*
- 📄 **PREFACE**
- 📄 **REMERCIEMENTS**
- 📄 **CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**
- 📄 **CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS**
- 📄 **CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE**
- 📄 **CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE**
- 📄 **CHAPITRE 5. CONSERVATION PAR LA CHALEUR**
- 📄 **CHAPITRE 6. CONSERVATION PAR LE SEL ET LE VINAIGRE**
- 📄 **CHAPITRE 7. CONSERVATION PAR FERMENTATION**
- 📄 **CHAPITRE 8. CONDITIONNEMENT**
- 📄 **CHAPITRE 9. HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE**
- 📄 **CHAPITRE 10. EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES FRUITS**
- 📄 **CHAPITRE 11. METHODES D'ETUDE DES COUTS DE PRODUCTION**
- 📄 **CHAPITRE 12. CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE FRUITS 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 et 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 et 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° 13: Conservation des légumes à petite échelle

Description d'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. Règles d'hygiène et de protection de l'environnement à observer. Evaluation des coûts de production. Etude d'une petite unité de transformation.

ISBN 92-2-206402-X
20 fr. Suisses

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

Description des techniques de fabrication de dix-sept modèles d'outils, à l'unité ou en petites séries. Détermination des coûts de production avec fiches de calcul du prix de revient.

ISBN 92-2-206404-6
27,50 fr. suisses

Les prix peuvent être modifiés sans préavis.



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

 **Conservation des Fruits à Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)**

 **(introduction...)**

 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**

 **CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**



- ☐ CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS
- ☐ CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE
- ☐ CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE
- ☐ CHAPITRE 5. CONSERVATION PAR LA CHALEUR
- ☐ CHAPITRE 6. CONSERVATION PAR LE SEL ET LE VINAIGRE
- ☐ CHAPITRE 7. CONSERVATION PAR FERMENTATION
- ☐ CHAPITRE 8. CONDITIONNEMENT
- ☐ CHAPITRE 9. HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE
- ☐ CHAPITRE 10. EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES FRUITS
- ☐ CHAPITRE 11. METHODES D'ETUDE DES COUTS DE PRODUCTION
- ☐ CHAPITRE 12. CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE FRUITS ET APPLICATION DE LA METHODOLOGIE
- ☐ ANNEXES
- 📄 QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT
- ➔ 📄 COUVERTURE ARRIERE

COUVERTURE ARRIERE

Conservation des fruits ♦ petite ♦ chelle

La conservation des denr♦es alimentaires pose un grand probl♦me dans beaucoup de pays en d♦veloppement. Il existe de nombreuses m♦thodes simples de conservation tout ♦ fait adapt♦es aux conditions qui se rencontrent dans ces pays, mais elles sont tr♦s mal connues. C'est la raison qui a conduit le BIT ♦ publier une s♦rie de dossiers techniques sur le sujet. Celui-ci traite de la conservation des fruits, qui peut concourir ♦ compenser

les fluctuations de la production, améliorer l'équilibre nutritionnel des populations, substituer certaines conserves aux produits importés et créer des emplois dans les zones rurales. Un dossier analogue a été publié sur la *Conservation des légumes à petite échelle* (ISBN 92-2-206402-X).

Le dossier présente une série de techniques de conservation - par séchage, par le sucre, par la chaleur, par le sel et le vinaigre, par fermentation - 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.

ISBN 92-2-206403-8

Prix: 27,50 francs suisses



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

 **Conservation des Fruits à Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)**

 **(introduction...)**

  **PREFACE**



- 📄 **REMERCIEMENTS**
- 📄 **CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE**
- 📄 **CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS**
- 📄 **CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE**
- 📄 **CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE**
- 📄 **CHAPITRE 5. CONSERVATION PAR LA CHALEUR**
- 📄 **CHAPITRE 6. CONSERVATION PAR LE SEL ET LE VINAIGRE**
- 📄 **CHAPITRE 7. CONSERVATION PAR FERMENTATION**
- 📄 **CHAPITRE 8. CONDITIONNEMENT**
- 📄 **CHAPITRE 9. HYGIENE ET PROPETE DANS L'USINE**
- 📄 **CHAPITRE 10. EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES FRUITS**
- 📄 **CHAPITRE 11. METHODES D'ETUDE DES COUTS DE PRODUCTION**
- 📄 **CHAPITRE 12. CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE FRUITS 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 négligeables, 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 aux droits fondamentaux 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 fruits, bien que la plupart des entreprises aient en fait vocation pour transformer également des légumes. Fruits et légumes 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. Insurpassables, 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 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) étant trop souvent inexistante ou mal assurée. Pour pallier à cela, 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 échelon 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 en version française concernent le stockage du grain, la conservation des fruits et la conservation des légumes. Cinq dossiers portant respectivement sur la mouture du maïs, la transformation du poisson, l'extraction de l'huile d'arachide et de copra, la transformation de la viande de porc et de la viande de bœuf ne sont actuellement disponibles qu'en version anglaise.

Ce dossier donne des informations techniques précises et détaillées sur tous les modes de conservation classiques des fruits, exception faite des procédés industriels tels que la

congélation, la cryoconcentration ou l'irradiation, trop onéreux et énergivores et inapplicables à l'échelon de transformation artisanale seul pris en considération ici.

Le chapitre 1er fait plus particulièrement état des éléments techniques et socio-économiques à 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 à 8 intéresseront plus particulièrement les responsables de la fabrication des conserves de fruits, quel que soit le niveau de transformation considéré, de la ménagère qui sèche des fruits destinés à la consommation familiale, à l'artisan qui fabrique des conserves appertisées destinées à la vente. Parmi ces chapitres techniques, deux d'entre eux traitent d'aspects généraux de la conservation puisqu'ils décrivent en détail:

- les prétraitements que doivent subir, selon leur nature, les fruits 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 fruits transformés à l'abri des sources d'altération du milieu extérieur (chapitre 8).**

Les chapitres 3 à 6, qui constituent le corps de l'ouvrage, 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 sucre (chapitre 4), dont la forme la plus répandue est représentée par les confitures, les marmelades et les gelées de fruits, ainsi que par les sirops de fruits tropicaux. Ces produits courants, relativement faciles à préparer au niveau familial, peuvent être commercialisés sur différents marchés intérieurs ou extérieurs. Les pâtes de fruits et les fruits confits, quoique moins consommés dans les pays en développement, peuvent également constituer une source de revenus grâce à l'exportation;

- la production de diverses conserves pasteurisées ou appertisées telles que les compotes de fruits, les jus et les nectars, les fruits au naturel et au sirop, évoquée au chapitre 5. Elle concerne plus la petite et moyenne entreprise semi-industrielle que la production familiale ou villageoise, car elle requiert un appareillage plus élaboré et un niveau de technicité plus élevé que la préparation de confitures familiales;

- la conservation de produits tels que les olives vertes et noires, dont la production est strictement limitée au bassin méditerranéen, ainsi que la fabrication de pickles et de chutney (chapitre 6). Les procédés de conservation correspondant à ces types de produits, fondés sur l'action singulière ou simultanée de sel, de vinaigre, de sucre et de chaleur, confèrent aux fruits qui les subissent une saveur aigre-douce particulièrement appréciée des consommateurs anglo-saxons et nordiques.

Quant au chapitre 7, il traite de la production d'alcool éthylique et de vinaigre à partir des

jus de fruits.

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, 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 les pouvoirs publics et notamment le législateur indifférents, compte tenu des effets que l'entreprise peut avoir sur l'environnement. A 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 de termes techniques 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 fin de dossier.

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 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 supervision de M. Allal, responsable de la série des dossiers techniques au Service de la technologie et de l'emploi du BIT. M. Marcel Robert, consultant du BIT, a également très largement contribué à la préparation de l'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/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



 **Conservation des Fruits à Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)**

 **(introduction...)**

 **PREFACE**



  **REMERCIEMENTS**

CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE

CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS

CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE

CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE

- ☐ **CHAPITRE 5. CONSERVATION PAR LA CHALEUR**
- ☐ **CHAPITRE 6. CONSERVATION PAR LE SEL ET LE VINAIGRE**
- ☐ **CHAPITRE 7. CONSERVATION PAR FERMENTATION**
- ☐ **CHAPITRE 8. CONDITIONNEMENT**
- ☐ **CHAPITRE 9. HYGIENE ET PROPRETE DANS L'USINE**
- ☐ **CHAPITRE 10. EFFETS DE LA TRANSFORMATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DES FRUITS**
- ☐ **CHAPITRE 11. METHODES D'ETUDE DES COUTS DE PRODUCTION**
- ☐ **CHAPITRE 12. CONCEPTION D'UNE UNITE DE TRANSFORMATION DE FRUITS 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, la recherche, 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](http://www24.brinkster.com/alexweir/)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">



📖 Conservation des Fruits à Petite Échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

➔ □ CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE

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

Conservation des Fruits à Petite Échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

CHAPITRE 1. SUJET ET CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE

1.1 Nécessité d'une transformation des fruits

Les régimes alimentaires des populations des pays en développement sont principalement fondés sur deux groupes d'aliments de base qui assurent l'essentiel de l'apport énergétique. En effet, les produits végétaux représentent dans les pays en développement plus de 90 pour cent des ressources en énergie, les trois quarts tant assurés par les céréales et les féculents (racines et tubercules). On trouve principalement:

- des régimes à base de céréales et de féculents qui apportent 63 à 85 pour cent des calories (c'est le cas par exemple en Indonésie, en Côte-d'Ivoire, au Brésil et au Nigeria);
- des régimes à base de céréales qui représentent elles seules 50 à 75 pour cent des calories (comme au Bangladesh, au Maroc et au Mexique).

Les statistiques de production établies par la FAO montrent bien d'ailleurs l'importance quantitative de ces groupes d'aliments par rapport aux fruits (tableau 1).

Cependant, un régime alimentaire qui serait fondé uniquement sur des céréales et des féculents aboutirait non seulement à une carence calorique, mais aussi à des carences minérales et à des avitaminoses comme le montre le tableau 2.

Une diversification de l'alimentation est donc nécessaire. Les fruits, dont la pulpe est en général peu riche en matières grasses (exception faite de l'olive et de l'avocat), sont par contre assez riches en glucides; certains d'entre eux, comme la datte et la châtaigne, ont même une grande valeur énergétique.

Tableau 1. Production dans les pays en développement (1980)

Type de produit	Tonnage (en milliers de t)
Céréales	811 381

Racines et tubercules	325 494
Fruits	165 835

Source: FAO, Annuaire de la production, vol. 35, 1981.

Mais c'est essentiellement sur le plan des vitamines et des sels minéraux que les fruits jouent un rôle nutritionnel prépondérant. Leurs technologies de transformation devront donc préserver au maximum ces qualités nutritionnelles, notamment en ce qui concerne:

- les apports minéraux:

- potassium (surtout olive, avocat, figue, datte, fruits secs);
- phosphore (noix de cajou);
- calcium (agrumes, datte, olive);
- magnésium (banane, figue).

- les apports vitaminiques:

- vitamine C (surtout agrumes, kiwi, goyave, châtaigne);
- provitamine A (kaki, mangue, avocat);
- vitamine B1 (banane, figue, châtaigne);
- vitamine PP (datte, figue, avocat).

Tableau 2. Type de carences dans les régimes alimentaires de base des pays en développement

Insuffisance de l'apport	Régime à base de céréales et féculents	Régime à base de céréales
Vitaminique A	oui	oui
Vitaminique B1	oui	oui (plus ou moins éliminés par le traitement du grain)
Vitaminique B2	oui	oui
Vitaminique C	Perte sensible selon le traitement des tubercules	oui
Vitaminique PP	Variable selon les céréales et tubercules	Variable selon les céréales
Minéral Potassium (K)	oui	oui

De nombreux problèmes se posent toutefois quant à l'apport régulier de ces micronutriments dans l'alimentation quotidienne des populations des pays en développement, car les fruits sont des denrées particulièrement périssables et saisonnières qui subissent après récolte des pertes de nature:

- **quantitative:** ces pertes sont très importantes et difficiles à estimer (elles dépendent du pays et de l'espèce fruitière considérée, des conditions locales de transport et de stockage, du climat, etc.). Les pertes après récolte de la production mondiale fruitière avoisinent 40 pour cent. Celles de la production de mangues sont particulièrement élevées dans les pays en développement;

- **qualitative, dues à des dégradations d'origine:**

a) microbiologique: les fruits sont naturellement acides pour la plupart. Or, les levures et les moisissures se développent rapidement lorsque le pH

atteint 4,5, provoquant des fermentations et des modifications gustatives (pH = indice d'acidité);

b) chimique: la poursuite de l'évolution physiologique des fruits se traduit par un ramollissement de texture et une perte pondérale (eau, sucre);

c) enzymatique: Les enzymes présents dans les fruits ou apportés par les micro-organismes provoquent des altérations de couleur et de texture.

La grenadille, par exemple, doit être transformée immédiatement après récolte ou sinon stockée à basse température (inférieure à 6,5°C) et à forte humidité relative (85-90 pour cent). La goyave, le litchi et le corossol sont sujets à d'importantes dégradations (brunissement enzymatique, pertes par transpiration, attaques fongiques) s'ils ne sont pas rapidement transformés.

Les causes de pertes sont nombreuses. Les principales d'entre elles sont énumérées ci-après:

- le caractère saisonnier des périodes de récolte de la majorité des fruits tropicaux entraîne une saturation des marchés régionaux pendant des laps de temps courts. Le surplus de production est gaspillé faute de pouvoir être conservé pour être commercialisé pendant les périodes de pénurie. Le tableau 3 indique, à titre d'exemple, quelques périodes de production particulièrement courtes pour certains pays et certains fruits.

- le stockage des fruits après récolte est en général fait dans de mauvaises conditions, à l'air libre ou dans des locaux insalubres, de taille inadaptée et n'offrant aucune protection contre les divers ravageurs (insectes, oiseaux, rongeurs et chauves-souris frugivores). Par exemple, en Afrique tropicale et en Inde, différentes espèces de papillons piqueurs attaquent des fruits très divers

(mangues, agrumes, goyaves, bananes, avocats) et peuvent causer des pertes d'ordre de 60 pour cent;

- le stockage en vrac provoque des altérations des couches inférieures des fruits (pourriture des agrumes en entrepôt, par exemple) pouvant entraîner une contamination en chaîne du stock;

- le transport et la manutention des fruits sont souvent inadaptés (taille et hygiène des véhicules, infrastructures routières, transports en vrac et longues distances augmentent les risques de dégradation).

Tableau 3. Périodes de récolte de certains fruits

Pays	Fruits	Périodes de production
Cameroun	Corossol	Juin-juillet
Sénégal	Tamarins	Avril-mai
Madagascar	Jujubes	Juillet
République centrafricaine	Goyaves	Juillet-août-septembre
Réunion	Litchis	Décembre-janvier
Equateur	Mangues	Décembre-janvier
Guyane française	Ananas	Juin-juillet

Source: MULAT, Calendrier de production des espèces fruitières (R.A. 1968)

La transformation des fruits est un moyen de réduire ces pertes quantitatives et qualitatives et permet de prolonger leur conservation, avec les conséquences suivantes:

- formation, à partir des excédents de production, de stocks tampons de produits

transformés qui pourront être consommés pendant toute l'année;

- limitation des dégradations microbiologiques, chimiques et enzymatiques (par exemple, lutte contre les bactéries par acidification des fruits à pH élevé, lutte contre les moisissures et les levures par destruction partielle de la chaleur, lutte contre le blanchissement et flétrissement par cuisson, lutte contre les enzymes par blanchiment, sucrage ou acidification, etc);

- annulation de l'action néfaste des ravageurs pendant le stockage et réduction des chocs mécaniques pendant le transport grâce au conditionnement des fruits transformés.

Outre ces conséquences d'ordre alimentaire, la transformation des fruits peut avoir un impact socio-économique très important dans les zones rurales et urbaines défavorisées des pays en développement.

1.2 Stratégie nationale

Devant l'éventail des orientations technologiques et des échelles de production et compte tenu des priorités nationales et régionales, les gouvernements doivent établir une stratégie directionnelle visant la satisfaction optimale des besoins de leurs différentes populations.

En ce qui concerne les fruits, plusieurs systèmes destinés à satisfaire des marchés différents - comme les besoins des villes, l'alimentation des zones rurales ou l'exportation - peuvent fort bien cohabiter.

Il est toutefois 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 actuels et prévisionnels;**
- **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 en produits frais et en intrants, ainsi que des circuits de distribution des produits transformés;**
- **la mise en place d'une structure d'information, de vulgarisation, de formation et d'encadrement sur le terrain;**
- **la stratégie de commercialisation à déployer en tenant compte de l'influence des marchés captifs institutionnels (écoles, armée, hôpitaux, etc.);**
- **l'aide à la recherche et au développement pour le perfectionnement des technologies améliorées mises en place et les innovations dans ce domaine.**

1.3 Importance du choix technologique

La transformation des produits agricoles est directement reliée, en amont, au système de production. En assurant un débouché aux produits frais, elle contribue à stabiliser la population agricole et l'incite à adapter sa production, en quantité et en qualité, aux besoins du marché.

En aval, la transformation est reliée au système de consommation puisqu'elle dépend, pour un bon écoulement des produits finis, des habitudes alimentaires de la population et de ses revenus. En revanche, elle peut amener les consommateurs à modifier en partie leurs habitudes alimentaires en leur proposant des produits nouveaux. Enfin, elle est assujettie à l'action des agents extérieurs au système (Etat, sociétés, constructeurs de matériels, etc.).

Le 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 consommation propre et commercialisent l'excédent de récolte en l'écoulant après l'avoir transformé, en vue d'acquies des revenus marginaux. L'échelle de vente est donc réduite au quartier ou 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 en général très facilement 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, importes le plus souvent, haute intensité de capital, et requiert une main-d'oeuvre spécialisée. Il est souvent établi en zone urbaine ou portuaire et vise principalement 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 (nombre de consommateurs potentiels, niveau de revenu) qui absorbera les produits en aval, 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 paraissent 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 à 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 à la production d'aliments bon marché, à la portée des populations à 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 à l'encontre des entreprises agro-industrielles à 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 à l'étude des techniques de transformation applicables à l'échelle artisanale ou mini-industrielle et laisse de côté les techniques industrielles sur lesquelles de nombreux ouvrages sont disponibles.

1.4 Choix des produits à transformer

Il a été nécessaire de limiter cette étude à une série de fruits tropicaux (tableau 4) choisis en fonction de critères précis:

- fruits consommés en grandes quantités soit à l'état frais, soit à l'état transformé, dans les zones rurales et urbaines défavorisées des pays en développement, et cela d'autant plus que leur période de récolte est courte (on tiendra compte de la répartition des périodes de production des fruits dans le temps et par pays lors de l'étude de la conception d'unités polyvalentes);

- fruits très périssables et sujets à d'importantes pertes après récolte par suite de l'absence de structures de transformation; fruits constituant un apport nutritionnel important (sels minéraux, vitamines);

- fruits ne donnant pas obligatoirement lieu, par les procédés de transformation qui leur sont appliqués, de produits de consommation de luxe;

- enfin, fruits pour lesquels il existe une demande potentielle pour un ou plusieurs types de transformation.

Le tableau 5 fait état des critères de sélection de certains fruits types qui ont été choisis pour illustrer l'étude des différents procédés de transformation faisant l'objet des chapitres qui suivent. Les autres fruits ne seront pas négligés pour autant, des indications leur étant consacrées en cas de nécessité.

Tableau 4. Classification des fruits étudiés

Fruits charnus			Fruits semi-charnus	Fruits composés	Syncarpes et sycones	Fruits secs	Gousses
Drupes (Fruits à noyau)	Baies (Fruits à pépins)	Faux fruits					
Mangues Olives Avocats Noix de coco Jujubes Pêches Prunes mombin	Dattes Agrumes (oranges) (kumquats) Kakis Raisins Papayes Poires Kiwis Melons	Pommes Pommes cajou	Bananes et plantains Grenadilles Litchis Duriens	Corossols Cachimans	Ananas Figs Fruits à pain	Anacardes Châtaignes	Tamarins

1.5 Choix des techniques de transformation

Dans l'optique d'une étude des sous-systèmes de transformation artisanal et semi-industriel définis dans la section 1.3, les technologies qui entrent en ligne de compte seront sélectionnées en fonction:

- de critères technico-économiques; on choisira par exemple des techniques ayant un faible coût d'investissement de production, fournissant des produits bon marché accessibles aux populations à faible revenu, ou des techniques de conception et d'utilisation simples ne faisant pas appel à une main-d'oeuvre très qualifiée;
- de critères socio-économiques; on adoptera par exemple des techniques se référant au savoir-faire traditionnel (tenant compte des habitudes alimentaires) en valorisant ses possibilités novatrices, ou encore des techniques utilisant les énergies, matières premières et ressources humaines disponibles sur place.

Les transfonctions retenues, regroupées en trois étapes unitaires de travail distinctes, traiteront successivement:

- des pré-traitements tels que lavage, triage, parage, blanchiment, préchauffage, tamisage, etc;
- des techniques de conservation par voie physique (séchage, pasteurisation), chimique (sucrage, addition de sel et de vinaigre) ou encore microbiologique (fermentations);
- des post-traitements tels que refroidissement, dessalage, conditionnements, etc.,

les techniques générales d'emballage faisant l'objet du chapitre 8.

Tableau 5. Caractéristiques de quelques fruits

	Production Répartition géographique	Perissabilité Pertes après récolte	Critères nutritionnels	Transformations
Agrumes	Très importante (oranges surtout)		Vitamine C	Boissons, etc.
Dattes	Importante (surtout au Proche-Orient)		Apport énergétique Apport minéral (Potassium et calcium)	Séchage, surtout
Mangues	Importante, dans toutes les régions	Oui	Vitamine A	Utilisation des fruits verts et mûrs
Goyaves		Oui	Vitamine C	Consommation importante de produits transformés (ex: pâte de goyave en Amérique latine)
Pastèques	Très importante	Oui		
Bananes et plantains	Très importante, large répartition		Apport énergétique Vitamine B1 Magnésium Source d'amidon (la	Nombreuses

			banane plantain est la base alimentaire en Ouganda et en Tanzanie)	
Olives	Bassin méditerranéen		Lipides Vitamine A Potassium Calcium (teneur presque identique à celle du lait de vache)	Spécifique de la conservation en saumure. Nécessite d'une transformation pour l'olive verte (amère et non directement consommable)
Ananas	Importante			Importantes
Tamarins			Apport glucidique Propriétés anti-scorbut et laxatives	Importance des boissons (Afrique et Amérique latine)
Grenadilles	Large répartition	Oui		Nécessite une transformation (forte teneur en acides). Arôme et saveur très appréciés
Litchis	Surtout en Asie tropicale	Oui		Période de récolte très courte (2 mois) d'où nécessite d'une transformation pour l'approvisionnement en période de pénurie

1.6 Effets sur l'environnement

L'impact écologique, énergétique, économique et social des technologies considérées dans le présent dossier technique est traité au chapitre 10; les cas particuliers spécifiques à chaque produit seront toutefois exposés dans les chapitres concernant leur

transformation.

Il s'agit en fait de tirer le meilleur parti des ressources naturelles et des matières premières disponibles, de manière ce que la technologie employée s'intègre au milieu de la façon la plus harmonieuse possible. Il faut, cette fin, considérer:

- la compatibilité du processus de transformation avec les sources d'énergie disponibles de la zone considérée;**
- le recyclage des déchets en vue de l'alimentation animale, de la fabrication de matériaux de construction, de la production de combustibles (charbon de bois, alcool, méthane) ou d'éléments fertilisants pour les cultures, ainsi que d'autres utilisations industrielles spécifiques, comme l'extraction de pectines et d'huiles essentielles partir d'écorses d'agrumes et de mangues, mais qui font souvent appel des technologies de pointe;**
- 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, si possible, 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 fruits s'adresse non seulement aux décideurs gouvernementaux responsables de la définition des stratégies nationales, aux investisseurs locaux et aux artisans (fabricants de matériels) responsables de la transformation des produits agricoles, 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.

Les technologies et les produits transformés qui vont être étudiés sont présentés schématiquement dans le tableau 6.

Tableau 6. Fruits et techniques de transformation

Techniques de transformation	Fruits charnus			Fruits semi-charnus	Fruits composés	Syncarpes et sycones	Fruits secs	Gousses
	Drupes (fruits  noyau)	Baies (fruits  pépins)	Faux fruits					
Séchage								
- fruits secs	Abricots Mangues Noix de coco	Kakis Dattes Raisins Papayes		Bananes Litchis		Ananas Figues	Anacardes Châtaignes	
- farines		Dattes		Bananes			Châtaignes	
Sucrage								
- confitures, marmelades	Mangues Abricots	Pastèques Agrumes Goyaves Kiwis Kakis Melons	Pommes Pommes de cajou	Bananes Litchis	Corossols	Ananas Figues	Châtaignes	Tamarins

- gelées	Mangues	Goyaves Kakis		Grenadilles	Corossols			
- potes de fruits	Mangues	Goyaves Agrumes Dattes	Pommes	Bananes		Figues		
- sirops	Noix de coco	Agrumes	Pommes de cajou	Grenadilles		Ananas		Tamarins
- fruits confits	Mangues Olives Abricots	Agrumes Kumquats Papayes Melons Pastèques Kiwis Raisins	Pommes de cajou	Bananes		Ananas Figues	Châtaignes	

Chaleur (pasteurisation)

- jus et nectars	Mangues Abricots	Agrumes Goyaves Raisins Pastèques Papayes	Pommes Pommes de cajou	Grenadilles		Ananas		Tamarins
- purées et compotes	Mangues Abricots	Agrumes Papayes Goyaves	Pommes	Bananes			Châtaignes	
- fruits au naturel et au sirop	Mangues Abricots	Papayes Goyaves Agrumes	Pommes Pommes de	Litchis		Ananas Figues	Châtaignes	

		Raisins Pastèques Melons Dattes	cajou					
--	--	--	-------	--	--	--	--	--

Sel et vinaigre

- sans fermentation (sel)	Olives							
- avec fermentation: sel	Olives	Agrumes (corces)						
sel + vinaigre (pickles)	Mangues (vertes) Abricots	Pastèques Melons Goyaves Agrumes Raisins	Pommes					
sucré + sel + vinaigre (chutneys)	Mangues (vertes) Abricots	Melons Goyaves Raisins	Pommes de cajou			Figues		Tamarins

Fermentation

- vin	Mangues	Dattes Agrumes Raisins	Pommes de cajou	Bananes		Ananas		Tamarins
- bière				Bananes et plantains				

- vinaigre	mangues	Dattes	Pommes	Bananes	Corossos	Ananas		
		Agrumes						
		Goyaves						


















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



Conservation des Fruits à Petite Échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

➔ CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS

-  2.1 Généralités
-  2.2 Triage
-  2.3 Nettoyage et lavage
-  2.4 Pesage
-  2.5 Calibrage
-  2.6 Epluchage
-  2.7 Parage
-  2.8 Dénoyautage, dépipage
-  2.9 Découpage
-  2.10 Pressage
-  2.11 Broyage
-  2.12 Extraction par diffusion
-  2.13 Tamisage
-  2.14 Clarification - débouillage
-  2.15 Blanchiment et cuisson



2.16 Traitement par agents de conservation

2.17 Dégorgement

Conservation des Fruits et Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

CHAPITRE 2. PRETRAITEMENTS

2.1 Généralités

Les fruits destinés à être transformés selon les divers procédés qui seront étudiés doivent subir auparavant une série de prétraitements ayant pour but de les rendre aptes à la consommation et prêts à alimenter la chaîne de transformation choisie.

Ces techniques de préparation interviennent en plusieurs étapes qui dépendent de l'espèce fruitière et du mode de conservation.

2.2 Triage

Principe

Le triage a pour objet l'obtention de fruits de maturité homogène, d'une part, et l'élimination des fruits altérés et des débris foliacés, d'autre part. Le triage "maturité" se fait principalement en fonction de l'uniformité de couleur et de fermeté. Les fruits sont dirigés sur diverses lignes de transformation selon leur degré de maturité.

C'est ainsi que les fruits mûrs et à chair ferme sont transformés en pulpe, les fruits de maturité avancée mais sains en purées et en compotes. Les fruits verts peuvent être dirigés vers la ligne "confitures", tandis que ceux de maturité normale sont séchés ou transformés en jus, etc.

Matériel

Au stade artisanal, le triage est effectué manuellement soit sur une table normale en bois ou en acier inoxydable, avec des paniers situés en dessous et permettant de recueillir les fruits à éliminer, soit sur une table métallique grillagée à mailles serrées.

Au stade semi-industriel, le triage peut également s'effectuer sur un tapis roulant caoutchouc constitué d'un grillage métallique.

2.3 Nettoyage et lavage

Principe

Ces opérations ont pour but d'éliminer les impuretés (feuilles, terre), les résidus de produits chimiques pulvérisés avant récolte et les micro-organismes superficiels.

Le nettoyage consiste en un brossage à sec des fruits avec ou sans aspersion d'eau.

Le lavage est un traitement effectué :

- soit par trempage avec ou sans agitation, dans de l'eau additionnée de sel (1 à 10 pour cent) ou dans une solution de lessive de soude (0,1 à 5 pour cent). Dans les deux cas, un rinçage soigneux doit suivre le lavage;

- soit par aspersion ou vaporisation d'eau. La température du bain varie selon les fruits et la transformation choisie. L'agitation des bains de lavage diminue le temps de traitement et augmente son efficacité.

Ces deux procédés peuvent être utilisés en alternance (par exemple, aspersion puis trempage de quelques minutes), mais dans les deux cas, l'eau utilisée doit, dans toute la mesure du possible, être propre, fraîche et potable.

Matériel

Le nettoyage est effectué manuellement au moyen de brosses ou de rouleaux recouverts de tissu.

Le lavage par trempage est réalisé dans des bassines ou des bacs munis de passoirs ou de paniers métalliques ou en plastique (figure 1). L'eau doit être changée régulièrement pour assurer la propreté des fruits et peut être agitée mécaniquement ou par simple mise sous pression de l'eau.

Le lavage par aspersion peut se faire:

- au moyen de tuyaux ou de rampes de jets d'eau sous pression orifices fins; tuyaux et rampes peuvent être mobiles. Les fruits arrosés sont disposés sur des claies grillagées ou des transporteurs (rouleaux ou grillagés) selon l'échelle de production choisie;
- dans un tambour rotatif actionné manuellement ou mécaniquement (figure 2): il s'agit d'un cylindre grillagé tournant autour d'un axe légèrement incliné situé au-dessous d'une rampe d'aspersion.

Cette méthode s'applique uniquement des fruits peu fragiles; plusieurs tambours peuvent être installés en série et être alimentés par des liquides différents (soude puis eau, par exemple).

La méthode par trempage nécessite des volumes d'eau importants et est donc moins économique, d'autant plus que plusieurs trempages successifs sont effectués dans la majorité des cas.

2.4 Pesage

S'il est effectué après triage ou lavage, le pesage est nécessaire pour valuer:

- la quantité obtenue en fruits débarrassés de tous déchets; et
- les proportions d'ingrédients divers (exprimés en kg pour cent de fruits) que l'on devra ajouter dans certains cas.

Le pesage peut également intervenir après pluchage, parage et dénoyautage ou pèpinage des fruits; il s'effectue à l'aide de balances.

2.5 Calibrage

Principe

Il consiste à sélectionner des fruits de même taille et de même poids dans le but d'assurer une présentation homogène du produit fini et une meilleure efficacité de la technique de conservation en facilitant notamment les transferts de calories au sein des fruits traités par la chaleur.

Il est inutile de calibrer les fruits destinés à être réduits en purée ou en jus, sauf si les étapes de la chaîne de transformation comportent des matériels nécessitant un calibrage préalable.

Les fruits de forme sphérique sont généralement calibrés suivant leur taille, les fruits de forme irrégulière en fonction de leur poids.

Matériel

Le calibrage pondéral est réalisé automatiquement par pesée des fruits un par un; il concerne par conséquent un stade semi-industriel. Un pesage manuel serait long et fastidieux.

Le calibrage volumétrique est effectué dans divers appareils dont les principes de fonctionnement sont expliqués ci-après et qui effectuent une sélection des fruits selon:

- le **diamètre**. Les fruits passent dans un tambour perforé d'orifices de diamètres progressivement croissants; c'est le cas des trommels simples (figure 3);
- la **largeur** ou la **longueur** (fruits non sphériques). Les fruits passent dans un tambour comportant des goulottes de section ayant une forme précise (figure 4); c'est le cas des calibreurs alvéolés;
- l'**épaisseur**. Les fruits passent entre deux rouleaux rotatifs dont l'écartement croît au fur et à mesure de l'avancement des fruits; c'est le cas des calibreurs rouleaux divergents (figure 5).

2.6 Epluchage

Principe

Cette opération consiste à éliminer la peau des fruits dans les cas où celle-ci n'est pas comestible ou constitue un obstacle à l'efficacité de la transformation appliquée.

Le décorticage sera traité sous cette rubrique, puisqu'il s'agit également d'éliminer l'enveloppe externe de certains fruits (notamment des fruits secs).

L'épluchage peut être réalisé de différentes façons:

- manuellement;
- mécaniquement; ou
- par voie chimique, c'est-à-dire par trempage dans un bain bouillant de soude

20 pour cent (20 kg de soude par 100 kg de solution) pendant un temps court. Dans ce cas, un rinçage ultérieur est nécessaire pour éliminer la solution de soude en excès et les peaux qui se sont détachées de la chair des fruits.

Le décorticage est réalisé manuellement à l'aide de divers outils.

Matériel

a) Epluchage manuel

Il s'effectue au moyen de couteaux ordinaires ou de couteaux éplucheurs qui rendent l'opération plus facile et permettent d'obtenir des épluchures d'épaisseur fine et régulière (figure 6).

Ces instruments doivent être en acier inoxydable pour éviter toute réaction d'oxydation entre le métal et les acides naturels des fruits.

b) Epluchage mécanique

Il s'effectue:

- par abrasion, dans le cas de fruits résistants à l'écrasement (agrumes, par exemple), dans des appareils en acier inoxydable constitués d'un cylindre tournant à 40 tours/mn et muni d'un revêtement interne abrasif ou de pales en bois. L'évacuation des déchets est assurée par l'eau. Ces appareils peuvent traiter 120 kg/h (figure 7); ou
- par dépulpage, c'est-à-dire par écrasement de portions de fruits sur une grille (figure 8).

L'épluchage mécanique conduit à l'obtention d'une pulpe ou de cubes de section

identique à celle des orifices de la grille. Il ne convient donc que pour les procédés de transformation applicables à des fruits devant être réduits à l'état de purée (c'est le cas des lignes pulpes, compotes et marmelades et de la transformation des plantains en farine, etc.).

Certaines centrifugeuses à panier perforé rotatif et couteaux trancheurs fixes permettent d'assurer ce dépulpage.

c) Epluchage chimique

Les récipients de trempage sont les mêmes que ceux illustrés par la figure 1. Ils doivent résister à l'action de la soude. Le rinçage s'effectue par trempage ou aspersion, avec de l'eau fraîche et potable.

d) Décortiquage

Il peut s'opérer:

- par percussion, c'est-à-dire martèlement manuel au moyen de marteaux ou de pierres. Dans le cas de l'anacarde, par exemple, une personne peut obtenir 4 à 10 kg d'amandes décortiquées par jour; ou

- par cisaillement, au moyen de cisailles manuelles (dans ce cas le rendement est le même) ou, dans le cas spécifique de l'anacarde, au moyen de pinces brésiliennes (le rendement est de 25 à 40 kg d'amandes par jour pour deux personnes) ou de pinces à vis (figures 9a et 9b).

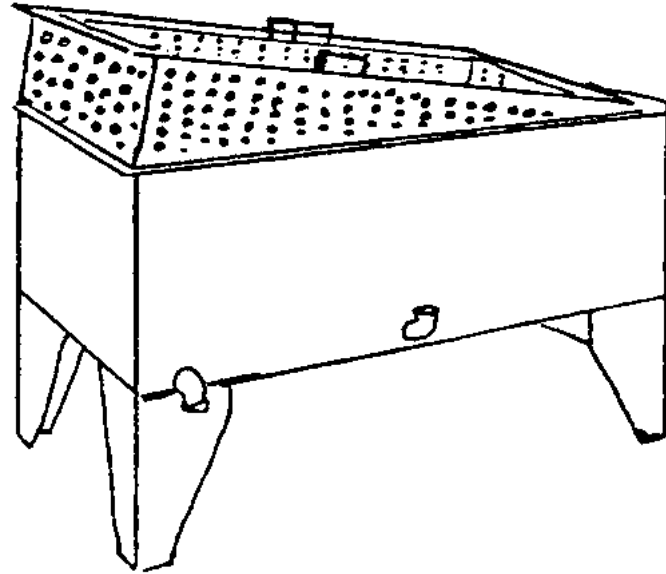


Figure 1. Bac de lavage ♦ panier perfor♦

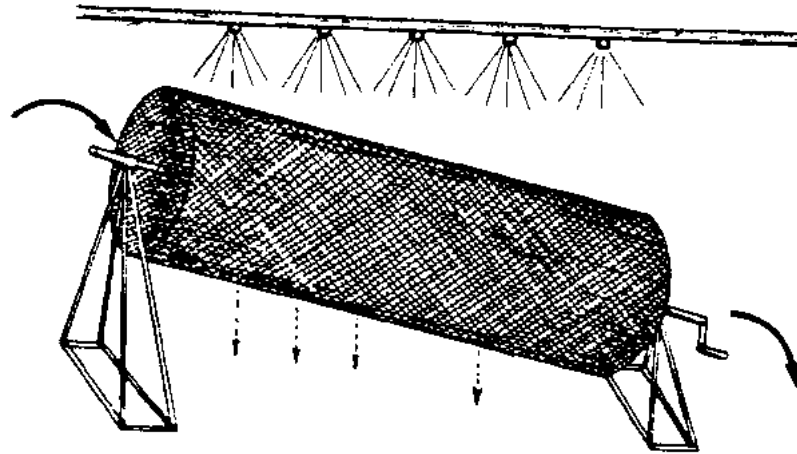


Figure 2. Laveur ♦ tambour rotatif actionn♦ ♦ la main

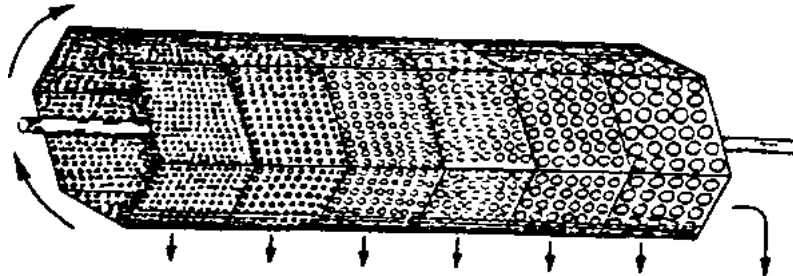


Figure 3. Trieur trommel ♦ t♦les ♦paisses

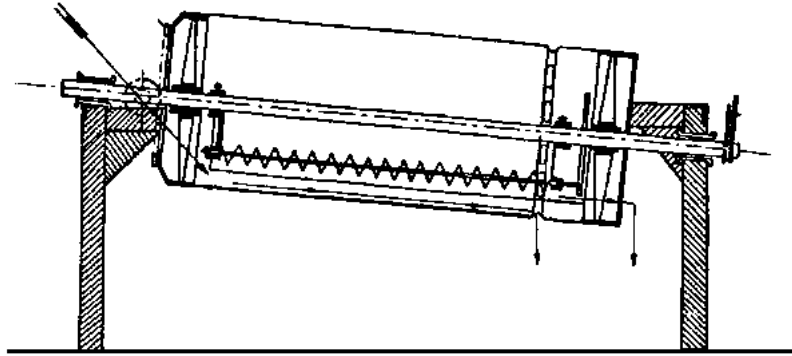


Figure 4. Trieur alvéolaire (Coupe longitudinale)

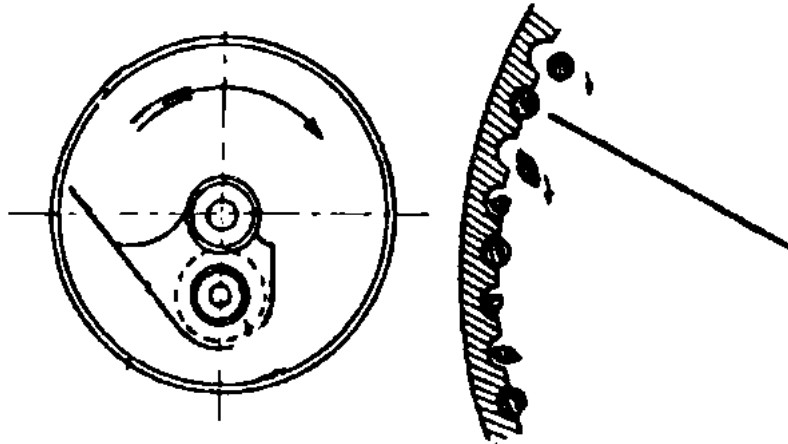


Figure 4. Trieur alvéolaire (Coupe transversale et détail)

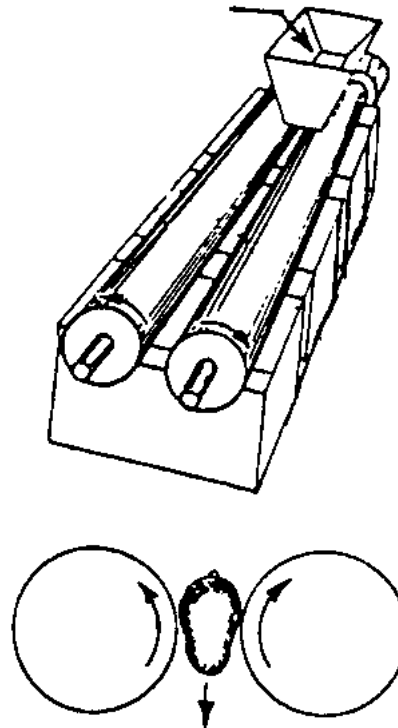


Figure 5. Calibreur ♦ rouleaux divergents



Figure 6. Matériel pour l'expluchage manuel

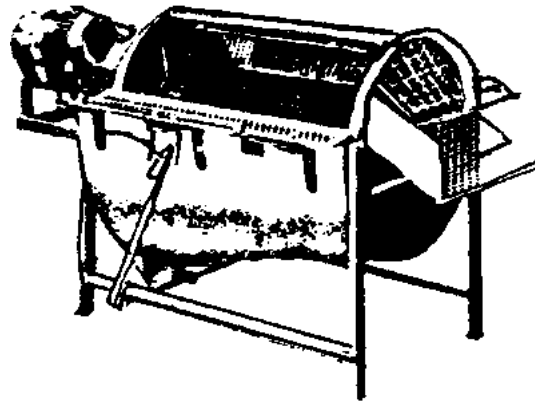


Figure 7. Epluchage par abrasion

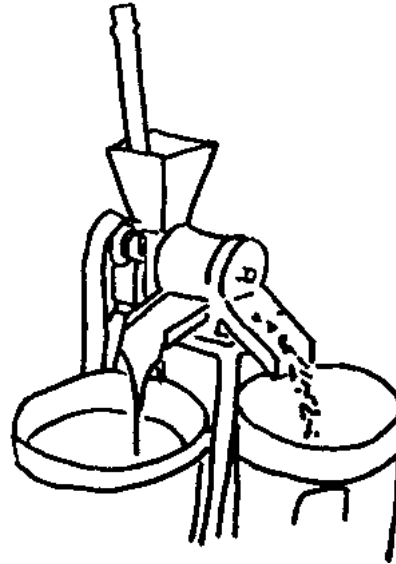
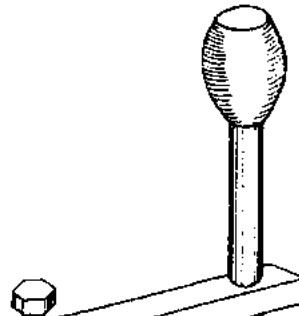


Figure 8. Epluchage par \diamond pulpage



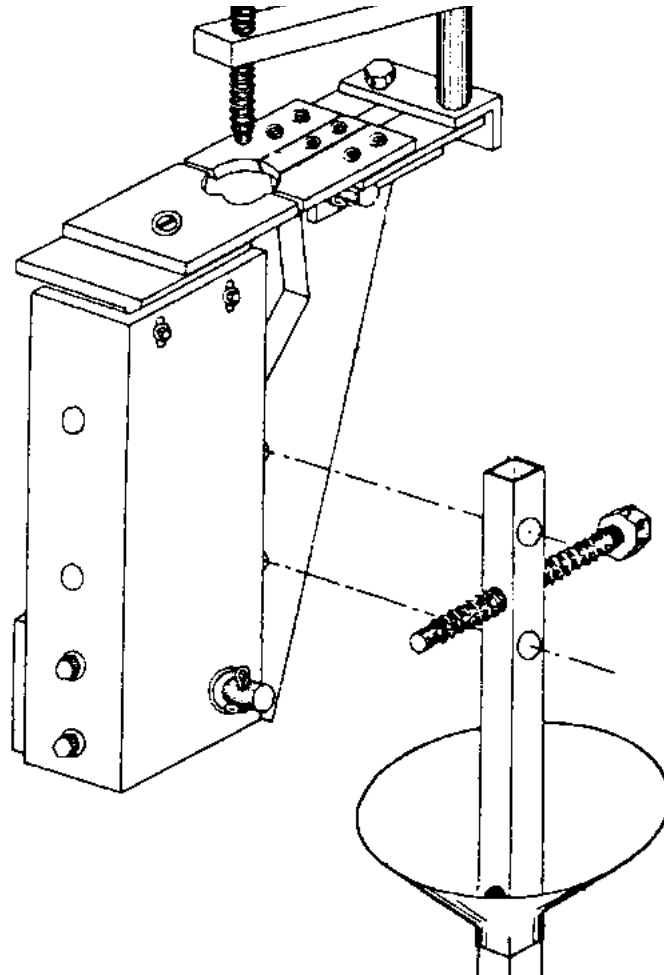




Figure 9a. D  **corticage par cisaillement (Pince**  **vis)**

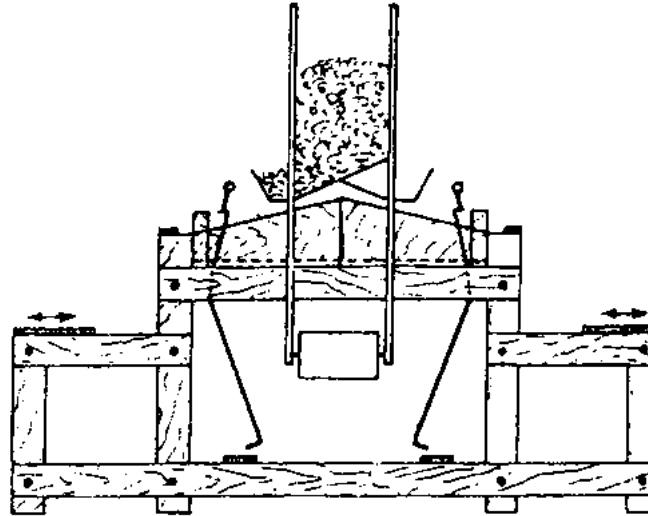


Figure 9a. D  **corticage par cisaillement (Etabli pour d**  **corticage**  **la pince)**

L'enveloppe des noix de coco peut  **tre tranch**  **e**  **la hache ou**  **la machette.**

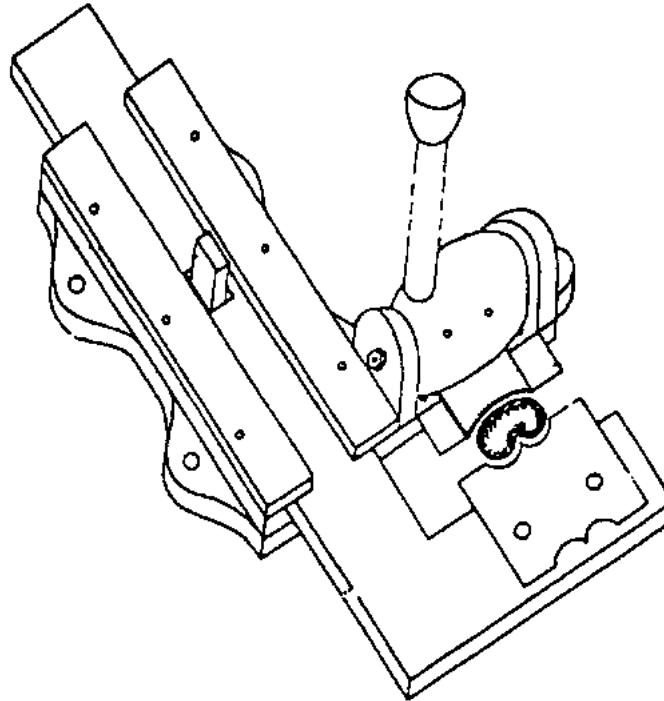


Figure 9b. Pince brésilienne

Cas particuliers

Certains fruits comme les abricots, les figes, les raisins, les olives et les dattes ne sont pas pluchés. Les autres fruits le sont presque toujours, sauf dans certaines transformations comme la fabrication des fruits confits où l'on conserve quelquefois la

peau.

L'émpluchage manuel, qui nécessite peu de matériel et convient à tous les fruits, est souvent le plus pratique et le plus rentable bien qu'il entraîne des pertes de pulpe considérables.

L'émpluchage par dépulpage peut très bien s'appliquer aux fruits fragiles (grenadilles) destinés à être transformés en purée.

L'émpluchage chimique est effectué sur des produits à peau fine (avec des concentrations en soude de 5 à 10 pour cent) ou sur des fruits à peau épaisse (avec des concentrations allant jusqu'à 20 pour cent). On procède de cette manière avec les abricots et parfois aussi avec les mangues, les kiwis, les pommes, les litchis, les pommes de cajou, etc.

Exemples d'émpluchage chimique:

Pommes: soude à 10-15 pour cent, temps de trempage 20 à 30 secondes

Litchis: soude à 20 pour cent, 3 minutes.

On peut également combiner parfois émpluchage et blanchiment (les litchis peuvent être émpluchés par trempage dans l'eau à 90°C).

Le décorticage s'applique aux tamarins, aux châtaignes, aux noix de coco et aux anacardes. Ces derniers nécessitent toujours, avant décorticage, un traitement à la chaleur pour fragiliser les coques par expulsion du baume contenu dans les noix et les libérer de l'amande. Cela se fait par torréfaction (grillage) ou par trempage (friture) dans un bain de baume bouillant, ou encore par passage dans un courant de vapeur.

Le grillage est peu utilisé, car il provoque une perte de baume, un roussissement des amandes et une pollution de l'atmosphère. Lorsqu'il a lieu, il se fait à petite échelle dans

un cylindre de tôle rotatif constitué de fûts vides soudés, actionné manuellement et chauffé par un feu de coques d'anarcades. Le cylindre mesure de 4 à 5 m de longueur et de 60 à 80 cm de diamètre (figure 10a).

La friture au baume peut se faire:

- dans une friteuse alimentée manuellement en discontinu, constituée d'un bac à panier métallique adaptable, avec une plaque d'acier pour maintenir le panier immergé. Cet appareil traite 1,2 tonne de noix brutes en 16 h; ou

- dans une friteuse discontinue à trois cuves en tôle d'acier disposées en série et chauffées respectivement à 150, 160 et 170° C par un feu de coques. Un palan sur rail permet de faire passer 10 kg de noix dans un panier d'une cuve à l'autre (avec trempage d'une minute par cuve) (figure 10b). Un essorage sur tôle perforée est effectué en fin de cuisson.

La cuisson à la vapeur pendant 30 mn est effectuée dans des appareils de blanchiment.

Les noix de coco doivent être débarrassées ou débarrassées avant débarrassage. On enlève leur enveloppe fibreuse externe (bourre) grâce à une machette, une hache ou un pieu (figure 11). On effectue ensuite un triage des noix pour éliminer les noix germées, endommagées ou non mûres et l'on fend les coques à la machette. Un opérateur peut fendre manuellement 1 500 à 2 000 noix en 8 h.

2.7 Parage

Principe

Il consiste à éliminer les parties abîmées ou les parties non consommables des fruits, à l'exception du noyau et des pépins (par exemple le cœur de l'ananas), qui pourraient

dénaturer la saveur du produit fini et altérer ses qualités organoleptiques.

Matériel

On se sert de couteaux en acier inoxydable (figure 6) ou de couteaux de forme plus adaptée pour l'étrégnonnage ou l'écoeurage de certains fruits (figure 12).

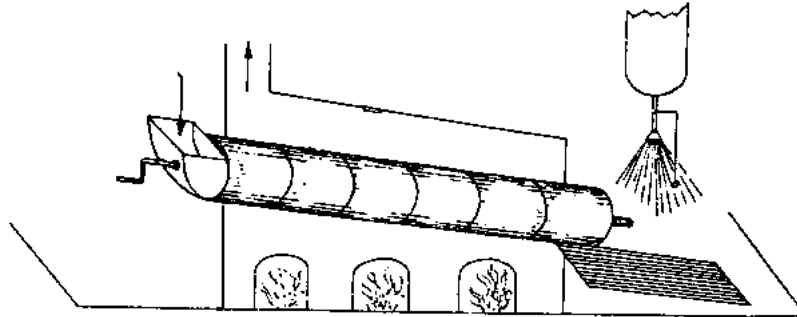


Figure 10. Traitement des anacardes à la chaleur: a) Cylindre rotatif de grillage

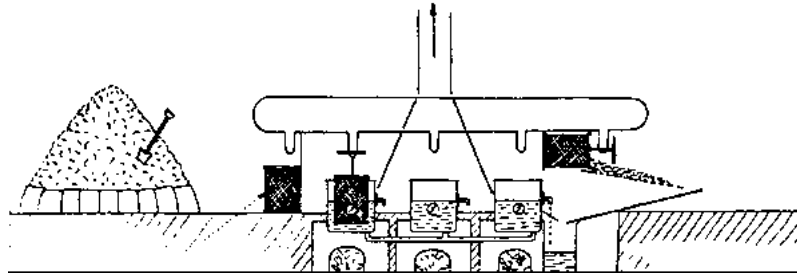


Figure 10. Traitement des anacardes à la chaleur: b) Friteuse discontinue à trois cuves de

baume

2.8 Dnoyautage, ppinage

Principe

Il s'agit d'liminer les parties non comestibles (noyaux et ppins) qui pourraient donner une amertume prononcée au produit fini si elles étaient traitées avec la chair des fruits. Selon l'espèce fruitière considérée, cette opération s'effectue avant ou après découpage des fruits en deux.

Matériel

Dnoyautage et ppinage sont souvent effectués manuellement (au stade artisanal) à l'aide de cuillères dnoyauteuses ou ppineuses, d'ustensiles ppineurs ou de dnoyauteurs ménagers à poussoir (figure 13).

Ces opérations peuvent également se faire mécaniquement: les dpulpeurs illustrés à la figure 8 permettent de séparer les ppins et les noyaux de la pulpe des fruits en même temps que les peaux. Les centrifugeuses-essoreuses comportent un panier rotatif percé d'orifices de dimension inférieure à celle des ppins ou noyaux et muni de batteurs ou de couteaux.

Cas particuliers

D'une façon générale, les drupes sont dnoyautées tandis que les baies sont ppinées (tableau 6).

La pomme de cajou est un cas particulier: son pdoncule charnu, appelé "pomme", doit être séparé de la noix extérieure au moyen d'un canif ou d'un fil de nylon.

Les raisins ne seront pas p pin s; on choisira, dans la mesure du possible, des variétés sans pépin. Les corossols et les grenadilles seront p pin s.

2.9 Découpage

Principe

Cette opération, qui vise à obtenir des morceaux de fruits d'épaisseur réduite et régulière, a pour but de diminuer les temps de traitement appliqués par la suite en facilitant les échanges de matière et de chaleur effectués au cours de ceux-ci (migration de l'eau pendant le séchage, pénétration de chaleur pendant l'appertisation, pénétration de sucre, de sel ou d'acide dans le cas des confitures, pickles, pâtes de fruits, etc.).

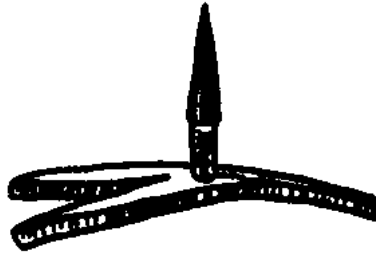
On favorise ainsi une meilleure conservation du produit fini tout en préservant ses qualités organoleptiques. Les fruits peuvent être découpés en morceaux de différentes formes (rondelles, tranches, cubes, oreillons).

Matériel

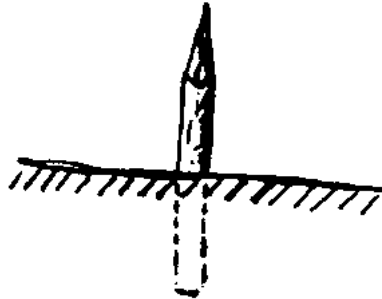
Le découpage s'effectue:

- manuellement, avec des couteaux en acier inoxydable ou des trancheurs à lames multiples (figure 14);**
- mécaniquement, avec des trancheurs coniques montés sur un axe rotatif entraîné par un motoréducteur d'une puissance électrique d'environ 125 W (figure 15).**

Figure 11. Pieux utilisés pour le défibrage des noix de coco



Figure



Figure

Figure 12. Matériel de parage



Figure



Figure

Ustensiles de peler



Figure

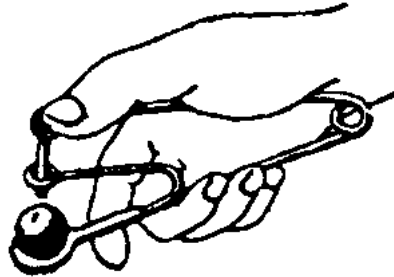


Figure

Figure 13. Matériel de dénoyautage et de pèlerinage



Cuillères pélineuse ou dénoyauteuse



Dénoyauteur de petits fruits

Cas particuliers

Tous les fruits charnus, semi-charnus et composés (tels que les figues et les ananas) peuvent être découpés manuellement au couteau. Les dattes et les raisins ne sont généralement pas découpés. Le trancheur à lames multiples s'applique plutôt à des fruits résistants à l'écrasement tels que les pommes, les bananes et les ananas. Il en va de même pour le trancheur mécanique, qui doit être utilisé avec des fruits à chair ferme de façon que le mouvement de rotation ne soit pas bloqué par une accumulation de puree de fruit entre la partie fixe et la partie mobile de l'appareil.

En cas de séchage ultérieur, l'épaisseur des tranches doit être comprise entre 7 et 10 mm.

Dans les autres types de transformation, l'épaisseur des tranches varie en fonction des fruits et de la transformation elle-même. On se référera aux indications données à ce sujet dans chaque chapitre.

2.10 Pressage

Principe

Cette opération a pour but d'extraire le jus des fruits tout en effectuant un tamisage de la pulpe. On obtient ainsi directement un jus de fruit clair et pulpeux, contrairement au broyage qui donne une purée.

Pêpins et noyaux doivent être préalablement éliminés pour ne pas enrichir le jus en tanins qui lui donneraient une astringence excessive.

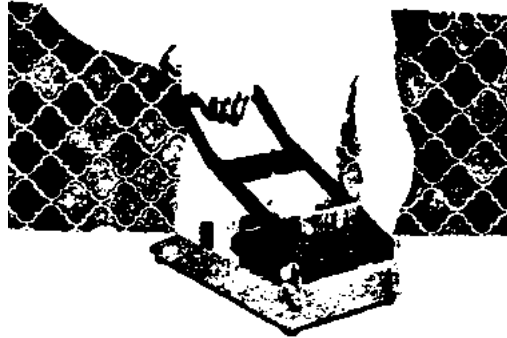
Le rendement en moût, c'est-à-dire en liquide obtenu par rapport aux fruits pressés, est de l'ordre de 70 à 80 pour cent pour les pommes et de 35 à 40 pour cent pour les agrumes.

Il est assez faible par rapport aux rendements obtenus par d'autres méthodes d'extraction (diffusion, broyage), mais la qualité du jus ainsi produit est bien meilleure. Le résidu (marc) est très riche en matières sèches.

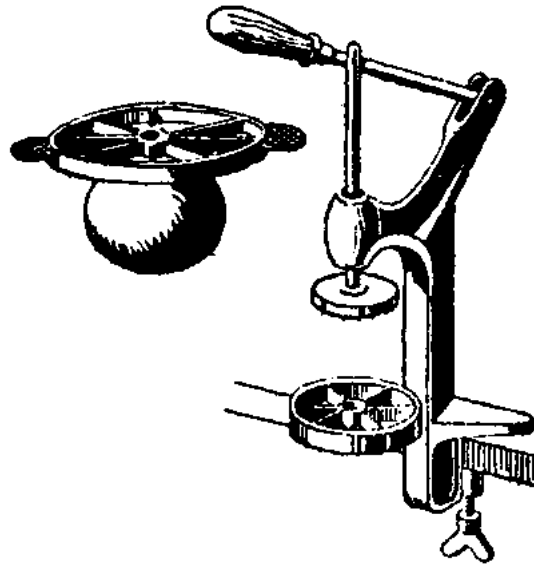
Matériel

L'extraction des jus de fruits peut se faire à l'aide de presses de différents types ou par centrifugation. Le moyen le plus simple et le plus primitif consiste à extraire le jus manuellement par torsion d'un sac de tissu grossier contenant la pulpe, ou encore par pression de sacs entre deux planches (figure 16). Mais le rendement est faible et le produit fini est de moindre qualité.

Figure 14. Trancheurs à lames multiples



Figure

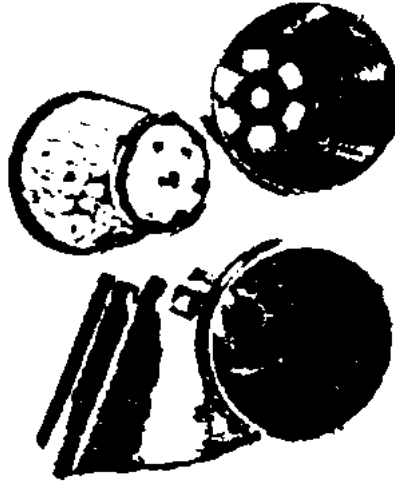


Figure

Figure 15. Tranchage mécanique



Figure



Figure

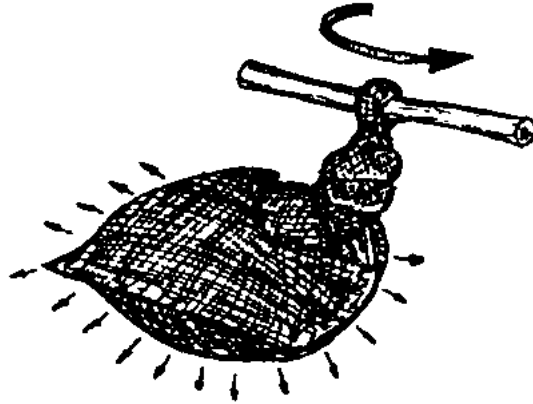


Figure 16. Pressage manuel: a) par torsion d'un sac

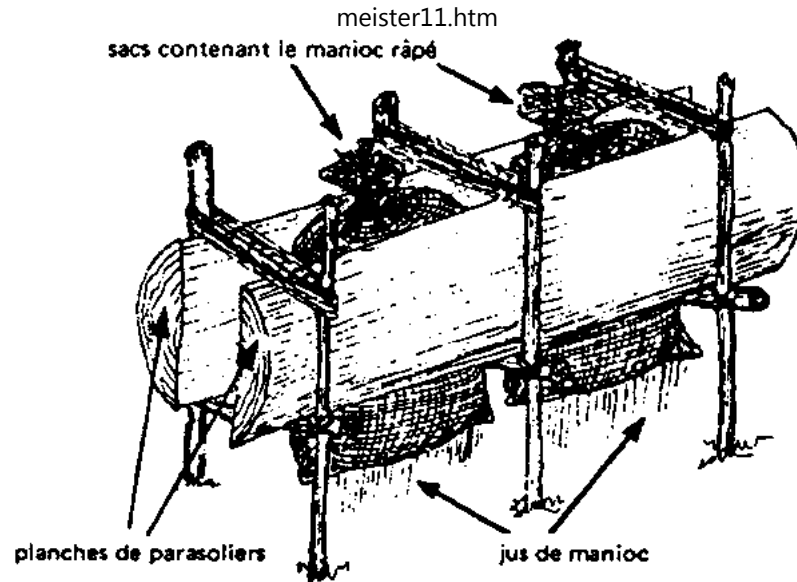


Figure 16. Pressage manuel: b) par pression entre des planches

A l'echelon artisanal, l'extraction des jus peut se faire:

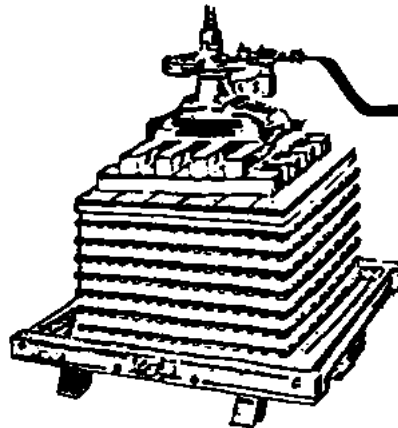
a) **en pressoirs discontinus.** Le rendement obtenu est bon et l'on obtient un jus en quelques minutes. Ce matériel nécessite cependant de longues et pénibles opérations de chargement et de déchargement des sacs contenant les fruits préparés ou la pulpe de fruits. La pression doit être appliquée lentement et progressivement pour éviter que le moût soit trop chargé en débris de cellulose (mauvaise filtration). La toile des sacs risque d'écarter si la pression est trop forte au début. Il y a plusieurs types de pressoirs discontinus, que l'on peut utiliser

séparément ou en association:

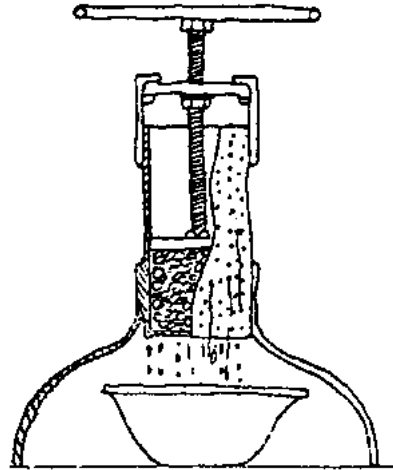
- presse vis (figure 17)

Une vis centrale, actionnée manuellement ou électriquement, pousse un plateau dans un mouvement descendant ou horizontal contre la masse à presser.

Figure 17. Presses vis



Figure



Figure

- presse ♦ levier (figure 18)

Un levier portant des poids provoque la descente d'un plateau contre la masse ♦ presser.

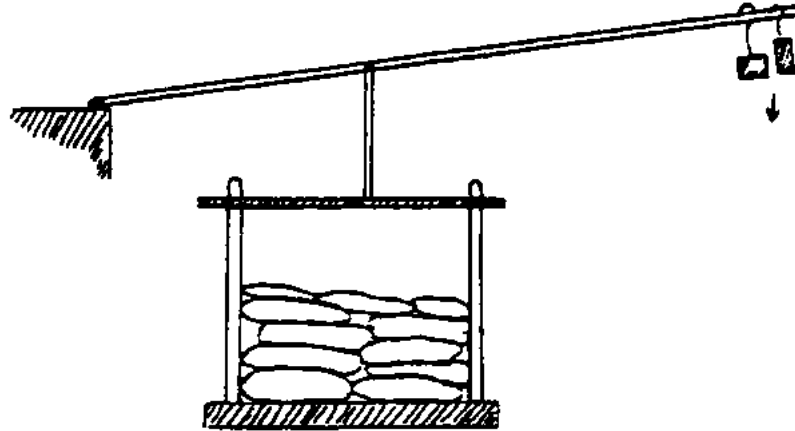


Figure 18. Presse \diamond levier

- presse hydraulique (figure 19)

Un piston central, actionné par une pompe \diamond huile ou \diamond eau, entraîne un plateau qui comprime fortement les fruits dans une cage cylindrique. On obtient un jus en 10 mn. La méthode convient particulièrement aux jus difficiles \diamond extraire.

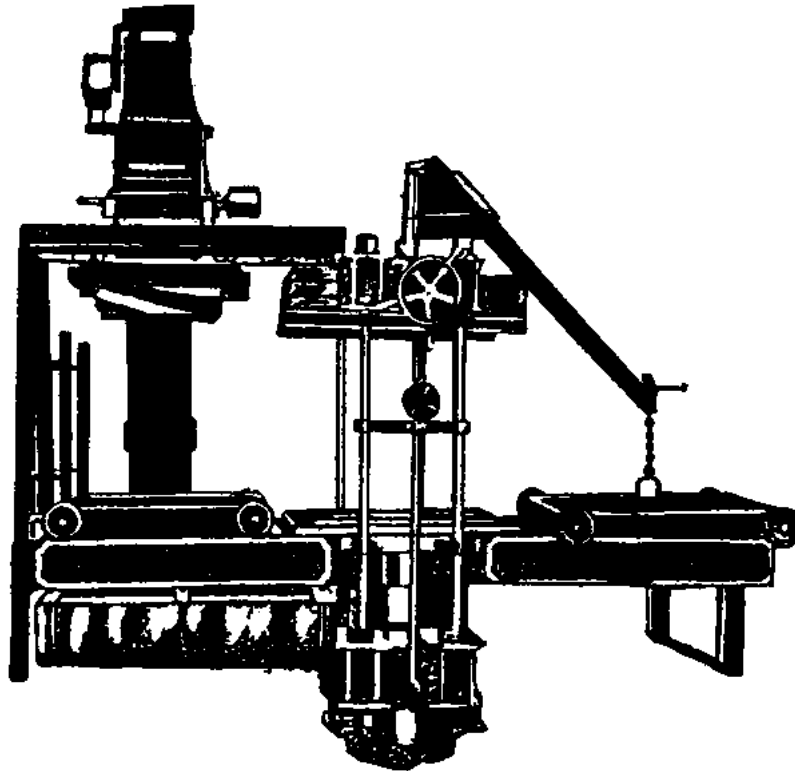


Figure 19. Presse hydraulique

Exemple de rendement dans le cas des pommes: 150 1/h avec un moteur de 4 CV.

- pressoir pneumatique

Une poche axiale en caoutchouc est gonflée d'air à l'aide d'un compresseur et s'applique contre la paroi interne d'une cage cylindrique en comprimant la pulpe qu'elle contient.

b) en pressoirs continus dont il existe deux types:

- presse à tapis

Une toile ou un tapis circule entre des rouleaux ou des plaques perforées. On utilise un moteur de 5 CV. Ces presses de construction simple ont un débit horaire plus important que les précédentes. Les problèmes qu'elles posent sont liés à l'usure du tapis et au débordement de la pulpe sur les côtés.

- presse à vis sans fin (figure 20)

Une vis hélicoïdale tourne à l'intérieur d'un tube perforé qui laisse passer le liquide. D'un prix élevé, ce matériel est robuste et facile à entretenir. (On peut avoir deux vis successives tournant en sens inverse.)

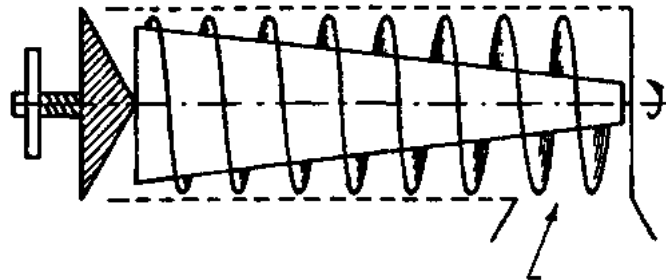
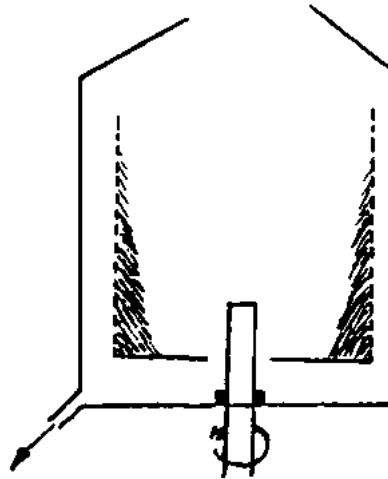
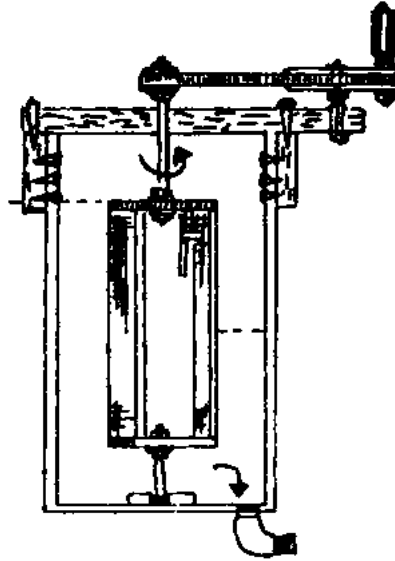


Figure 20. Presse vis sans fin

c) en centrifugeuses (figures 21 et 22) dans lesquelles la pulpe des fruits est pressée par la force centrifuge contre un tamis conique ou cylindrique rotatif, entraîné par un moteur, au travers duquel passe le jus.

Figure 21. Centrifugation**a) Essoreuse-centrifugeuse**



b) Essoreuse manuelle

Figure 22. Presse-agrumes



Figure



Figure

Le rendement de l'extraction est très bon et l'on obtient un jus clair en quelques secondes. La rapidité du processus permet une bonne préservation de la couleur et de l'arôme des fruits, car le jus n'a pas le temps de s'oxyder dans l'appareil. Mais le procédé est cher, requiert un usinage précis (grilles finement perforées) et un personnel qualifié. Il consomme de l'énergie et le matériel, sensible à l'usure mécanique, est aisément détérioré par des corps étrangers (pierres, etc.).

On trouve sur le marché :

- des essoreuses-centrifugeuses (figure 21a)

Les fruits sont introduits entiers dans un panier centrifuge conique perforé dont le centre est un trancheur "impeller" à deux lames fixes.

Exemple de rendement: 300 kg/h pour les grenadilles. Le procédé est applicable aux goyaves.

- des essoreuses manuelles (figure 21b) dont le rendement est évidemment très inférieur puisque la vitesse de rotation du tamis dépend de la main de l'homme et non pas d'un moteur. Il est préférable d'opérer avec des fruits déjà broyés ou pressés.

- des presse-agrumes manuels ou électriques (figure 22) ayant un rendement de 10 kg/h.

Cas particuliers

Les centrifugeuses sont surtout utilisées pour des fruits pépins tels que les grenadilles, les goyaves et les papayes. Les fruits à noyau représentent un danger de détérioration pour les grilles fines de ces appareils et peuvent être traités dans d'autres types de presses. Ces appareils sont somme toute assez polyvalents.

2.11 Broyage

Principe

Le broyage a surtout pour but d'obtenir un nectar ou une purée puisqu'il consiste à réduire la chair des fruits en une suspension épaisse homogène. Dans ce cas également, il faut prendre soin d'éliminer les pépins et les noyaux avant de broyer les fruits.

Le rendement à l'extraction est ici de 100 pour cent en pulpe, mais la qualité du jus

obtenu est inférieure. Le broyage intégral des fruits donne un produit inconsommable en raison de son amertume que l'on doit alors diluer, sucrer, puis éventuellement racidifier.

Les matières insolubles en excès doivent être retirées, si possible par tamisage. Le liquide obtenu est cependant très bon marché et son arôme est prononcé.

Le broyage s'applique également aux produits secs que l'on veut transformer en farine. Cette éventualité sera évoquée dans la section 3.4.3.

Matériel

a) **Broyage manuel.** Il se fait au pilon ou au mortier. Une personne peut broyer 50 kg de produit à l'heure.

b) **Broyage mécanique.** Le broyage mécanique des produits humides peut être réalisé dans plusieurs types de matériels:

- **broyeur à marteaux.** Plusieurs marteaux mobiles ou fixes sont disposés radialement sur un axe rotatif tournant à 1 000-1 500 tours/mn; le produit est ainsi forcé à travers une grille semi-circulaire perforée d'orifices de 3 à 5 mm de diamètre (figure 23). D'une grande robustesse, ce type de broyeur peut être fabriqué localement;

- **broyeur à meules.** Deux disques enduits d'abrasifs sont disposés l'un au dessus de l'autre. Le produit est broyé entre ces deux meules dont l'une (la meule dormante) est fixe, tandis que l'autre, située à la partie inférieure, est mobile;

- **broyeur à lames.** Un axe rotatif portant une série de lames disposées radialement est actionné manuellement ou par l'intermédiaire d'un moteur

(figure 24). Les lames peuvent être remplacées par des râteaux.

- **dépulpeur**. Le fruit passe au travers d'une grille (figure 8). Les dimensions des mailles varient en fonction du fruit traité :

bananes: mailles de 0,84 mm de diamètre;

goyaves: premier broyage avec des mailles de 0,76-0,84 mm, puis 0,43 et 0,51 mm;

corossols: 1,5 mm, puis 1,14 mm et 0,51 mm (trois passages).

Cas particuliers

Le broyage s'applique très facilement à des fruits tels que les pommes, les bananes, les ananas et même les agrumes. Le matériel employé a l'avantage d'être très résistant, peu coûteux et polyvalent et de pouvoir être construit localement.

L'extraction des jus de certains fruits peut relever d'autres méthodes spécifiques. C'est ainsi que les raisins sont pressés et que les tamarins subissent une extraction par diffusion.

2.12 Extraction par diffusion

Principe

On cherche à obtenir l'intégralité de l'extrait sec soluble des fruits par diffusion dans l'eau ou la vapeur d'eau.

Par rapport aux autres méthodes d'extraction du jus, ce procédé présente l'avantage d'avoir un rendement maximal en matières sèches contenues dans les fruits. Les qualités nutritionnelles du jus obtenu sont excellentes, la plus grande partie des vitamines

diffusant facilement dans l'eau.

Matériel

La diffusion de l'eau se fait dans des bacs munis de tuyaux et de vannes. L'eau peut circuler de contre-courant, de chaud ou de froid. Le rendement est fonction de la température, de l'épaisseur des morceaux de fruits et du temps de diffusion.

Malheureusement, les arômes diffusent difficilement car ils ne sont généralement que peu ou pas solubles dans l'eau. Il faut donc reconcentrer le liquide après extraction et lui restituer sa saveur.

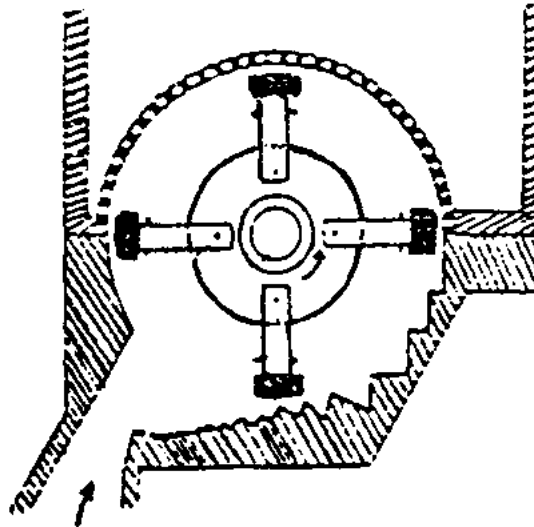
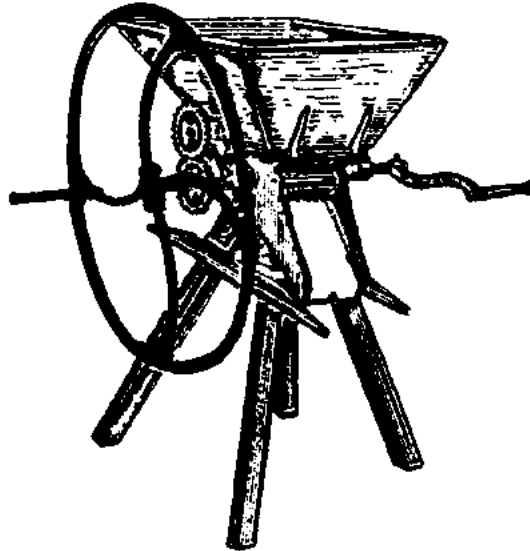
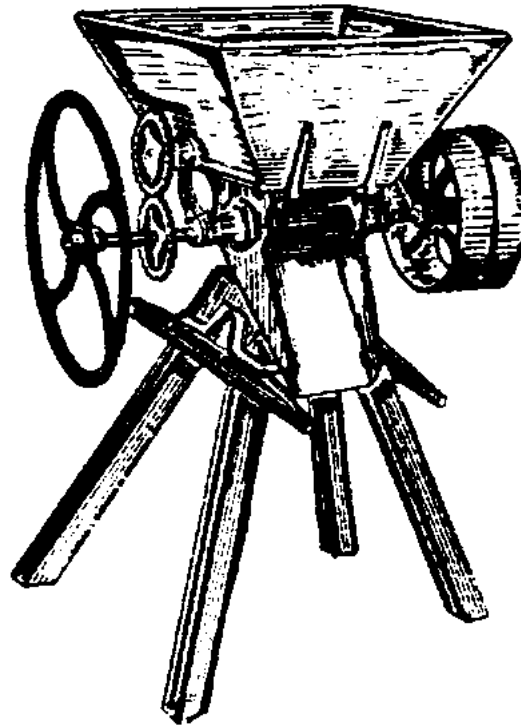


Figure 23. Schéma de principe du broyeur à marteaux

Figure 24. Broyeurs ♦ lames



Broyeur ♦ bras



Broyeur \diamond moteur

On procède comme suit. Une casserole est disposée au bain-marie dans une lessiveuse ou une grande marmite (figure 25a). On place les fruits \diamond traiter dans un linge très propre et on les recouvre d'un papier parchemin. Une \diamond tamine, qui joue le rôle de tamis pour le jus, est fixée au-dessous du linge retenant les fruits. On recouvre la lessiveuse d'un

couvercle aussi hermétique que possible et l'on chauffe pendant une heure environ.

Il existe également des appareils, constitués de trois parties, conçus spécialement pour ce type d'extraction et dont le principe est illustré par la figure 25b: l'eau contenue dans le récipient (1) est chauffée et dégage de la vapeur qui fait éclater la pulpe des fruits situés en (3) et pasteurise simultanément le jus qui s'en coule. Ce jus est recueilli dans le récipient (2); un système d'écoulement permet de le mettre en bouteilles ou en flacons.

Cas particuliers

Tous les fruits peuvent être traités par la méthode de diffusion de la vapeur, en particulier les ananas et les pommes. L'extraction de l'eau s'applique surtout aux tamarins et aux corossols.

On utilise 5 l d'eau pour 1 kg de tamarin, le traitement durant 45 à 60 mn à froid. Dans le cas du corossol, il suffit d'employer 1,5 l d'eau par kg de fruit, mais on opère à chaud.

2.13 Tamisage

Principe

Cette opération qui s'applique aux produits déshydratés ayant subi une opération de broyage sera évoquée dans la section 3.4.4.

Elle peut également s'appliquer à des produits liquides (jus de fruits) ou pâteux (purée) et vise dans ce cas à éliminer les particules les plus grossières (pépins, débris) et les morceaux de fruits non désagrégés par précuisson (si une telle opération précède le tamisage, dans le cas des compotes par exemple) qui risqueraient de nuire à l'homogénéité des transferts de chaleur intervenant par la suite au cours de la

pasteurisation.

L'opération et l'élimination des peaux de fruits non pelés peuvent également intervenir à ce stade (cas des compotes).

Matériel

L'opération peut se faire manuellement à l'aide d'un tamis en osier finement tissé ou à l'aide d'un tissu (comme la mousseline ou l'étamine) tendu sur un cadre de bois, ou encore à l'aide d'un grillage en acier inoxydable. On peut également utiliser des tamis rotatifs grillagés actionnés manuellement ou par l'intermédiaire d'un moteur (figure 26), ou encore des tamis animés d'un mouvement de vibration.

2.14 Clarification - déburrage

Principe

Cas des jus de fruits

Le moût de fruit (liquide obtenu après extraction par pressage, broyage ou diffusion) n'est pas toujours consommable tel quel. Il convient de l'épurer, surtout en cas d'extraction préalable par broyage où l'on obtient une pulpe épaisse chargée de débris insolubles, par une série de traitements désignés sous le nom général de "clarification" ou "déburrage". Ces traitements visent à éliminer les éléments plus fins tels que matières colloïdales en solution (protéines, tanins, pectines) et matières insolubles en suspension (débris cellulosiques).

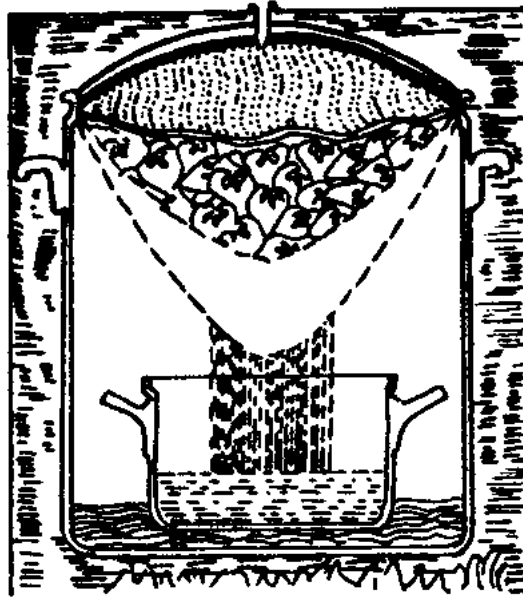


Figure 25. Extraction du jus par diffusion ♦ la vapeur (a)

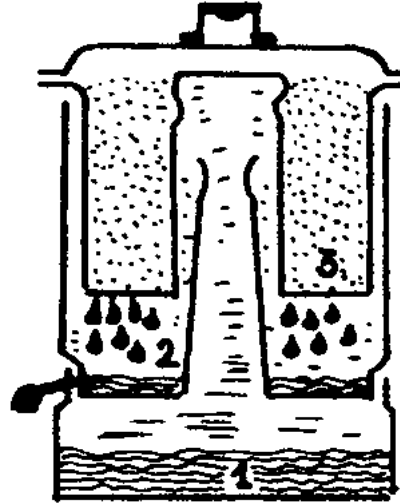


Figure 25. Extraction du jus par diffusion ♦ la vapeur (b)

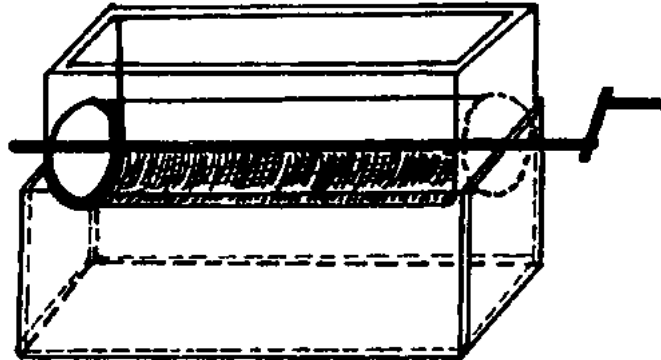


Figure 26. Tamis rotatif actionné manuellement

Cette élimination peut être réalisée par:

a) **voie naturelle.** Après repos du jus pendant quelque temps, la fermentation pectique se déclare spontanément et une coagulation des pectines et gommages a lieu. La masse formée, appelée "chapeau", remonte à la surface du jus sous l'action d'un début de fermentation alcoolique et se fendille. On peut alors soutirer le jus. L'inconvénient de cette méthode est la production d'alcool qui, même présent en quantité minime, altère très sérieusement les qualités organoleptiques du jus;

b) **centrifugation.** Quoiqu' étant le plus onéreux, ce procédé a l'avantage de ne pas modifier les caractéristiques du jus et d'être rapide;

c) **préchauffage.** La coagulation par chauffage (des protéines, par exemple) empêche en même temps un début de fermentation et permet un dépôt des tartrates de calcium ou de potassium (cas des raisins) ainsi que des flavonoïdes (cas des agrumes). Le préchauffage s'effectue à une température toujours inférieure à 100°C pour ne pas altérer les qualités nutritionnelles et organoleptiques du jus;

d) **enzymation.** On a recours à l'action des enzymes pectolytiques contenus dans le moût (il suffit alors de laisser reposer ce dernier), ou à l'addition d'enzymes de clarification produits à partir d'une moisissure comme *Aspergillus niger*. L'enzymation doit se faire à une température de 40-50°C et à un pH supérieur à 3 pendant une heure ou plus selon les espèces fruitières; ou

e) **collage.** Il s'agit de l'addition d'une matière colloïdale comme la gélatine en

solution de 1 ou 2 pour cent (10 à 20 g de gélatine pour 100 l de jus). Celle-ci se combine aux protéines et tanins du moût qui précipitent en entraînant les impuretés du jus.

Pour faciliter la précipitation des jus de fruits ne contenant pas assez de tanins, on en rajoute sous forme de tanins en solution de 0,5 à 1 pour cent ou sous forme de jus de fruits astringents dans une proportion de 5 à 10 pour cent.

On peut également utiliser:

- de la colle de poisson (à raison de 2 à 3 g par 100 l de jus);
- de l'albumine en poudre (5 à 8 g par 100 l de jus);
- de la caséine (6 à 10 g par 100 l de jus), et faire précéder le collage d'un préchauffage à 95 °C ou d'une addition de bisulfite de soude (10 g pour 100 l de jus). On soutire ensuite le jus clarifié.

Avant toute adjonction de substance colloïdale, il convient de faire un essai préalable sur de petites quantités de jus afin de déterminer les doses optimales à utiliser.

L'opération de collage dure 12 h au maximum. Son efficacité augmente si la température de travail est plus basse, car l'on agit vite ainsi tout début de fermentation.

Les solutions de tanin et de gélatine pour le collage des jus se préparent de la façon suivante:

- gélatine de 1 pour cent, par exemple. Dans un récipient approprié, verser 10 g de gélatine en poudre. Délayer celle-ci avec 1 l d'eau tiède en l'y incorporant par très petites quantités à la fois.

Si l'on a des difficultés pour peser de façon précise 10 g pour la préparation d'un litre de solution, préparer 10 l de solution (10 l d'eau + 100 g de gélatine) qui seront utilisés successivement en fonction des besoins;

- tanin 0,5 pour cent, par exemple. Procéder de la même façon en ajoutant soit 5 g 1 l d'eau, soit 50 g 10 l d'eau.

On effectue d'abord l'enzymation (en diluant la quantité d'enzyme nécessaire dans un ou plusieurs litres d'eau, puis en versant ce mélange dans le jus en brassant le tout) pendant 2 heures 20°C environ, puis on fait un collage la gélatine, par exemple.

Mode d'emploi pour la détermination des doses optimales d'enzyme à ajouter:

- mélanger 10 g d'enzyme 1 litre d'eau;
- prendre six bouteilles contenant chacune un litre de jus à clarifier;
- ajouter à chaque bouteille 2,5, 5, 7,5, 10, 12,5 et 15 cm³, respectivement, de la solution à 1 pour cent;
- mélanger et maintenir à la même température que le jus à traiter;
- 8 heures plus tard (si l'on travaille à 10-15 °C), on effectue le test suivant pour constater l'efficacité de l'enzymation. On met 10 cm³ de jus à contrôler et 20 cm³ d'alcool à 0,5 pour cent d'acide chlorhydrique (filtrer le jus sur coton s'il contient trop d'impuretés). Si un précipité se forme rapidement, cela signifie que l'enzymation n'a pas été assez poussée. On estime par exemple (dans le cas du jus de pommes) qu'aucun précipité ne doit se former pendant les 10 premières minutes pour que l'enzymation soit correcte.

Mode d'emploi pour la détermination des doses optimales de gélatine à ajouter

- ajouter l'enzyme au jus (comme on vient de l'indiquer);
- laisser reposer environ 1 h 30;
- ajouter successivement 1, 1,5, 2, 2,5 et 3 cm³ d'une solution de gélatine à 1 pour cent dans 100 cm³ de jus, ce qui correspond respectivement à des concentrations de 10, 15, 20, 25 et 30 g de gélatine par hectolitre de jus;
- 15 minutes plus tard, prélever un peu de jus, filtrer dans une éprouvette et ajouter quelques gouttes de gélatine dans chaque tube.

Si, après cette seconde addition de gélatine, les préparations filtrées sont troubles, c'est qu'elles ne contiennent pas assez de gélatine. Le premier jus sans turbidité contient la quantité exacte de gélatine, tandis que les préparations suivantes, dont le jus est clair, contiennent déjà une concentration trop élevée.

A titre de contrôle, on effectuera une deuxième série d'essais avec des jus filtrés pour savoir si les jus clairs contiennent une quantité trop élevée de gélatine et l'on ajoutera quelques gouttes de tanin en solution à 0,5 pour cent.

Si les jus restent encore clairs 10 à 20 minutes après cette addition de tanin, la dose de gélatine est correcte. Par contre, si l'addition de tanin provoque une précipitation, c'est que le dosage de gélatine est trop élevé.

Des doses trop élevées de gélatine produisent des effets de surcollage (trouble apparaissant après la pasteurisation) et une altération de l'arôme et de la couleur.

Cas des pulpes

Un traitement s'apparentant à la clarification des jus est quelquefois pratiqué avec les pulpes de fruits avant extraction du jus. Il a pour but:

- de détruire les parois cellulaires (par solubilisation des protopectines des parois);
- de diminuer la viscosité du jus;
- d'extraire la couleur;
- de clarifier le jus;
- de remplacer le déchiquetage mécanique (fouillage, début de broyage) ou thermique (préchauffage ayant pour but de liquéfier la pectine) des fruits trop fragiles.

La différence entre l'enzymation des pulpes et celle des jus est que la première nécessite une plus grande quantité d'enzymes, puisqu'il faut traiter tous les fruits.

Mode d'emploi pour l'enzymation des pulpes:

De la première pulpe broyée, tamisée si nécessaire, prélever une quantité suffisante de jus et y diluer la dose nécessaire de l'enzyme (une solution concentrée du commerce). Verser ensuite ce mélange sur la pulpe au fur et à mesure de l'extraction du jus.

La durée d'action du mélange est d'environ 2 h à 50°C ou 5 h à 20°C.

Matériel

La clarification s'effectue dans des bacs de décantation ou des cuves en bois ou en acier inoxydable. L'emploi de centrifugeuses peut être requis ainsi que l'utilisation de marmites

de cuisson pour le préchauffage; celles-ci seront décrites dans le chapitre 4 relatif à la transformation des fruits en confitures.

Après sédimentation de toutes les particules au fond de la cuve (on les appelle bourbes), on retire le jus par siphonnage (grâce à un tuyau en caoutchouc relié à un flotteur en bois) pour ne prendre ni le jus de surface, ni les impuretés du fond de cuve.

Cas particuliers

Voici quelques exemples de procédés relatifs aux jus de fruits:

- pommes de cajou. Le problème est l'astringence du jus. Il faut le mélanger avant collage avec des jus riches en pectines (goyaves) pour diminuer cette astringence, puis effectuer un collage à la gélatine à 5 pour cent et ajouter de la chaux (4 g/l) pour empêcher une floculation du jus;

- pommes. A une température de 37,8 °C, enzymation de 5 h avec 0,8 g de pectinol A (enzyme + glucose + gélatine en mélange) par litre de jus, ou de 15 h avec 0,3 g du même produit;

- tamarins. Collage à la gélatine en solution à 0,12-0,15 pour cent;

- raisins. Collage à la bentonite à 5 pour cent ou enzymation avec 0,09 g de pectinase par kg de raisin pendant 30 mn;

- goyaves. Enzymation avec une pectinase à 0,5 pour cent, 18 h d'incubation à 40°C;

- abricots. 0,2 g d'enzyme en solution concentrée du commerce par litre de jus (environ 2 h à 20°C).

2.15 Blanchiment et pré-cuisson

Principe

a) Blanchiment

Celui-ci a pour objet:

- l'inactivation par la chaleur des enzymes responsables du brunissement ou de la modification des couleurs naturelles de certains fruits;
- la dilatation des cellules par ramollissement du fruit, ce qui provoque l'élimination de l'oxygène de l'air intracellulaire responsable de la corrosion des matériaux de conditionnement (bombage chimique des boîtes, par exemple);
- l'arrêt des fermentations et du développement des moisissures;
- la réduction de la période de trempage et de cuisson pour la reconstitution des produits séchés;
- l'assouplissement des tissus de fruit;
- l'élimination de l'anhydride sulfureux absorbé par les fruits si un traitement par agents de conservation a été effectué avant blanchiment.

Le blanchiment est effectué le plus tôt possible après la préparation des fruits et par petites quantités, de façon discontinue, selon deux méthodes:

- blanchiment à l'eau. Les fruits sont plongés pendant un temps déterminé dans de l'eau bouillante, éventuellement acidifiée (2 g d'acide citrique par litre en moyenne) ou salée. La même eau peut servir 5 à 10 fois environ, elle est

◆galement parfois utilis◆e pour le jutage des fruits au naturel, en raison des principes nutritifs ayant diffus◆ dans cette eau et qui, ainsi, ne sont pas perdus. On utilise environ 1 l d'eau par kg de fruits;

- blanchiment ◆ la vapeur. Les fruits sont plac◆s dans un courant de vapeur au-dessus d'un r◆cipient contenant de l'eau bouillante. Ils doivent ◆tre ensuite refroidis ◆ l'eau froide courante pour stopper les effets du traitement thermique et ◆viter dans certains cas (pour le s◆chage, par exemple) qu'ils ne collent ensuite les uns aux autres. Un ◆gouttage final est effectu◆.

Les avantages et inconv◆nients respectifs de ces deux m◆thodes de blanchiment sont expos◆s dans le tableau 7.

b) Pr◆cuisson

Ce traitement pr◆sente les m◆mes caract◆ristiques et joue le m◆me r◆le que le blanchiment dont il diff◆re par sa dur◆e plus importante.

En outre, la pr◆cuisson ramollit consid◆rablement les tissus des fruits, ce qui est souvent le but recherch◆ (cas des compotes) pour faciliter les traitements ult◆rieurs.

Cette op◆ration peut s'effectuer ◆ la vapeur, mais on utilise en g◆n◆ral de l'eau bouillante en quantit◆ tr◆s variable:

- si l'on emploie tr◆s peu d'eau, les fruits sont plac◆s avec l'eau directement dans le r◆cipient chauff◆. Il n'y a pas de refroidissement ni d'◆gouttage. Les fruits ainsi trait◆s sont en g◆n◆ral destin◆s ◆ subir une cuisson;

- si l'eau est en quantit◆ plus importante, il s'agit d'un simple blanchiment prolong◆ et les fruits sont plac◆s dans un panier, puis plong◆s dans l'eau.

Matériel

Il est similaire pour les unités artisanales et semi-industrielles, quoique les dimensions et capacités soient supérieures dans le deuxième cas et que les matériaux utilisés pour la construction ne soient pas toujours les mêmes.

a) Blanchiment à l'eau (figure 27). On utilise des récipients de cuisson chauffés à feu nu ou à la vapeur, en acier inoxydable, en fonte émaillée ou en cuivre (ne jamais utiliser le cuivre nu dont le contact avec les fruits détruit la vitamine C) dans lesquels on plonge un panier métallique grillagé, une corbeille d'osier ou encore un linge de mousseline pour les très petite unités de production. Un système de palan peut être utilisé pour soulever les paniers contenant de grandes quantités de fruits.

b) Blanchiment à la vapeur. On utilise soit les mêmes récipients que ceux précédemment décrits, en s'assurant que le panier contenant les fruits ne touche pas l'eau et en couvrant la marmite, soit un matériel du type couscoussière, c'est-à-dire une marmite surmontée d'un récipient à fond perforé de petits trous et muni d'un couvercle (la marmite contient l'eau et le récipient les fruits).

Tableau 7. Avantages et inconvénients respectifs du blanchiment à l'eau ou à la vapeur

Blanchiment à l'eau	Blanchiment à la vapeur
Avantages	
Simplicité du matériel	Faible quantité d'eau utilisée, d'où consommation d'énergie légèrement moindre et faible quantité d'effluents
Coûts d'achat et d'entretien peu élevés	Rétention de constituants solubles (mais à la suite d'un

Bonne connaissance du traitement thermique et appliquer

Valeur élevée du coefficient d'échange thermique entre l'eau et le produit, donc temps de blanchiment plus court

Lavage simultané du produit Possibilité de régler la température Capacité importante pour un encombrement réduit

traitement ultérieur, comme le refroidissement de l'eau, cette perte rejoint celle causée par le blanchiment de l'eau)

Inconvénients

Emploi d'eau en grande quantité et température élevée d'où

- grande consommation d'énergie (qui peut être réduite si l'eau est recyclée)
- volume d'effluents élevés

Perte d'éléments nutritifs dans l'eau de blanchiment par dissolution

Difficulté de nettoyage du treillis métallique

Difficulté d'obtenir un chauffage uniforme

Température de travail unique

Encombrement important (épaisseur de couche réduite, couche non tassée)

Cas particuliers

Les temps de blanchiment varient en fonction des fruits et de la transformation qu'on veut leur faire subir; ils seront donnés dans les différents chapitres.

2.16 Traitement par agents de conservation

Principe

Ce traitement a pour but:

- de fixer et de stabiliser la coloration des fruits et d'empêcher le brunissement par inactivation des enzymes (action antioxydante);
- d'assurer une protection contre les insectes;
- d'empêcher le développement de moisissures et de levures (c'est-à-dire de stopper les débuts de fermentation, alcoolique surtout). Cette action antiseptique est d'autant plus marquée que l'acidité est plus forte;
- de provoquer une rupture des cellules périphériques qui se plasmolysent, ce qui entraîne une évaporation plus rapide au séchage; et
- de favoriser la conservation de la vitamine C (presque 50 pour cent par rapport à un témoin qui en contient au départ 84 mg/100 g);

Beaucoup de composés chimiques sont exclus parce qu'ils sont toxiques. On peut, par contre, utiliser le soufre, très efficace en fumigation ou en solution:

- soufrage. Par combustion directe de soufre, on obtient du SO₂ (anhydride sulfureux ou dioxyde de soufre). On ajoute parfois du nitrate de sodium ou potassium (5 pour cent) pour faciliter la combustion;
- sulfitage. On obtient une solution de SO₂ en additionnant de l'eau et du sulfite ou du métabisulfite de sodium. On peut aussi ajouter de l'acide citrique. Ce trempage

est court et suivi d'un gouttage ou essorage.

Bien qu'il soit plus onéreux, plus long et moins pratique, le traitement gazeux (soufrage) est préféré, car il n'engendre pas de perte de jus.

Les doses moyennes sont comprises entre 100 et 200 g de produit par 100 kg de fruits.

L'agent est appliqué soit sous forme gazeuse (20 g/m³ de capacité du souffoir, pendant 3 à 6 h pour la plupart des fruits), soit sous forme de solution (1 à 3 pour cent).

La dose doit être supérieure à 100 g/100 kg de fruits (sinon il y a fermentation) et inférieure à 200 g/100 kg de fruits sinon les fruits sont brûlés superficiellement, la pulpe devient déliquescence et le produit prend un goût soufre.

Les fruits ne doivent pas contenir plus de 2,5 à 3 ppm (parties par million) de soufre après traitement, ce qui correspond à 2,5-3 mg/kg.

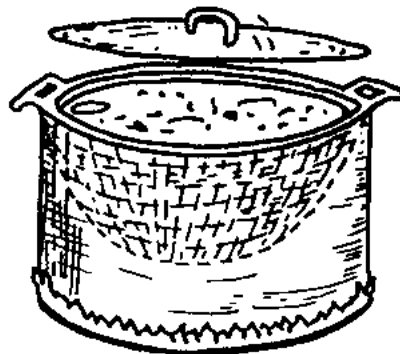
L'anhydride sulfureux présente plusieurs inconvénients:

- il décolore certains fruits rouges ou violets (la couleur réapparaît toutefois plus brillante par chauffage);

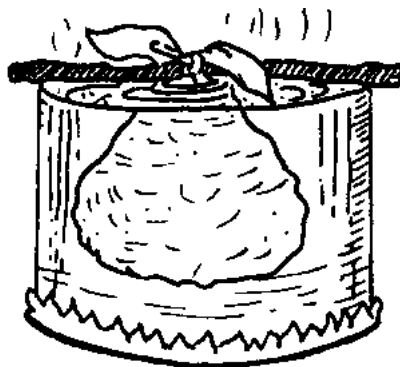
- en se combinant avec les sucres réducteurs des fruits, il donne des composés difficilement dissociables. Il est donc impossible de l'éliminer totalement;

- il se transforme en acide sulfurique (H₂SO₄) par oxydation de l'acide sulfureux formé. Cet acide sulfurique dénature la saveur et la rend acide; par ailleurs, si le conditionnement est fait en boîtes métalliques, l'acide sulfurique peut attaquer le métal et former de l'hydrogène qui, en se combinant avec le SO₂ restant, produit de l'acide sulfhydrique (H₂S) dont l'odeur est très désagréable.

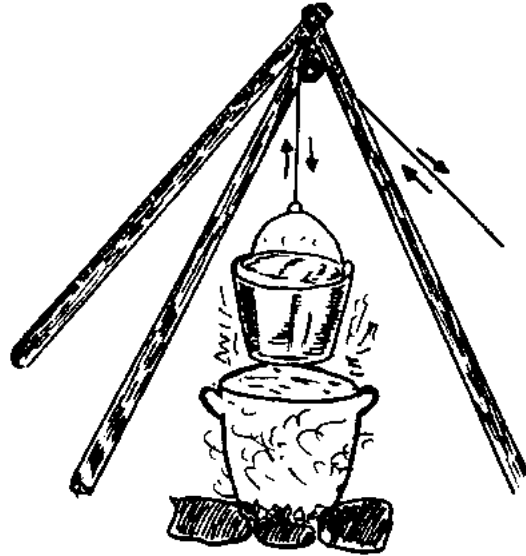
Figure 27. Blanchiment ♦ l'eau



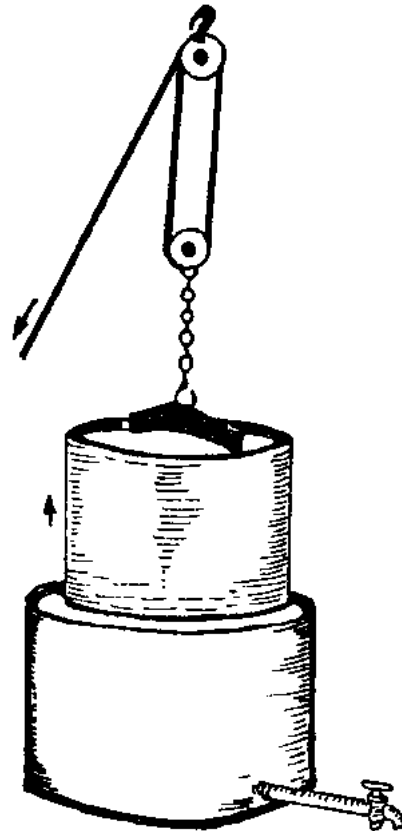
a) En corbeille



b) Dans du tissu



c) Montage d'un palan artisanal



d) Blancheur ♦ panier m♦allique relevable

Mat♦riel

Le traitement peut s'effectuer soit au moyen de paniers contenant les fruits que l'on plonge dans la solution de métabisulfite préparée dans un bac, soit dans des enceintes closes ou chambres de soufrage que l'on appelle également soufroids. Ces enceintes peuvent se réduire à une simple bêche maintenue assez hermétiquement sur un empilement de claies chargées de fruits.

Les enceintes de fumigation doivent toutefois contenir:

- un dispositif de combustion du soufre (dans une boîte métallique ou un poëlon placé sur un réchaud ou un fourneau de briques ou de béton), qui sera disposé à l'extérieur (figure 28a) ou à l'intérieur de la chambre (figure 28b) munie d'un système d'aspiration d'air; ou
- des bouteilles de gaz qui dispensent directement du SO₂.

Les fruits sont placés sur des claies, celles-ci étant empilées à leur tour sur un chariot (figure 28c) qui sera lui-même introduit dans la chambre. Les dimensions des claies varient de 61 × 91 cm à 244 × 91 cm.

Caractéristiques des chambres de soufrage

- construction étanche (pour éviter les fuites de fumées de soufre);
- matériaux de construction permettant le réchauffement de l'intérieur de la chambre par pénétration de la chaleur solaire;
- disposition adéquate et espace suffisant réservé pour la combustion du soufre, afin de réduire au minimum les dangers d'incendie.

Les constructions en briques, briques creuses ou béton satisfont mal à la deuxième

condition. Il est préférable d'utiliser des tôles d'acier peintes extérieurement et intérieurement en noir (peinture à l'asphalte, par exemple).

Cas particuliers

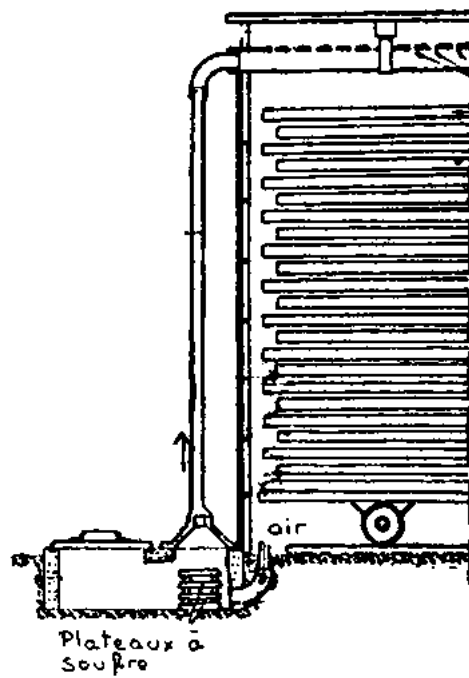
Les précisions concernant les temps et quantités de soufre requis pour chaque fruit en fonction de la transformation qui lui est appliquée seront données dans les différents chapitres.

2.17 Dégorgement

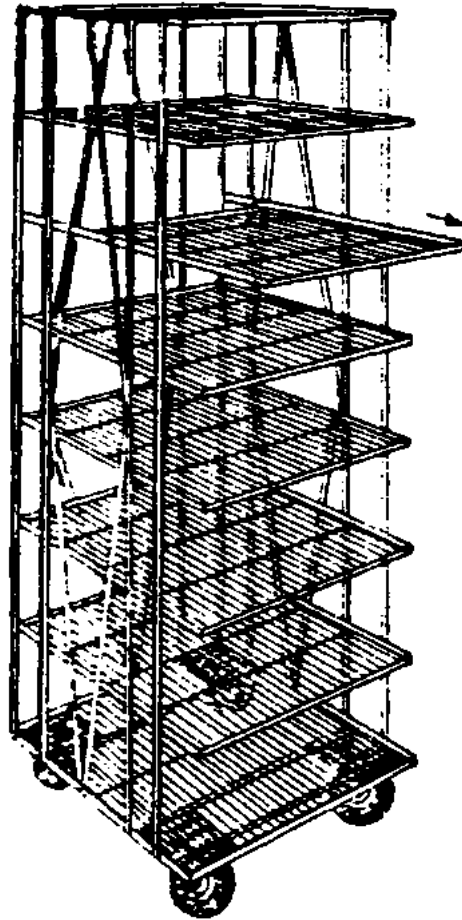
Principe

Cette opération est essentiellement pratiquée avant la conservation par le vinaigre de fruits en morceaux (pickles). Elle a pour but de faire rendre aux fruits une partie de leur eau de constitution afin d'éviter que cela ne se produise pendant l'étape suivante de macération dans le vinaigre, ce qui provoquerait une dilution de celui-ci ainsi qu'un ramollissement excessif de la texture des fruits.

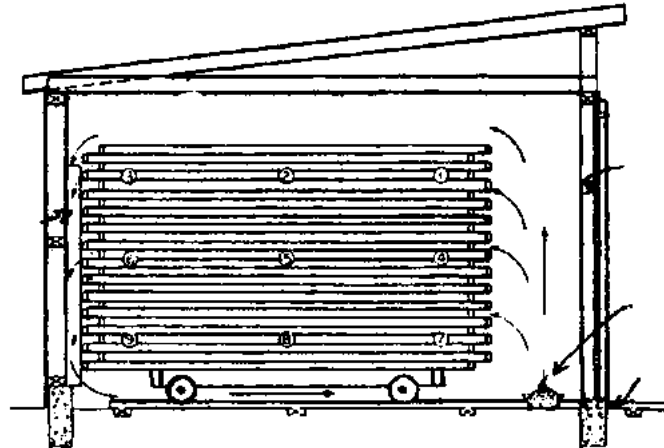
Figure 28. Chambre de soufrage



a) Dispositif de combustion du soufre placé à l'extérieur de la chambre



b) Dispositif de combustion du soufre placé à l'intérieur de la chambre



c) Chariot de soufrage

On fait alterner dans ce but des couches de fruits et des couches de sel et laisse reposer plusieurs heures (en général 12 à 24 h, selon les fruits). Un rinçage rapide des fruits doit être effectué en fin d'opération.

La mise en sel sec des fruits peut intervenir en tant que traitement ou mode de conditionnement dans certains cas. La question sera évoquée au chapitre 6 concernant la conservation des fruits par le sel et le vinaigre.

Matériel

On peut utiliser n'importe quel récipient en métal inoxydable ou en bois (fûts) ou même

des jarres de grøds, de capacitø variable selon les quantitøs de fruits ø traiter.

Le rinøage se fait par trempage rapide ou aspersion d'eau froide avec les matøriels øcrits dans la section 2.3.

Cas particuliers

Voici quelques indications au sujet du temps de døgorgement:

- abricots: 24 h,
- melons: 12 h,
- mangues: 24 h.



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



 **Conservation des Fruits ø Petite øchelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)**

➔  **CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE**

 **3.1 Procødø gøneral et øchelles de production**

 **3.2 Prøtraitements**


 **3.3 Søchage**






 **3.3.1 Principe**

 **3.3.2 Matøriel**

 **3.3.3 Cas particuliers**

 **3.4 Post-traitements**

 **3.4.1 Triage**

-  **3.4.2 Bessuage**
-  **3.4.3 Broyage**
-  **3.4.4 Tamisage**
-  **3.4.5 Mondage**
-  **3.4.6 Conditionnement**

Conservation des Fruits ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

CHAPITRE 3. CONSERVATION PAR SECHAGE

3.1 Proc♦d♦ g♦n♦ral et ♦chelles de production

Le s♦chage consiste ♦ ♦liminer partiellement ou totalement l'eau contenue dans les fruits par l'action combin♦e de la chaleur et de la ventilation.

Il provoque divers changements physiologiques (diminution de volume, concentration des sucres, etc.) tandis que certains processus chimiques internes aux fruits sont stabilis♦s, ce qui conf♦re aux produits une meilleure aptitude au stockage et une dur♦e de conservation beaucoup plus longue.

En r♦gle g♦n♦rale, la teneur en eau r♦siduelle des fruits s♦ch♦s ne doit pas d♦passer 23-24 pour cent. (Les fruits d♦shydrat♦s destin♦s ♦ ♦tre r♦duits en farine doivent avoir une humidit♦ finale bien plus faible, de l'ordre de 8 ♦ 10 pour cent.)

Le s♦chage s'applique ♦ l'♦chelle artisanale aussi bien qu'♦ l'♦chelle semi-industrielle, la diff♦rence essentielle r♦sidant dans le dimensionnement du mat♦riel et le type d'♦nergie utilis♦e. Les s♦choirs d♦crits dans ce chapitre permettent de traiter de 50 kg ♦ plusieurs tonnes de fruits frais par jour.

Les ♦tapes successives de la conservation par le s♦chage sont sch♦matis♦es par la figure

29. Elles n'interviennent cependant pas toujours toutes et dans le même ordre, selon les fruits.

Figure 29. Séquence générale des opérations de conservation par séchage



Tableau 8. Ordre des étapes de prétraitement avant séchage, selon les fruits

	Mangues Papayes	Abricots	Pommes	Dattes	Raisins	Kakis	Bananes et plantains (ligne farine)	Bananes	Litchis	Ananas
Triage	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Nettoyage, lavage	X	X	X	X	X		X	X		
Epluchage	X		X			X	X	X	X	X
Parage	X	X	X							X
Dénoyautage	X	X								
Épépinage			X							
Découpage	X	X	X			X	X	X		X
Blanchiment	X		X	X					X	X
Traitement par agents de conservation	X	X	X		X					X
Autres										

3.2 Prédéveloppements

Ceux-ci sont nécessaires pour:

- assurer une bonne qualité microbiologique des produits finis;
- préserver les vitamines et les arômes des fruits;
- protéger les tanins et les colorants naturels contenus dans les fruits;
- favoriser un séchage aussi homogène que possible.

Les traitements ont été étudiés au chapitre 2. Seuls les compléments nécessaires et spécifiques des fruits et de la conservation par le séchage sont exposés ici.

L'ordre des étapes de traitement avant séchage, selon l'espèce fruitière envisagée, est indiqué au tableau 8.

a) Compléments concernant le lavage

Le tableau 9 fournit des précisions sur ce sujet. Les lavages en solution alcaline doivent toujours être suivis d'un rinçage à l'eau froide.

Tableau 9. Lavage des fruits avant séchage - Cas particuliers

Fruits	Méthodes et temps de lavage	Liquide utilisé
Mangues, papayes	Trempage quelques minutes	Solution de metabisulfite de soude (0,75 g par l d'eau)
Abricots Pommes Noix de coco Ananas Bananes	Trempage ou aspersion	Eau froide

Ch♦taignes		
Dattes	Nettoyage ♦ sec, puis aspersion	Solution d♦tergente
Raisins (vari♦t♦s muscat et blanco)	Trempage 4 s	Soude: 4 ♦ 5,6 g/l eau ♦ 93°C, ou 3 g/l eau ♦ 100°C
(vari♦t♦ sultanine)	Trempage 3 ♦ 6 s ou trempage ♦ froid 30 mn	Soude (♦ 0,1-0,75%) Solution de 30 g de bicarbonate de soude par l d'eau avec 15 ♦ 20 ml d'huile d'olives
(vari♦t♦ corinthe)	Pas de lavage	
Bananes et plantains	3 lavages: une dizaine de minutes	Eau froide Eau ti♦de (40-45°C) Eau ♦ 70-75°C
Anacardes	Nettoyage ♦ sec, puis trempage	Eau froide
Figues	Trempage 10 ♦ 15 s	Solution bouillante ♦ 12 g de chaux par litre ou 1% de soude

b) Compl♦ments concernant le d♦coupage

Les fruits sont coupés en deux, en rondelles, en tranches ou en quartiers, ou laiss♦s entiers. L'♦paisseur des tranches varie de 7 ♦ 10 mm. Le tableau 10 pr♦cise la forme des morceaux d♦sir♦s.

c) Compl♦ments concernant le blanchiment des fruits

Le blanchiment est rarement utilis♦ pour les fruits en tant que pr♦traitement avant le s♦chage. On pr♦f♦re employer des agents de conservation, en particulier le soufre, dont

le rôle est similaire à celui du blanchiment.

Le tableau 11 indique les fruits qui sont blanchis et la méthode utilisée.

Tableau 10. Modes de découpage avant séchage

Fruits	Modes de découpage
Mangues, papayes	Tranches
Abricots	En deux
Pommes	Quartiers, tranches
Noix de coco	En deux
Dattes	Entiers
Raisins	Entiers
Kakis	Quartiers
Plantains	Rondelles
Bananes	Rondelles, tranches, en deux ou entiers
Litchis	Entiers
Ananas	Tranches
Figues	Entiers
Châtaignes	Entiers
Anacardes	Entiers

Tableau 11. Méthodes de blanchiment avant séchage

Fruit	Méthodes de blanchiment
Manques, papayes	A l'eau à 56°C pendant 1 mn (il s'agit simplement d'une inhibition des spores)

	de surface venues en contact avec la chair du fruit lors de l'égouttage)
Abricots	A la vapeur, 5 mn (avant séchage non solaire seulement)
Pommes	A l'eau bouillante, 10 mn
Bananes et plantains	A l'eau bouillante, 5 mn
Ananas	A la vapeur, 10 mn, facultatif
Figues	A la vapeur, 2 mn, ou à l'eau bouillante salée (40 g de sel et 5 g de metabisulfite par litre d'eau), 40 à 60 s
Litchis	A la vapeur, 7 s (suivi d'un trempage dans une solution de 5-10 pour cent d'acide citrique et 2 pour cent de sel pendant 2 mn)
Dattes trop astringentes ou trop sèches	A la vapeur ou à l'eau bouillante

d) Compléments concernant le traitement par agents de conservation

Cette technique est plus employée que le blanchiment pour le prétraitement des fruits sécher. Le tableau 12 donne des précisions sur le soufrage et la sulfitation des différents fruits. Le temps de soufrage est souvent plus long lorsqu'on effectue ensuite un séchage au soleil.

e) Prétraitement de la noix de coco

La pulpe de la noix de coco subit une pasteurisation par trempage pendant 1 mn 30 s dans un bain d'eau bouillante. Le matériel prévu cet effet et la technique utilisés sont exposés au chapitre 5.

Elle est ensuite râpée après rin age à l'eau froide. Il s'agit de réduire les deux moitiés de l'amande de la noix de coco (pulpe) en petits filaments très fins et non en purée (ce qui serait le cas si l'on utilisait le broyage, par exemple), pour que le séchage soit rapide et homogène et pour une question de présentation du produit. Le râpage peut se faire:

- manuellement, avec une râpe ou toute autre surface métallique perforée et munie d'encoches;
- mécaniquement, avec une râpe à cylindre (figure 30a) ou une râpe à disque (figure 30b).

Les râpes à cylindre peuvent être construites sur le même principe (cylindre abrasif en tôle perforée) ou peuvent déchiqueter le produit au moyen de lames fixées sur le cylindre. L'alimentation est latérale.

La râpe à disque comporte un disque abrasif horizontal entraîné par un moteur. Le produit est introduit dans la machine par une trémie d'alimentation située au-dessus du disque.

3.3 Séchage

3.3.1 Principe

Le séchage, on l'a vu, consiste à éliminer par évaporation progressive et partielle l'eau de constitution des fruits.

La réduction de la teneur en eau permet d'accroître la durée de conservation, car elle empêche la prolifération des micro-organismes qui ne peuvent se développer qu'à partir d'un certain seuil d'activité de l'eau.

Pendant le séchage, il se produit simultanément un transfert de chaleur et un transfert de masse. Le mode de séchage convenant le mieux dans le cas des fruits est le séchage par rayonnement et convection. Le fluide caloporteur choisi, l'air, est sec au départ et se charge de l'humidité du produit en passant au travers ou au contact de celui-ci.

D'un usage aisé, peu onéreux, l'air permet de réaliser un séchage naturel et d'éviter tout risque de surchauffe et de perte de jus des fruits. Le moyen le plus simple, utilisé de manière traditionnelle, consiste à exposer les fruits au soleil, sur des claies ou même le sol.

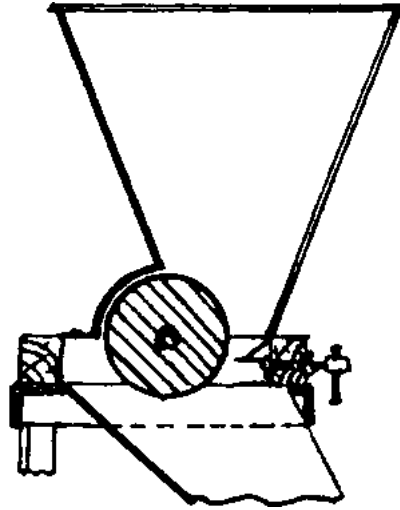
Tableau 12. Traitements par agents de conservation avant séchage

Fruits	Avant séchage solaire	Avant séchage non solaire
Mangues, papayes	300 g de métabisulfite de sodium/100 kg de fruits + acide citrique (0,25% en poids) ou jus de lime	
Abricots	250 à 300 g/100 kg de soufre. Soufrage pendant au moins 3 h	300 à 400 g/100 kg de S Soufrage 2 h (3 h maximum)
Pommes	200 à 300 g de soufre/100 kg	Soufrage = 45 à 90 mn avant tranchage 30 à 40 mn après tranchage (avec un soufrage supplémentaire parfois pendant les 3 à 5 premières heures de séchage)
	ou solution à 2-3% de bisulfite (sulfitage)	
Dattes	Pas de traitement au soufre, mais prétraitement contre les insectes	fumigation au bromure de méthyle avant tout

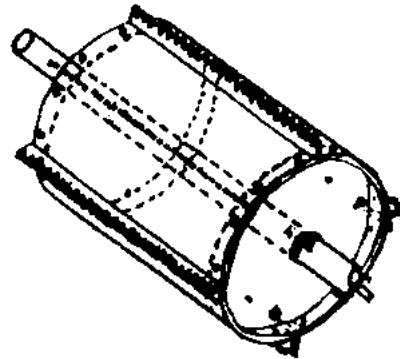
Raisins	3 ♦ 5 h de soufrage (sultanines)	3 h de soufrage
Kakis	Non, sinon il reste astringent	
Bananes	300 g m ♦ bisulfite de sodium/100 l (c'est-♦-dire 2 000 ppm SO ₂) sulfitage 1 mn	Soufrage = 400 g de soufre/100 kg de fruits + 3% de nitrate de sodium Sulfitage = 800 g SO ₂ /100 l + 300 g d'acide citrique, 2-3 mn
Plantains	M ♦ me traitement que les bananes, mais temps plus court	M ♦ me traitement que ci-dessus, mais temps plus court
Litchis		
Ananas		Soufrage = 1 h ou 45 mn si blanchiment pr ♦ alable (2% de SO ₂ en volume) ou sulfitage = solution de bisulfite de sodium ♦ 1%
Figues	Soufrage = 35 ♦ 50 g S/m ³ de chambre, 1 ♦ 3 h	

Figure 30. R ♦ page

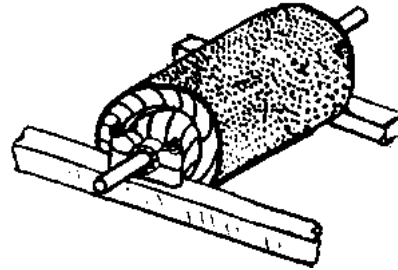
a) R ♦ pe ♦ cylindre



Vue en coupe

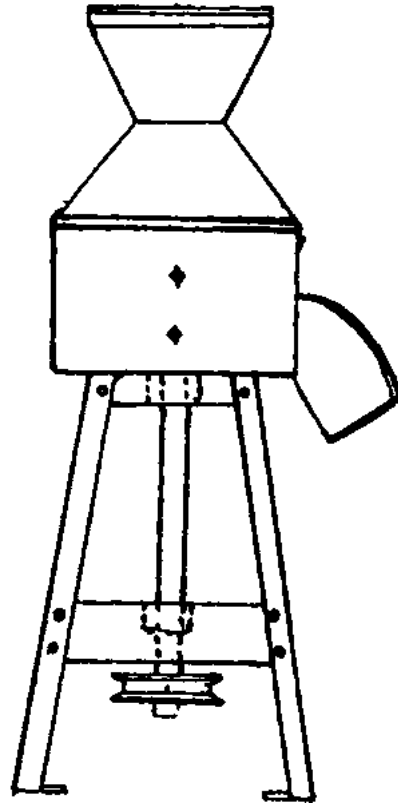


Cylindre \diamond lames dent \diamond es

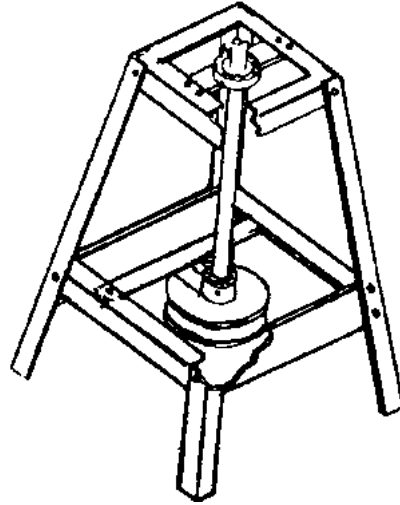


Cylindre abrasif perfor \diamond

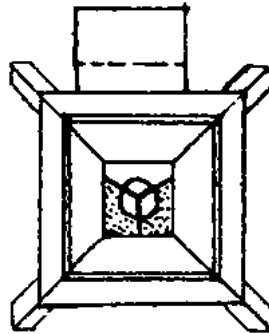
b) R \diamond pe \diamond moteur et \diamond disque perfor \diamond avec alimentation par le haut

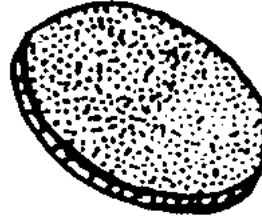


Figure



Figure



Figure**Figure**

Bien que le matériel utilisé dans ce cas soit de conception et d'utilisation faciles, que le coût de fonctionnement soit nul et que le goût des produits séchés soit souvent meilleur, il est recommandé d'améliorer ce système. En effet le séchage naturel au soleil présente beaucoup d'inconvénients: il entraîne, en particulier, une perte importante de vitamines par photo-oxydation, une décoloration des produits, une perte de sucre par respiration ou fermentation, des phénomènes de brunissement, une grande lenteur de séchage due à une mauvaise aération ainsi qu'un risque de contamination par la poussière ou les insectes.

Nous étudierons successivement:

- le séchage naturel amélioré, avec utilisation de l'énergie du soleil, parfois couplée à celle du vent, sans aucun système de captage d'énergie;
- le séchage solaire (direct, indirect ou mixte) avec système de captage d'énergie;
- le séchage par combustion de divers combustibles (fuel, bois, gaz, électricité, biomasse).

Un mode de séchage par conduction, c'est-à-dire par mise en contact avec une surface chaude, sera également mentionné.

A l'échelle artisanale, le séchage par énergie solaire ou par combustion de biomasse paraît mieux approprié en raison des capacités moins importantes à traiter, de la facilité d'approvisionnement en combustible et du moindre coût d'utilisation de l'énergie solaire. Le séchage à l'échelle semi-industrielle, quant à lui, requiert des techniques et des matériels adaptés à de plus forts tonnages, ainsi qu'une régularité dans la cadence de traitement excluant toute dépendance vis-à-vis des phénomènes climatiques. Il conviendra de s'intéresser dans ce cas au séchage par utilisation de fuel, de gaz, etc., ou au séchage hybride (utilisation d'énergie solaire et d'une autre forme d'énergie). Ces techniques sont plus onéreuses, mais les matériels ont une plus grande durée de vie et peuvent être amortis sur une période plus longue.

a) Séchage naturel amélioré

Il associe le séchage par exposition directe aux rayons du soleil au séchage à l'ombre.

Par son coût de fonctionnement nul et l'utilisation de matériaux locaux, cette méthode allie un rapport revenu/investissement élevé à des capacités initiales de traitement faibles mais facilement extensibles par simple juxtaposition de matériel. Le seul problème est celui de la qualité du produit fini, à cause des inconvénients précédemment cités.

Le séchage à l'ombre permet d'éviter les phénomènes de brunissement et les pertes de vitamines et il préserve la couleur des fruits. De plus, il ne prend guère plus de temps que le séchage naturel au soleil et nécessite moins de place; pour cette raison, on complète souvent celui-ci par un séchage à l'ombre.

Le séchage naturel est évidemment fonction des conditions climatiques locales: vitesse

du vent, humidité relative de l'air, insolation, etc. Il exige par ailleurs des conditions sanitaires très strictes, mais qui sont souvent difficiles à respecter.

b) Séchage solaire

Celui-ci assure, par rapport au précédent, une protection et une hygiène meilleure des fruits à sécher et permet de diminuer les temps de séchage. Mais les matériels employés, onéreux, sont souvent de faible capacit .

Ce mode de séchage comprend un dispositif de captage d'énergie qui permet un réchauffement de l'air plus rapide et favorise un séchage homogène.

La ventilation se fait par thermocirculation (pouvant être facilitée par un effet cheminée) ou par l'intermédiaire d'un moyen mécanique (ventilateur).

Les fruits sont disposés:

- soit au soleil, et le séchage dans ce cas est le résultat de l'exposition au rayonnement solaire et à l'air préchauffé dans le dispositif de captage;

- premier cas: le dispositif en question est situé au-dessus des produits et chauffe ceux-ci en même temps que l'air: c'est le séchage direct;**

- second cas: le dispositif est indépendant et n'assure que le réchauffage de l'air, les fruits restant toujours au soleil. Ce type de séchage est appelé mixte;**

- soit à l'ombre, ce qui élimine les effets néfastes de l'exposition au rayonnement solaire. Le séchage dans ce cas se fait uniquement par convection (action de l'air chaud) et est dénommé indirect.

c) Séchage par combustion

Le combustible utilisé (bois, biomasse, fuel, gaz, etc.) a pour rôle:

- de chauffer l'air qui, au contact du produit, assurera le séchage (convection); ou
- de chauffer une surface qui transmettra la chaleur qu'elle a emmagasinée au produit déposé sur elle (conduction). Ce mode de séchage ne s'applique pratiquement pas aux fruits, car il engendre des températures trop élevées et des risques de surchauffe localisée (on ne l'utilise que pour les fruits secs comme l'anarcade).

Le séchage par combustion présente des avantages et des inconvénients. Les rendements obtenus sont plus importants, les produits finis ont un aspect plus attrayant, le séchage est plus homogène et plus facilement contrôlable et les matériels utilisés, polyvalents et d'une capacit  importante, ont une durée de vie plus longue. Les inconvénients sont liés à un investissement plus élevé ainsi qu'à des coûts de fonctionnement élevés, en raison notamment du prix de l'énergie (sauf en cas de valorisation de la biomasse).

Il est parfois consigli  d'effectuer un pr s chage au soleil pour éliminer la couleur verte pouvant exister sur les fruits (chlorophylle). Cette phase consiste en un fl trissage du produit.

On peut également fractionner le séchage par combustion en plusieurs étapes: c'est le cas par exemple de la méthode DBD (dry blanch dry) qui consiste en une déshydratation partielle (jusqu'à obtention d'un poids de 40 à 60 pour cent du poids initial), puis en un blanchiment à la vapeur suivi de l'achèvement du séchage.

De cette façon, les fruits conservent facilement la plus grande partie de leurs vitamines

(les abricots, par exemple, en conservent 50 pour cent de plus que s'ils avaient séchés au soleil).

3.3.2 Matériel

Un ou deux exemples types de séchoirs sont donnés en reprenant la classification de la section 3.3.1. Le tableau 13 indique les caractéristiques principales de ces appareils, qui peuvent s'appliquer à tous les fruits.

Séchoirs naturels améliorés

a) Au soleil: séchoir à claies sur rails (figure 31). Il s'agit d'un système de claies surélevées, placées à 1 m au moins du sol pour assurer une bonne ventilation des produits; ces claies sont montées sur rails pour que l'on puisse les rentrer sous abri en cas de temps pluvieux et durant la nuit. Les claies doivent permettre le passage de l'air: on utilise à cette fin un treillis métallique (acier inoxydable), de l'osier tressé ou encore une moustiquaire de nylon; le cadre peut être en bambou, en bois ou en métal. Une autre possibilité consiste à fabriquer des aires cimentées ou recouvertes de plastique; il faut dans ce cas remuer très souvent les produits pour assurer une bonne aération.

b) A l'ombre: séchoir à crib abrité (figure 32). Plusieurs treillis métalliques en couches superposées reposent sur des câbles longitudinaux fixés à des traverses en bois, elles-mêmes rattachées à des poteaux d'angle. L'ensemble est recouvert d'un auvent assurant une protection contre la pluie et le rayonnement solaire incident. Le séchoir doit être orienté nord-sud afin d'utiliser le soleil en début de matinée et en fin d'après-midi pour le réchauffement du produit lui-même. L'énergie solaire a pour seul rôle de réchauffer l'air qui viendra en contact avec les fruits. Il s'agit d'un séchoir éolien qui peut être efficace même par faible vent, à condition que l'humidité relative de l'air n'excède pas 60 pour cent.

Séchoirs solaires

a) Séchoir direct: séchoir-coffre (figure 33). Dans ce cas, les produits reçoivent directement les rayons solaires, mais ceux-ci sont amplifiés par un système de serre. Le capteur solaire (décrit en b) ci-après) et l'enceinte de séchage sont réunis en une boîte constituée d'un vitrage laissant filtrer le rayonnement et d'une isolation arrière permettant d'éviter les pertes de chaleur. La boîte est percée d'orifices assurant le passage de l'air; les fruits, disposés sur des plateaux, jouent le rôle d'absorbant.

Le séchoir est divisé en compartiments ayant chacun une alimentation en air indépendante afin d'éviter toute circulation d'air inutile. La circulation de l'air se fait par convection naturelle (lorsque l'air s'échauffe, sa densité diminue; étant plus léger, il s'échappe par les orifices supérieurs du séchoir). L'inclinaison du vitrage doit être choisie en fonction de la latitude du lieu. La capacité peut être augmentée par simple multiplication des compartiments.

b) Séchoir indirect (figure 34). Les séchoirs indirects fonctionnent selon le principe suivant: l'air préchauffé dans un capteur solaire passe dans une enceinte de séchage où s'effectue la déshydratation des fruits. On utilise des capteurs plans, plus pratiques et moins onéreux. Leur rendement (énergie fournie au fluide caloporteur - l'air - divisée par l'énergie solaire frappant la surface du capteur) est bon et varie entre 50 et 80 pour cent; il diminue cependant avec l'augmentation de la température. Les séchoirs indirects comprennent trois parties (figure 35):

- une surface transparente (verre ou plastique) laissant filtrer les rayons solaires;
- une surface absorbante située immédiatement sous la précédente, de couleur généralement foncée, et constituée de fibres de coco, de copeaux de bois ou de verre, de tubes soudés sur une tôle noircie, etc.;

- un caisson d'isolation (laine de verre, copeaux, agglomérat, béton cellulaire, etc.) constituant le fond et les côtés du capteur et ayant pour rôle de limiter les pertes thermiques. Les parois du capteur sont percées d'orifices permettant le passage de l'air.

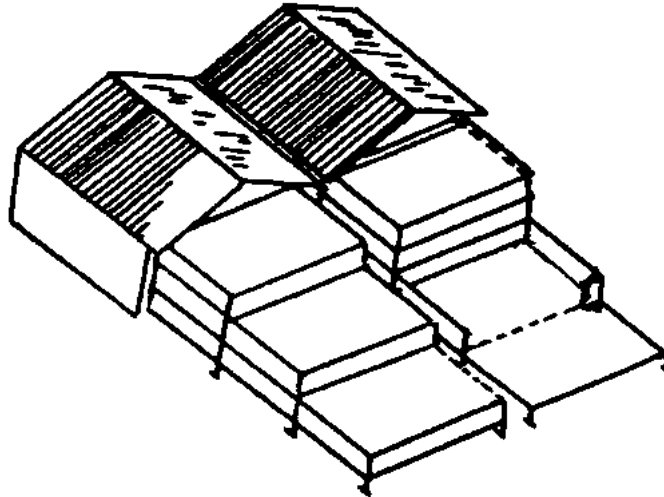


Figure 31. **Séchoir à claies superposées coulissant sur rails**

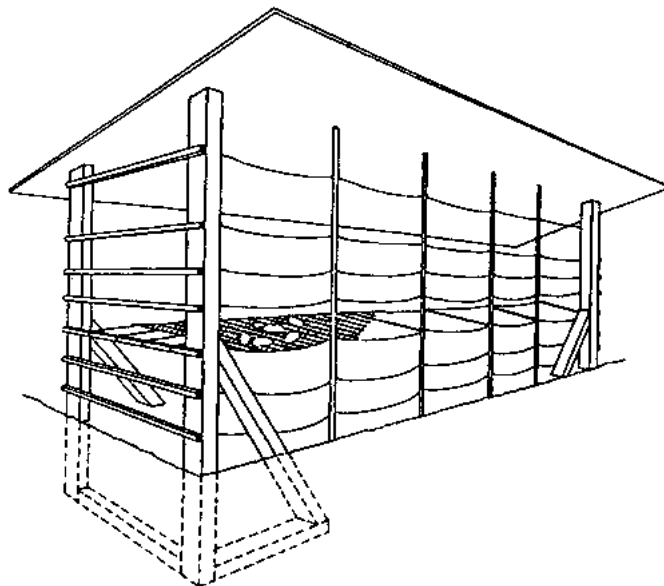
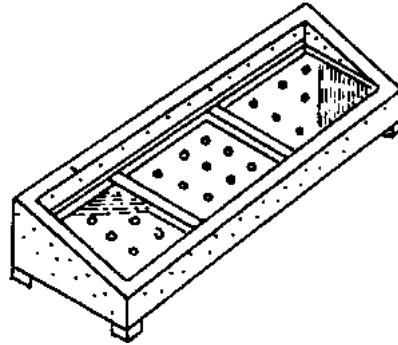
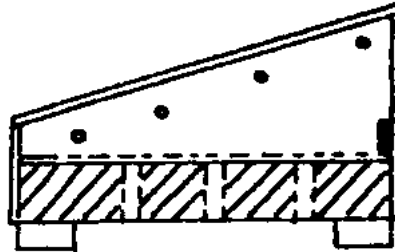


Figure 32. Séchoir à crib abrité de type amélioré

Figure 33. Séchoir-coffre



Figure



Figure

Tableau 13. Caractéristiques de quelques sècheurs solaires

Types de sècheur	Constructeur*	Matériaux	Dimensions	Exigences climatiques	Coût de construction	Coût de fonctionnement	V
------------------	---------------	-----------	------------	-----------------------	----------------------	------------------------	---

						(hors main- d'oeuvre)	
S♦choir ♦ claies sur rails (figure 31)	CENICAFE Colombie	Bois (claies) Toiture en t♦le ondul♦e	2 m ² /claie	Forte irradiation solaire	1,2 ♦ 2 dollars/m ² de claie Toit et structure: 10 dollars/m ²	Nul	D
S♦choir ♦ crib abrit♦ (figure 34)	CSIRO Australie	Treillis m♦tallique T♦le ondul♦e (toit) C♦bles Bois	Longueur: 50 m Largeur: 1,5 m Hauteur: 2,5 m Treillis ♦ mailles de 5 cm	Climat aride Basse humidit♦ relative (60%) Vitesse du vent 5 m/s (apr♦s une pluie, vents secs)	Inconnu	Nul	D (e pl de ir pl le de
S♦choir- coffre (figure 35)	H.C. Agrawal et S.G. Kapoor, Indian Institute of Technology Inde	Structure: bois, bambou, m♦tal, brique Verre ou	Longueur: 2 m Largeur: 66 cm (surface de s♦chage:	Si faible ensoleillement et forte humidit♦ relative, diminuer la	14 ♦ 20 dollars/m ²	20% au maximum du co♦t de construction (2,8-5,5 dollars/m ²)	C n.

		plastique Fibre de coco, bagasse	1,1 m ²)	charge Le nombre des trous d'aération dépend des conditions			
Armoire de séchage (figure 36)	Institut de physique météorologique Sénégal	Bois, ciment, béton (structure) Verre ou plastique Coques d'arachides, fibres de coco	25 m ² de plaques au total	climatiques Forte irradiation solaire	6 000 dollars (amortissable en 2 ans)	Nul (sauf pour le ventilateur)	C fc (2
Séchoir mixte a ventilation oléienne (figure 37)	Brace Research Institute Canada	Bois Verre ou plastique Grillage métallique Paille	10 plateaux sur 5 étages	L'inclinaison du collecteur est fonction de la région et de la saison Forte irradiation solaire	17 dollars/m ² de surface de séchage	Nul	C fc ()

*** Pour les adresses, se référer à l'annexe III.**

Ces capteurs permettent d'obtenir des températures de l'air allant jusqu'à 80°C, ce qui

est très convenable pour le séchage des fruits et assure la préservation de leurs qualités nutritives et organoleptiques.

La circulation de l'air peut être assurée par convection naturelle, (c'est-à-dire thermocirculation) ou par convection forcée, l'air étant dans ce cas pulsé par un moyen mécanique (ventilateur, par exemple). L'air s'échauffe soit en traversant l'absorbeur, soit en léchant la surface de celui-ci.

La figure 35 illustre un type de séchoir répondant au deuxième cas, l'armoire de séchage à capteur plan. L'enceinte de séchage est isolée thermiquement et contient une série de claies superposées sur lesquelles sont disposés les fruits. L'ouverture de chargement est en arrière. L'air préchauffé dans le capteur circule de bas en haut et est évacué par des orifices situés à l'extrémité supérieure de l'armoire; un ventilateur, placé lui aussi à la partie supérieure, facilite la circulation de l'air.

c) Séchoir mixte. Le séchoir à ventilation olienne illustré à la figure 36 est constitué d'un capteur plan à air et d'une enceinte de séchage solarisée, c'est-à-dire comportant sur trois de ses côtés (est, sud et ouest) des panneaux vitrés laissant filtrer le rayonnement solaire. Les autres panneaux (nord et partie supérieure) sont peints en noir et faits de matériaux isolants. La circulation de l'air est facilitée par un autogire (ventilateur olien) placé à l'extrémité d'une cheminée.

Séchoirs par combustion

Le tableau 14 résume les principales caractéristiques de ces séchoirs.

a) Séchoirs à convection. L'air chaud entre directement en contact avec le produit à sécher, qui se trouve:

- immobile, étalé sur une couche épaisse de 10 à 30 cm: dans ce cas, le séchoir

est du type touraille;

- immobile, \diamond tal \diamond sur plusieurs couches fines de 5 cm superpos \diamond es sur un jeu de claies; le s \diamond choir est du type armoire, \diamond tuve ou tunnel, selon sa capacit \diamond ; ou
- mobile, dispos \diamond en vrac; le s \diamond choir est alors du type tambour.

b) Tourailles. Un syst \diamond me de ventilation forc \diamond e assure le passage de l'air chaud, de bas en haut, au travers de la couche. Celle-ci doit \diamond tre remu \diamond e souvent, en raison de son \diamond paisseur, pour assurer l'homog \diamond n \diamond it \diamond de la d \diamond shydratation.

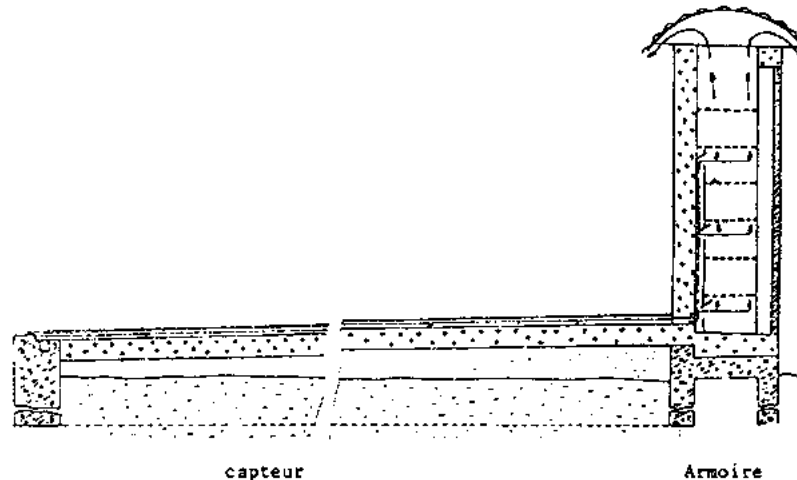


Figure 34. S \diamond choir indirect - Armoire a capteur plan (Coupe longitudinale)

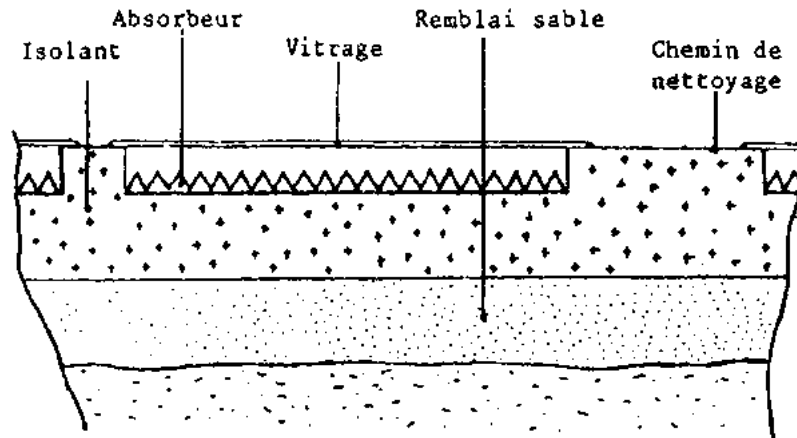


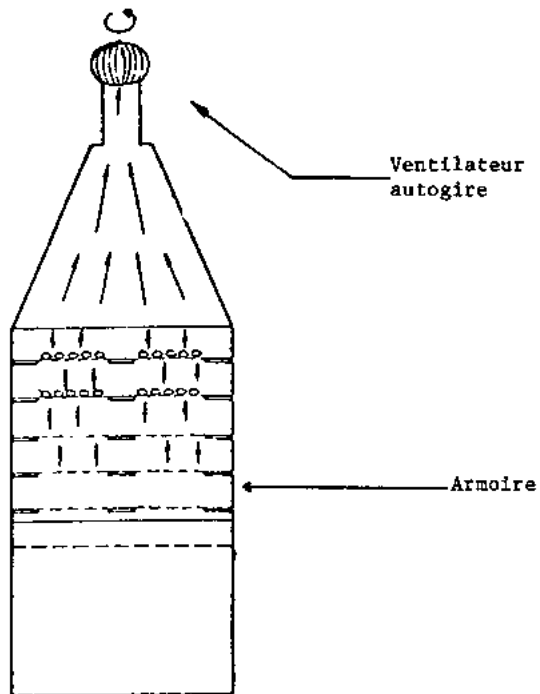
Figure 35. Séchoir indirect - Coupe transversale d'une travée de capteur

(Source: Avert, C., 1981)

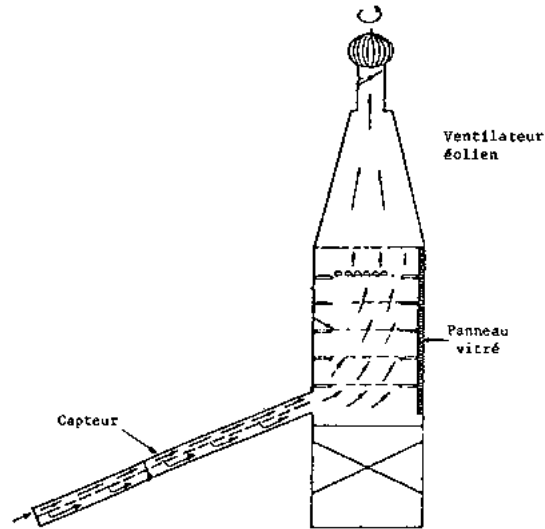
L'air peut être recyclé ou non en fin de séchage. Ce matériel permet de traiter diverses espèces fruitières qui doivent cependant être peu sensibles à l'écrasement (pommes, noix de coco, par exemple). Le schéma de fonctionnement de ce type d'appareil est indiqué dans la figure 37.

Selon leur conception et leur degré de développement, les tourailles permettent de sécher des quantités de produits moyennes à fortes. Plusieurs matériels de cette catégorie sont illustrés par les figures 38 à 41; leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau 14.

Figure 36. Séchoir mixte à ventilation naturelle



a) Vue de face



b) Vue latérale

(Source: Brace Research Institute, 1975)



Figure 37. Tourailles disposées en série

(Source: Kneule, 1959)

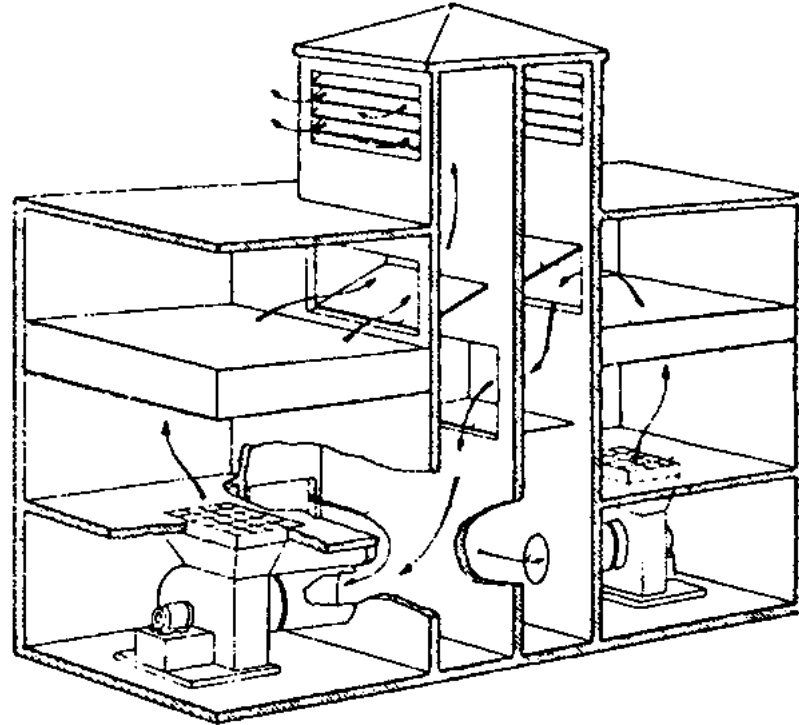


Figure 38. Hydrotouraille ♦ recyclage d'air chaud

(Source: Kneule, 1961)

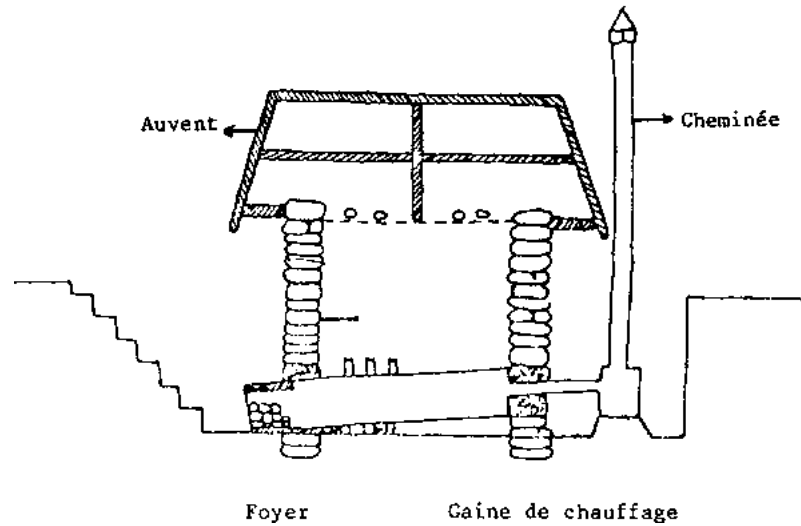


Figure 39. S \diamond choir touraille type IRAT

(Source; GRET, fiche T 301)

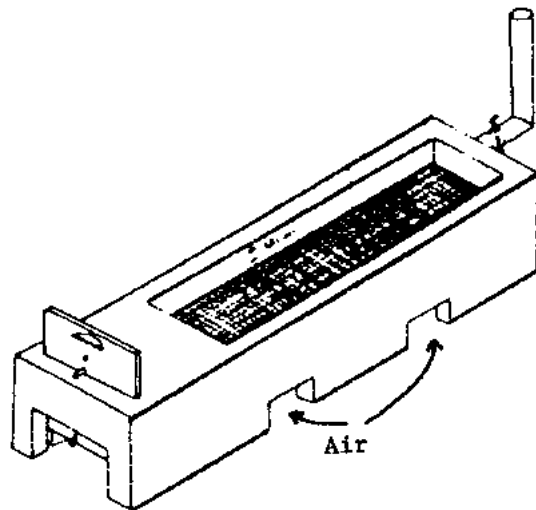
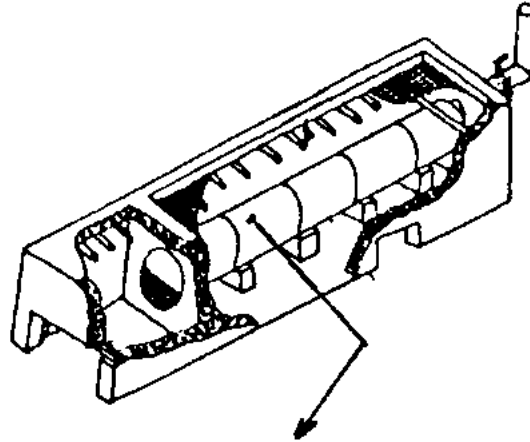


Figure 40. Sϕ choir touraille type ERLS (a)



Gaine de chauffage

Figure 40. Séchoir touraille type ERLS (b)

(Source: GRET, fiche T 359)

Tableau 14. Caractéristiques de séchoirs à combustion (  convection)

Types de séchoir	Matériaux	Capacité (kg)	Surface de séchage	Combustible	Ventilation	Temps de séchage d'une charge	Remarques

Tourailles

Séchoir IRAT France (figure 39)	Fûts en tôle (gaine de chauffage) Pierre (chambre) Argile (joints) Ciment (calorifugeage)	700-1400	6 m ² (2,15 × 2,75 m)	Bols ou bourres et coques de noix de coco	6 entrées latérales de 9 cm de diamètre	22-26 h (noix de coco)	Remuer fréquemment le produit à sécher (valable également pour les deux autres modèles de tourailles)
Séchoir ERLS Nigeria (figure 40)	Fûts 200 l (conduit) Bidons 20 l (cheminée) Argile Fer Grillage, bols, chaume	500-1000	7,4 m ² (1,6 × 4,6 m)	Bols ou fuel	4 entrées d'air latérales avec trappes 1 volet de réglage d'entrée d'air	24 h (noix de coco)	Orientation telle que la plus grande dimension du séchoir soit parallèle à la direction des vents dominants
Séchoir à fumée Philippines (figure 41)	Bambou Pierre Tôle	720-1200	50-56 m ²	Coques et bourres de noix de coco	Tirage par une tranchée souterraine formant cheminée		

S♦choir des ♦les Tonga (figure 43)	1 ♦ie (T♦ts de 200 l) B♦ton Bois	1000	73 m ² (3 compartiments de 15 claies de 0,90 × 1,80 m)	id.	A♦ration ♦ la partie sup♦rieure de la chambre	36 h (noix de coco)	Charger les ♦tages inf♦rieurs. Apr♦s 2-3 h, remuer le produit et placer les claies sur les ♦tages sup♦rieurs. Recharger ensuite les claies Inf♦rieures
--	---	------	--	-----	---	---------------------------	---

Tunnels

S♦choir Comessa Comores (figure 44)	Briques Bols	6000- 7000	360 m ² (16 wagons de 15 claies de 1 × 1,50 m)	Variable	Ventilateurs (absorbent une puissance de 6 ♦ 7 CV ♦ 1 150 tours/mn)	24 h (noix de coco)	Le chauffage de l'air n♦cessite 120-150 kg de vapeur
---	-----------------	---------------	--	----------	---	---------------------------	--

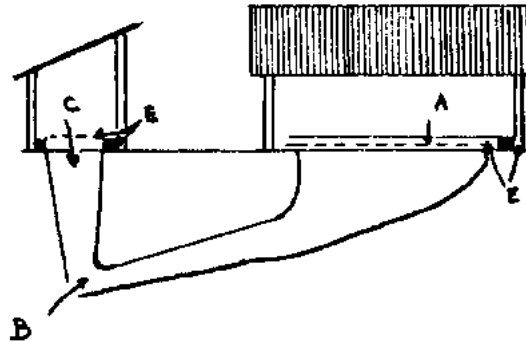


Figure 41. Séchoir à fumée (Philippines)

- A. Plate-forme de séchage
- B. Foyer
- C. Alimentation du foyer
- E. Enceinte en bois

L'utilisation de matériaux locaux et la combustion de biomasse pour le chauffage de l'air diminuent considérablement le coût de ces installations.

c) **Armoires et étuves.** Ces deux types de séchoirs, tout à fait polyvalents, diffèrent par leurs dimensions; contrairement à l'étuve, l'armoire est de petite taille et ne permet pas l'entrée d'un opérateur pour effectuer le chargement et le déchargement des fruits à sécher.

Par contre, dans les étuves, les fruits sont disposés sur des claies qui sont elles-mêmes placées sur un chariot mobile. L'air circule de deux façons différentes (figure 42):

- soit parallèlement aux claies, ce qui permet le séchage des produits par le séchage de ceux-ci. On parle alors de ventilation horizontale;
- soit transversalement par rapport aux claies. Il s'agit dans ce cas d'une ventilation transversale.

Le premier système de ventilation horizontale, illustré à la figure 42, présente l'avantage de comporter un dispositif isolant les claies les unes des autres. Ainsi, seul l'air sec traverse chaque claie, l'air humide étant directement évacué après séchage des produits.

Les avantages et inconvénients respectifs de ces deux types de circulation de l'air sont exposés dans le tableau 15.

La figure 43 donne un exemple de séchoir type tube ou armoire construit avec des matériaux locaux et utilisant comme combustible des coques de noix de coco emboîtées les unes dans les autres dans le foyer de combustion. Les tubes et armoires peuvent cependant fonctionner avec divers combustibles: gaz, fuel, biomasse (coques d'anacardes), etc. Les caractéristiques de ces séchoirs sont résumées dans le tableau 16.

d) **Tunnels.** Les tunnels sont des tubes de grande capacité dans lesquelles des chariots chargés de claies sont introduits et mus mécaniquement tout au long du séchage (les chariots peuvent être montés sur rails). La circulation de l'air, également transversale ou horizontale, peut se faire soit dans le même sens, soit contre-courant par rapport à la direction d'avancement des chariots.

Plusieurs ventilateurs et dispositifs de chauffage sont répartis tout le long du tunnel, assurant la circulation et le chauffage de l'air. Seuls les tunnels à fonctionnement discontinu sont envisagés ici.

Tableau 15. Avantages et inconvénients respectifs des ventilations horizontale et transversale des armoires et tubes de séchage

Ventilation horizontale	Ventilation transversale
Avantages	
Polyvalence Consommation énergétique pour la ventilation peu importante	Séchage plus rapide Capacité plus importante
Inconvénients	
Risque de surchauffe locale Difficulté de répartition uniforme de l'air Capacité d'évaporation plus faible (on installe en général plusieurs armoires ou tubes en parallèle ou en série)	Applicable seulement aux produits formant une couche poreuse perméable Nécessité d'un système de ventilation plus puissant Nécessité d'effectuer une rotation des claies en cas de montage en série

Ces appareils sont tout aussi polyvalents que les armoires et tubes cités précédemment et permettent le séchage d'une gamme variée de produits. Le principe des tunnels est illustré à la figure 42. La figure 44 présente un exemple de réalisation de ce type de matériel, dont les caractéristiques figurent au tableau 16.

e) **Tambours** (figure 45). Les produits à sécher sont disposés à l'intérieur d'un cylindre rotatif alimenté par de l'air préchauffé. L'agitation constante des produits implique la diminution des temps de séchage et rend ce celui-ci plus homogène en facilitant le contact air chaud/produits. Des ailettes, situées radialement à l'intérieur du tambour, assurent une meilleure répartition des produits dans le cylindre et augmentent leur surface de contact avec l'air chaud. L'inclinaison du séchoir permet l'avancement des

produits au cours du séchage. Ce type de matériel est de conception simple et permet un séchage accéléré, mais il présente l'inconvénient de réduire les produits en poudre ou de les émietter. Il n'est donc utilisable que pour les fruits destinés à une transformation ultérieure en farine.

f) **Séchoirs à conduction.** Dans ce cas, le séchage des produits se fait par contact avec une surface chauffée (bois, gaz, fuel, vapeur, biomasse).

Ce mode de séchage présente les inconvénients suivants:

- risques de surchauffe locale;
- températures trop élevées pour les fruits à sécher;
- séchage trop rapide provoquant un durcissement extérieur et un roussissement du produit.

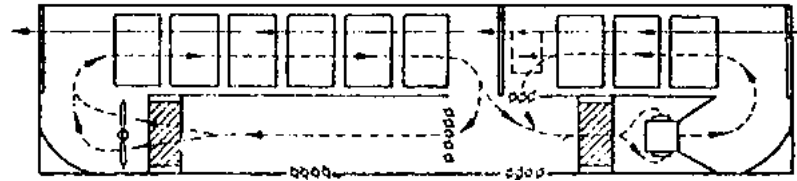
Il ne peut être appliqué qu'à certains fruits, en particulier aux noix de coco et aux fruits secs comme l'anacarde et n'est, de ce fait, mentionné que très sommairement ici.

Tableau 16. Caractéristiques des séchoirs à combustibles

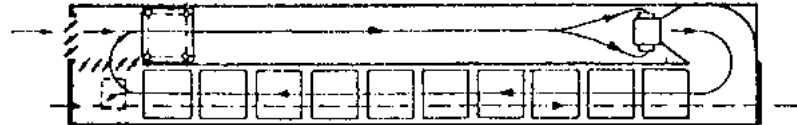
	Capacité (kg/24 h)	Capacité de séchage (kg/m ² /h) ou (kg/m ³ /h)	Puissance spécifique d'évaporation (kg d'eau/m ² /h) ou (kg d'eau/m ³ /h)	Consommation de vapeur (chauffage de l'air) (kg de vapeur/kg d'eau évaporée)	Consommation énergétique annexe (ventilation) (kWh/kg d'eau évaporée)	Vitesse de l'air (m/s)	Type prod trait
Tourailles	100	5 - 20	3 - 10				Fruits de

	500 kg (sur 1 m ²)						sensible l'↑crase
Armoires Etuves a ventilation horizontale	100 ↓ 800 kg (sur 60- 70 m ²)	0,7 - 5	0,5 ↓ 1,5	2,2 - 2,5	0,5-5	1-10	Tous fru
transversale	1 ↓ 2,5 t (sur 60- 70 m ²)	0,7 - 10	1 ↓ 12	1,2 - 1,5	0,3 - 0,6	0,6 - 1	Tous fru
Tunnel	1 ↓ 5 - 6 t (sur 300 m ²)	Fonction du type de ventilation	Fonction du type de ventilation (0,15 ↓ 12)	0,4 - 6	4-7		Tous fru (grosses quantit
Tambour	120 kg - 1,2 t (sur 1 m ³)	5 ↓ 50	5 ↓ 30	0,9 - 2	0,7 ↓ 10 (rotation du tambour ↓ 0,2- 0,5 m/s)	0,3 - 3	Fruits n fragiles pouvant r ↓ duits miettes
Aire de s ↓ chage	20-100 kg (sur 1 m ²)	0,5 - 15	5 ↓ 15	1,5 - 2,5	Oui si agitation m ↓ canique		Fruits pouvant supporte fortes temp ↓ r

Figure 42. Modes de circulation de l'air dans les ↓tuves



Figure



Figure



Figure

On ne retiendra comme exemple que les aires de séchage, surfaces planes fixes et chauffantes sur lesquelles on a disposé les produits à sécher. Ceux-ci doivent être remués constamment (manuellement au moyen de râteaux ou mécaniquement) pour éviter tout phénomène de surcuisson.

3.3.3 Cas particuliers

Le tableau 17 donne quelques précisions concernant les temps et températures de

séchage applicables aux différents fruits, ainsi que la teneur en eau finale que l'on doit obtenir pour assurer une longue conservation.

Quelques procédés de traitement des fruits en séchoir combustibles sont indiqués ci-dessous à titre d'exemples. En effet, les temps de séchage et les différentes phases de déshydratation dépendent de nombreux facteurs, et notamment de l'épaisseur de la couche de produits à sécher et de l'état hygrométrique de l'atmosphère. Il conviendra donc de les adapter aux conditions climatiques locales et au type de matériel choisi.

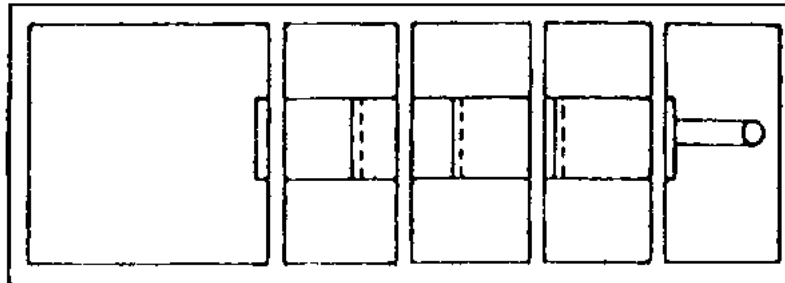
Pommes: En tube:

1 ^{re} méthode:	5 à 6 h à 70°C, puis 10 h à 60°C et 80°C pour finir	16 à 18 h en tout
2 ^{me} méthode:	commencer à 45°C, puis augmenter progressivement jusqu'à 70°C	16 à 18 h en tout

Raisins: Un jour au soleil puis en séchoir:

commencer à 88°C et finir à 70°C, ou commencer à 49°C et finir à 74°C	20 à 30 h en tout
--	-------------------

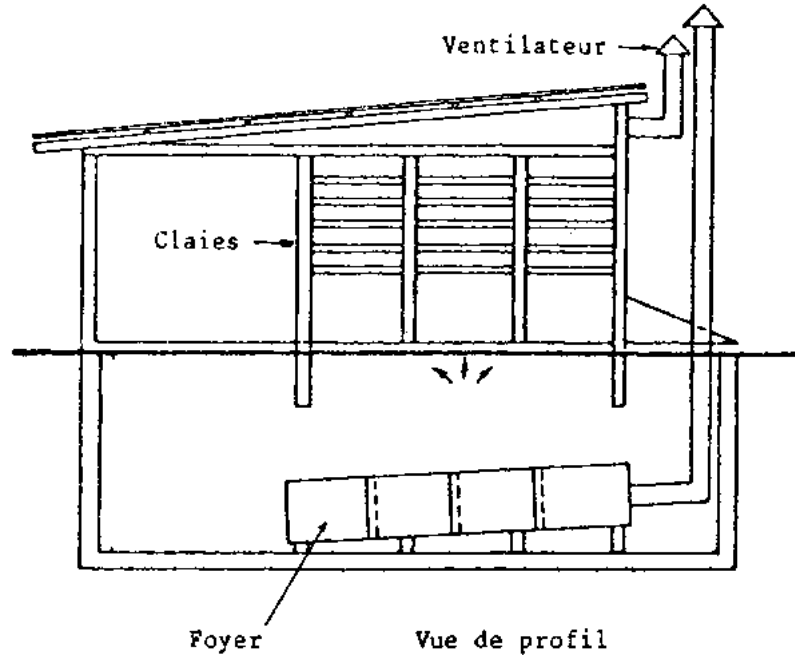
Figure 43. Séchoir type tube de Tonga



Vue de dessus



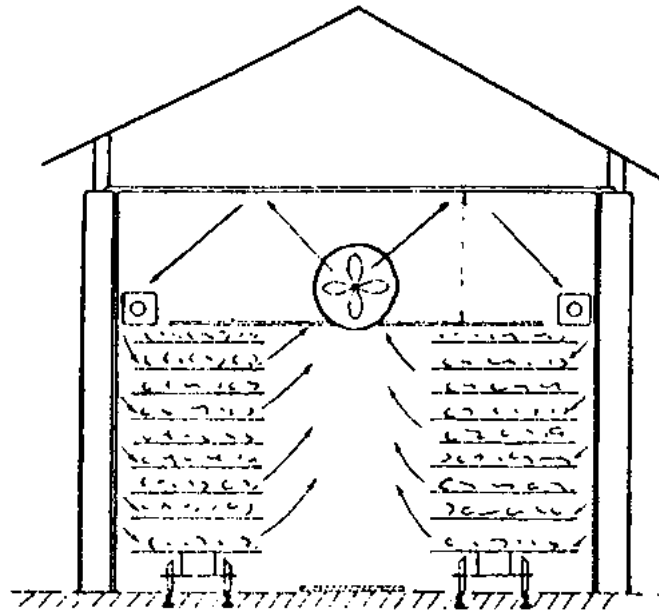
Exemple de combustible: coques de noix de coco



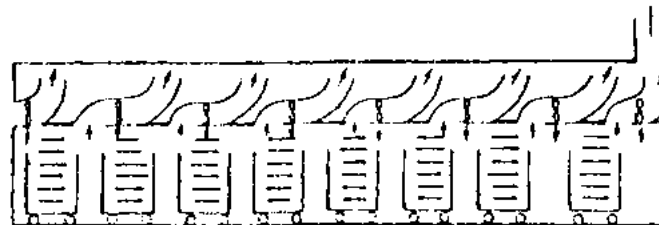
Vue de profil

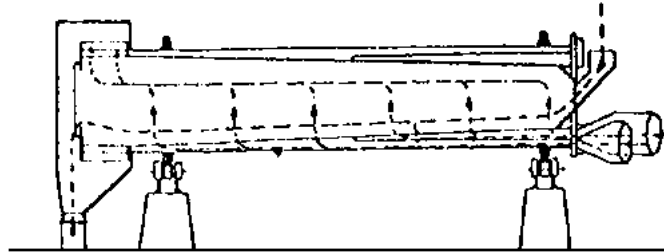
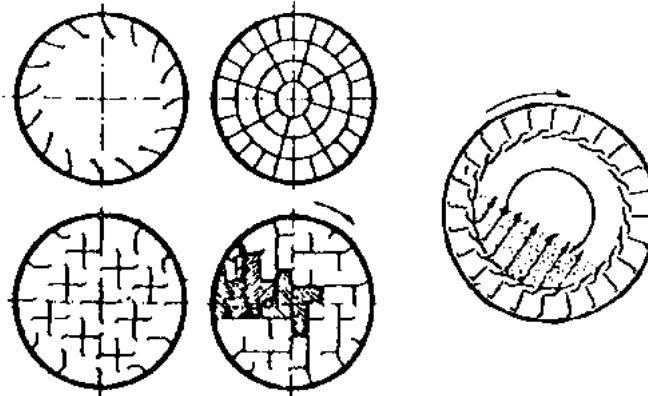
(Source: Greenwood, B.E., 1976)

Figure 44. S^o choir tunnel "Comessa" (Comores)



Coupe transversale



Coupe longitudinale**Figure 45. S \diamond choir tambour****Coupe longitudinale****Coupes transversales montrant diff \diamond rentes dispositions des ailettes int \diamond rieures**

Ananas:

En ♦ tuve:

2 h ♦ 71°C, puis

4 h ♦ 54,5°C

Figues:

Passer progressivement de 45-50°C ♦ 65-70°C

Abricots:

Trois phases:

a) 45-50°C (phase de fl♦trissement) ou au soleil, puis

b) 70°C, et enfin

c) 80°C (air ♦ 20 pour cent d'humidit♦)

La dur♦e totale est de 24 h au minimum. Il est pr♦f♦rable d'♦taler l'op♦ration sur 3 ♦ 6 jours, en sortant les fruits du s♦choir pendant 10 ♦ 20 h entre chaque phase.

Bananes:

12 h ♦ 70°C

Plantains:

D♦buter ♦ 45°C pendant 3 h, puis aller jusqu'♦ 55°C (4 h) pour obtenir une humidit♦ des cossettes de 25 ♦ 30 pour cent, puis augmenter progressivement jusqu'♦ 60-65°C pour finir ♦ 70-75°C

La durée totale est de 10 h

Mangues:

36 h au soleil (flétrissement), puis

24 h en étuve à 70°C

Anacardes:

3 à 8 h en étuve à 60-80°C

3.4 Post-traitements

3.4.1 Triage

Principe

Le triage a pour but d'éliminer, après le séchage, les éléments hétérogènes pouvant nuire à la bonne conservation de l'ensemble des produits secs. Il peut s'agir:

- de morceaux racornis et grillés ayant subi un séchage trop poussé (car trop petits ou soumis à des températures plus élevées que le reste des produits); et**
- de morceaux trop gros, restés mous et trop hydratés par suite d'un séchage insuffisant.**

Matériel

Celui-ci a été décrit au chapitre 2, section 2.2.

Il existe un appareil simple mais capable de trier uniquement des produits légers: il s'agit

d'un trieur pneumatique, sur coussin d'air, illustré par la figure 46. Un ventilateur permet de créer un flux d'air ascendant sur le produit; les particules de faible densité sont véhiculées par l'air vers une sortie placée à la partie supérieure du trieur, tandis que celles de plus forte densité traversent le courant d'air et sont évacuées par une autre sortie placée à la partie inférieure.

3.4.2 Ressuage

Cette opération vise à uniformiser le degré final d'humidité de l'ensemble des produits secs. Ceux-ci sont empilés dans des caisses de bois ou sur des claies pendant une à deux semaines au cours desquelles on effectue plusieurs brassages (manuels, dans le cas des claies, ou par transvasement des fruits d'une caisse à une autre).

Le ressuage peut s'appliquer à tous les fruits.

3.4.3 Broyage

Principe

Réalisée en tant que post-traitement, cette opération a pour but de réduire certains fruits déshydratés en poudre très fine ou en farine. Seuls quelques fruits ayant une faible humidité résiduelle après séchage peuvent se prêter à ce traitement: bananes, plantains, châtaignes après décorticage, dattes après dénoyautage ou non.

Matériel

Certains broyeurs décrits à la section 2.11 conviennent pour réduire des fruits séchés en poudre:

- Broyage manuel (pilon ou mortier);**

- Broyage mécanique:

Broyeur à marteaux;

Broyeur à meules (figure 47);

Broyeur à cylindres: le produit à broyer est introduit entre deux cylindres parallèles, lisses ou cannelés, tournant en sens inverse et dont l'écartement est fonction de la granulométrie du produit fini que l'on veut obtenir (poudre, semoule).

3.4.4 Tamisage

Cette étape a pour but d'éliminer les particules trop grosses obtenues après broyage et d'homogénéiser la granulométrie du produit fini.

La noix de coco râpée doit également subir un tamisage afin d'éliminer toutes les brisures et les particules trop grosses. Le matériel utilisé a été décrit dans la section 2.13.

3.4.5 Mondage

Principe

Le mondage, appelé également dépelliculage, consiste à supprimer la peau externe de certains fruits, notamment des anacardes. Cette opération est facilitée par la faible adhérence de la pellicule à la chair du fruit après séchage.

Matériel

L'opération peut s'effectuer en utilisant:

- une mondeuse \diamond tambour (figure 48a). Un cylindre rotatif garni d'abrasif doux, ou simplement d'un grillage, permet de réaliser cette opération. On nettoie l'appareil par un jet d'air comprimé;
- un dépelliculeur mécanique \diamond cônes (figure 48b). Les fruits \diamond traiter sont versés dans un entonnoir revêtu intérieurement de brosses et comportant en son centre des cônes rotatifs ayant pour effet de frotter les noix d'anacardes contre les brosses;
- un dépelliculeur \diamond douches de vapeur (figure 48c). Un seau contenant les anacardes est soumis \diamond deux jets de vapeur de sens opposés qui provoquent le décollement de la peau des fruits. Le seau peut être agité en appuyant sur le serpentín de vapeur qui joue le rôle de ressort. Cette méthode a l'inconvénient de provoquer un brunissement des anacardes; ou
- une trémie mondeuse \diamond air comprimé (figure 48d). Le principe est le même que celui de l'appareil précédent, mais le brunissement est évité en utilisant de l'air comprimé au lieu de vapeur.

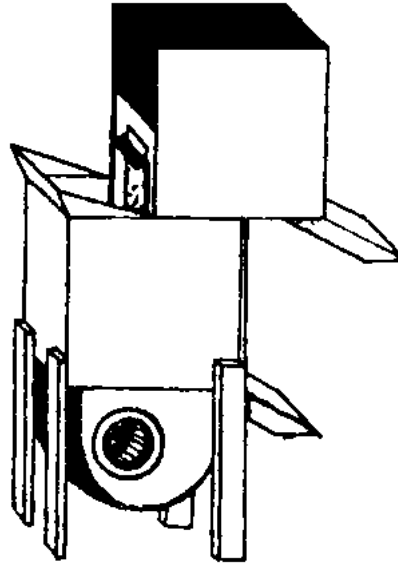
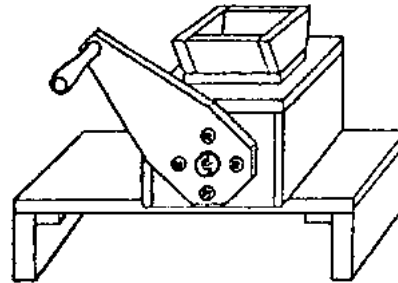
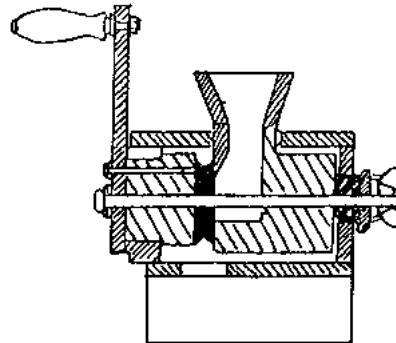


Figure 46. Trieur sur coussin d'air

Figure 47. Broyeur ♦ meules



Vue générale



Coupe verticale

3.4.6 Conditionnement

Cette étape sera traitée de façon détaillée au chapitre 8. On se bornera à dire que les emballages pour fruits secs doivent remplir différentes conditions:

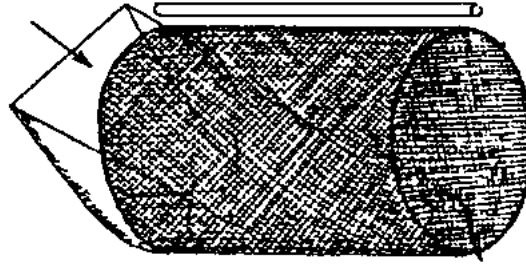
- **conditions techniques.** Les fruits sèchs sont des produits hygroscopiques et oxydables qui doivent être conservés à l'abri de l'humidité (pour éviter tout risque de prolifération microbienne), de la lumière et de l'oxygène (pour empêcher la décoloration des pigments, l'oxydation des vitamines, le rancissement des lipides) et de températures trop élevées (qui favorisent le rancissement des graisses et la perte des arômes volatils);
- **conditions mécaniques.** L'emballage doit protéger les fruits contre les chocs;
- **conditions économiques.** Son coût doit être peu élevé par rapport à celui du contenu;
- **conditions commerciales.** Le produit doit être d'aspect attrayant, l'emballage transparent et si possible léger.

Différents types de conditionnement peuvent être envisagés:

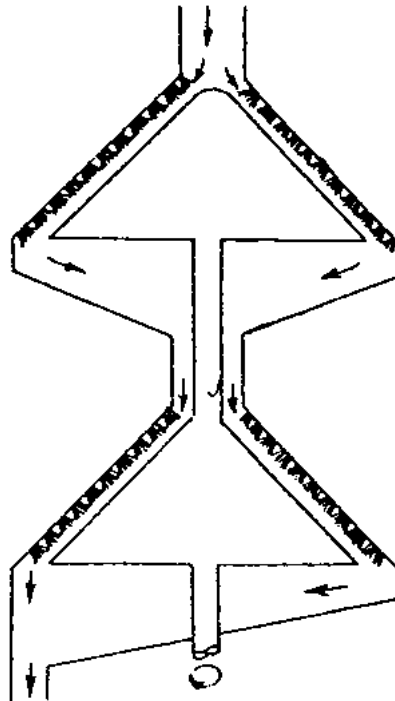
- des sacs de coton ou jute (pour les fruits sèchs les plus stables et peu hygroscopiques);
- des pellicules cellulosiques: cellophane (protection mécanique faible, mais prix modique);
- des sachets de polyéthylène, de polyvinyle, de rilsan (ralentit le rancissement des fruits sèchs, donc protège leurs qualités organoleptiques);
- des boîtes de bois avec revêtement intérieur de papier;
- des boîtes de carton;
- des bocal de verre (lourds et onéreux) ou des boîtes de fer-blanc pour les

produits plus fragiles nécessitant une imperméabilité totale de l'emballage la vapeur d'eau.

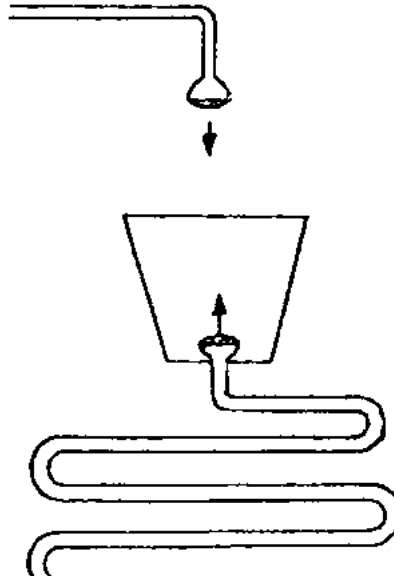
Figure 48. Mondage des anacardes



a) Mondeuse tambour

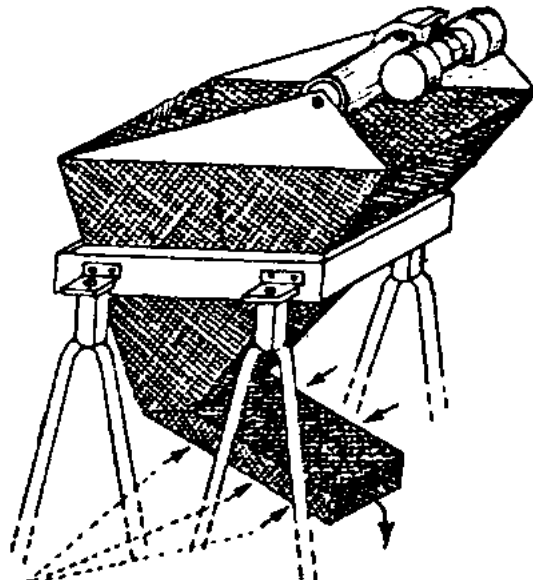


b) D \diamond pelliculeur \diamond c \diamond nes





c) Dépelliculage de la vapeur



d) Trémie mondeuse

Tableau 17. Temps et températures de séchage des fruits

Fruits	Température maximale	Humidité finale	Taux de séchage = poids de fruits frais préparés: poids de fruits secs	Temps (Séchage naturel amélioré)	Temps (Etuve)
Mangues	70°C	14%	8	5 j	24 h
Abricots	65°C	15 ♦ 18%	5	1-4 j	10-12 h
Noix de coco	70-88°C	3%			45 mn (touraille), 25-30 mn (♦tuve)
Pommes	70°C	20 ♦ 24%	5-7		16-18 h
Dattes	70°C (50°C suffisent pour les dattes non m♦res, 35°C pour les m♦res)			Quelques jours	
Raisins	88°C	15-17%	3	7-14 j (♦ l'ombre)	
Kakis				A l'ombre	
Bananes Plantains	75°C	6 ♦ 8%	10		
Bananes	70°C-90°C en fin de séchage	15-20%			10-12 h
Litchis	70°C				30 h (Tunnel)

Produits	Température				Durée (jours)
Ananas	70-75°C		3,7		6-12 h
Figues		20%	3	2-4 j	D♦conseill♦
Ch♦taignes		10%			48 h (20 j sur un plancher ajour♦ avec un feu dessous)
Anacardes	80°C	7%			6-8 h



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



Conservation des Fruits ♦ Petite ♦ chelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

➔ **CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE**

4.1 Introduction

4.2 Confitures, marmelades et gel♦es

4.2.1 Proc♦d♦ g♦n♦ral et ♦chelles de production

4.2.2 Pr♦traitements

4.2.3 Cuisson - concentration

4.2.4 Post-traitements

4.3 P♦tes de fruits

4.3.1 Proc♦d♦ g♦n♦ral et ♦chelles de production

4.3.2 Pr♦traitements

4.3.3 Cuisson

- 4.3.4 Post-traitements
- 4.4 Sirops de fruits
 - ☞ 4.4.1 Procédés général et échelles de production
 - ☞ 4.4.2 Prétraitements
 - ☞ 4.4.3 Cuisson-concentration
 - ☞ 4.4.4 Post-traitements
- 4.5 Fruits confits
 - ☞ 4.5.1 Procédés général et échelles de production
 - ☞ 4.5.2 Prétraitements
 - ☞ 4.5.3 Confisage
 - ☞ 4.5.4 Post-traitements

Conservation des Fruits à Petite échelle (CTA - ILO - WEP, 1990, 244 p.)

CHAPITRE 4. CONSERVATION PAR LE SUCRE

4.1 Introduction

Les techniques de transformation décrites dans ce chapitre ont pour but de confire les fruits, c'est-à-dire de porter la teneur en sucre de leur suc cellulaire à une valeur telle que le produit obtenu ne puisse plus s'altérer.

La conservation est assurée par:

- l'acidité naturelle des fruits;**
- la concentration élevée en sucre inhibant tout développement de micro-organismes (et notamment de moisissures);**

- la gélification de la pectine contenue naturellement dans les fruits ou éventuellement ajoutée au cours de la transformation, s'il n'en existe pas assez dans les fruits traités.

Les types de produits successivement étudiés seront:

- les confitures, marmelades et gelées;
- les pâtes de fruits;
- les sirops de fruits (la gélification n'a pas lieu dans ce cas, car la pectine des fruits est préalablement enlevée);
- les fruits confits.

4.2 Confitures, marmelades et gelées

4.2.1 Procédés général et échelles de production

Les schémas de fabrication de ces trois types de produits sont les mêmes; seule la préparation des fruits avant cuisson diffère.

En effet, les confitures sont préparées à partir de fruits entiers ou en morceaux, les marmelades avec des fruits écrasés, et les gelées avec le jus extrait des fruits.

La séquence des opérations de transformation est indiquée schématiquement à la figure 49.

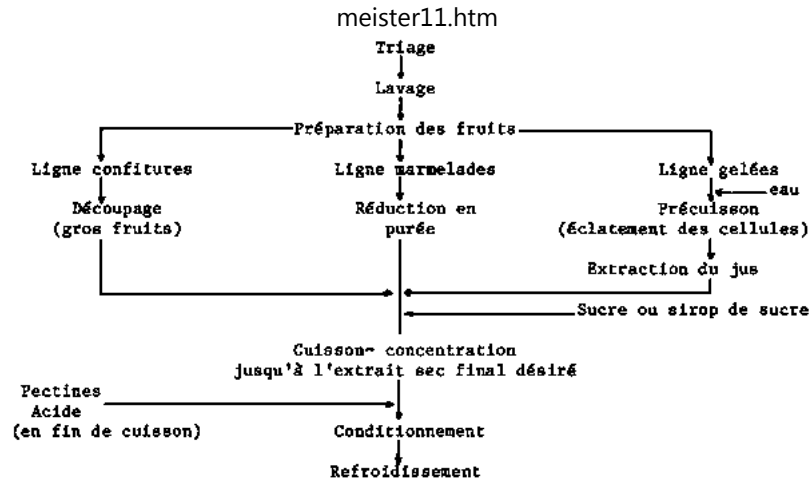


Figure 49. Schéma général de la transformation des fruits en confiture, gelée et marmelade

Cette technique de transformation, très répandue au niveau familial, est facilement transposable à l'échelle artisanale et même à l'échelle semi-industrielle par simple accroissement des dimensions du matériel, de la quantité de main-d'oeuvre et des approvisionnements en matières premières. Elle permet de produire de 200 à 3 000 kg de confiture par jour, selon l'échelle considérée.

4.2.2 Prétraitements

Ceux-ci ont été étudiés au chapitre 2. Les compléments nécessaires et spécifiques à la préparation des fruits en vue d'une transformation en confiture, gelée ou marmelade sont donnés ci-après.

a) Compléments concernant le triage

On peut utiliser soit des fruits mûrs, soit des fruits qui ne sont pas encore arrivés au stade de pleine maturité, mais il ne faut pas traiter ensemble des fruits de maturités différentes.

Les fruits non totalement mûrs sont valorisés par ce type de transformation, car ils sont riches en acides et matières pectiques et ont une texture plus résistante. Ils permettent de réduire les quantités d'additifs dans les confitures et confèrent un meilleur aspect au produit fini.

Les fruits trop mûrs doivent être écartés car ils se désagrègent à la cuisson, entraînant une gélification déficiente.

b) Compléments concernant le lavage

Un égouttage est préférable après lavage, pour éviter de prolonger les temps de cuisson.

c) Compléments concernant la préparation des fruits

La préparation des fruits comprend les opérations d'équeutage, d'épluchage, d'épépinage ou de dénoyautage et de précuisson éventuelle des fruits fermes et longs à ramollir.

L'épluchage s'applique à tous les fruits, sauf les figues et éventuellement les agrumes que l'on destine à la fabrication de marmelades (les écorces, séparées ou non de la chair de ces fruits, peuvent être incorporées dans ce type de produit).

La précuisson dans très peu d'eau concerne les fruits non totalement mûrs destinés à la

fabrication de confitures, ou certains fruits mûrs mais à chair ferme, comme la pomme, l'ananas, la goyave, la pomme cajou ou la châtaigne (celle-ci dans une quantité d'eau plus importante). La cuisson dure environ 15 à 30 minutes, jusqu'à ce que la texture des fruits soit tendre, et intervient après découpage dans le cas de gros fruits.

Les fruits subiront en outre un traitement spécifique selon la ligne de transformation vers laquelle ils seront dirigés:

- **confitures: les fruits de grosse taille seront découpés en morceaux (mangues, pommes, ananas). Les petits fruits (litchis) peuvent être laissés entiers;**
- **marmelades: les fruits seront réduits en purée par broyage ou cuisson prolongée dans très peu d'eau jusqu'à désagrégation de la pulpe. Ils peuvent également subir une macération d'une douzaine d'heures dans la quantité de sucre nécessaire à l'opération de cuisson;**
- **gelées: le jus des fruits est extrait par pressage, broyage ou centrifugation après cuisson dans très peu d'eau pour provoquer l'écèlement des cellules du fruit et faciliter l'expression du jus. Cette extraction du jus doit se faire à chaud pour détruire les enzymes pectolytiques qui empêchent la gélification et entraînent des fermentations pectiques.**

4.2.3 Cuisson - concentration

Principe

Cette opération essentielle de la chaîne de transformation vise à:

- **diminuer la teneur en eau;**

- **dissoudre la pectine des fruits;**
- **pasteuriser le mélange (c'est-à-dire inhiber le développement des micro-organismes par la chaleur);**
- **dissoudre le sucre et provoquer son inversion partielle à raison de 30 à 50 pour cent (ce sucre, ou saccharose, se transforme en glucose et en fructose); et**
- **modifier le goût des fruits de façon contrôlée.**

Pour assurer une bonne conservation des produits finis, il faut que leur teneur totale en sucres (sucres des fruits + sucres ajoutés) atteigne après cuisson 63 à 65 pour cent (55 pour cent seulement dans le cas des marmelades), ce qui correspond à un extrait sec soluble ayant une teneur de 65 à 67 pour cent. La cuisson des fruits se fait en présence de sucres, de pectine et d'acides, agents de gélification et de conservation du produit fini. Ces trois agents seront étudiés successivement.

a) Sucres

Ceux-ci sont utilisés sous plusieurs formes:

- **sucres de canne ou de betterave (saccharose, forme solide);**
- **à dulcorants liquides (sucre inverti, sirop de glucose, etc., anticristallisants mais chers);**
- **miel (si celui-ci est plus facilement disponible que le sucre);**
- **sucres de fruits (raisins, pommes, dattes), On les fabrique par concentration de moûts de fruits. Ces sucres, bien que pouvant répondre aux problèmes d'approvisionnement en sucre de certains pays, sont cependant très acides,**

chargés en sels et dénaturent la saveur des confitures par leur goût caramélisé. Ils entraînent de plus une mauvaise gélification et ont un pouvoir sucrant inférieur à celui du saccharose (1 kg de sucre cristallisé équivaut à 1,5 kg de sucre de raisin).

Le sucre est ajouté aux fruits dans des proportions pouvant varier théoriquement entre 50 et 80 pour cent. Si l'on sort de ces limites, les problèmes suivants se posent:

- en dessous de 50 pour cent:

- **gélification impossible (cas des compotes);**
- **risque de moisissures ou de fermentations;**
- **confitures trop liquides**

- en dessus de 80 pour cent:

- **limite de solubilité du saccharose (ce qui implique une caramélisation du sucre non dissous);**
- **goût et arômes des fruits masqués par le sucre;**
- **prise en masse trop rapide;**
- **confitures trop fermes;**
- **risque de cristallisation du sucre**

On ajoute en général de 63 à 65 pour cent de sucre (par rapport au poids final de la confiture).

Le saccharose peut être additionné sous forme cristallisé solide (ce qui entraîne le

risque d'une légère caramélisation du sucre en surface) ou liquide (après dissolution). Cette dernière méthode présente l'avantage de préserver la pectine, les arômes, la texture et la couleur des fruits, ceux-ci étant placés directement dans un milieu bouillant qui bloque les dégradations enzymatiques.

b) Pectines

Ce sont les substances responsables de la formation du gel. Elles sont contenues naturellement dans les fruits, en plus ou moins grande quantité. Il peut être nécessaire d'en rajouter au cours de la cuisson pour assurer la gélification du mélange.

On utilise:

- soit des fruits verts ou des corces de fruits riches en pectines (agrumes, mangues, pommes: peaux ou jus concentrés);
- soit des pectines du commerce sous forme liquide ou solide (on doit dans ce cas les diluer auparavant dans de l'eau);

Il existe des pectines à prise plus rapide, que l'on utilise dans le cas des confitures pour favoriser une gélification précoce, avant remontée des morceaux de fruits en surface. Les pectines à prise plus lente sont utilisées lorsqu'on veut conditionner à plus basse température (pour éviter la caramélisation ou l'excès d'inversion du sucre).

La pectine est ajoutée en fin de cuisson, car une température trop élevée pendant un temps trop long la dénature et lui fait perdre son pouvoir gélifiant.

La dose à ajouter varie selon les fruits. Les citrons, les pommes, les oranges et les mangues sont déjà riches en pectines, tandis que les ananas et les figues en sont pauvres.

c) Acides

Ils sont indispensables dans la fabrication des confitures et servent :

- empêcher le développement des micro-organismes;
- mettre les pectines en solution pour qu'elles forment un gel;
- permettre l'inversion du saccharose.

La plupart des fruits sont acides et ont donc un pH peu élevé :

- fruits très acides (par exemple citrons): 1,9 à 2,5;
- fruits moyennement acides: 2,5 à 3,5;
- fruits peu acides (par exemple pommes): 3,5 à 4,5.

Le tableau 18 indique le degré d'acidité de différents fruits.

On corrige le pH des fruits faiblement acides en ajoutant soit du jus de citrons ou de limes, soit de l'acide citrique (ou encore tartrique ou acétique) sous forme aqueuse ou anhydre.

Le pH optimal à obtenir est compris entre 2,9 et 3,3. Une trop forte acidité finale présente les inconvénients suivants: vitesse de gélification trop rapide, inversion excessive du saccharose et altération du goût du produit fini. Si, par contre, l'acidité est trop faible, la gélification se fera mal ou n'aura pas lieu. L'acide doit être ajouté en fin de cuisson, car la température du mélange doit être suffisamment élevée pour que le gel soit homogène.

A titre indicatif, le tableau 19 indique les doses d'acide à ajouter pour 100 kg de confitures préparées à partir de fruits faiblement acides.

d) Equilibre sucre-acide-pectine

Ces trois facteurs sont liés et leurs pourcentages respectifs déterminent les limites de la zone de gélification (voir figure 50).

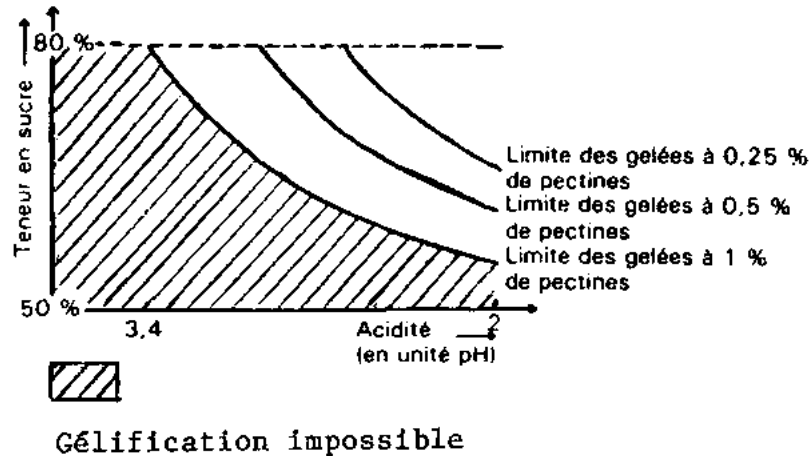


Figure 50. Limite de la zone de gélification en fonction des facteurs sucre, acidité, pectine

(Source: CHEFTEL, H., CHEFTEL, J.C., 1980)

Les limites de variation des doses de sucre et d'acide sont beaucoup plus larges dans le cas de fruits riches en pectine.

On voit que plus l'acidité est forte, plus la quantité de sucre à utiliser est faible. Il existe donc une grande variété de formules de fabrication des confitures, gelées et marmelades en fonction :

- de la richesse des fruits en arômes, couleur et pectine; et

- des impératifs économiques (disponibilité en sucre, notamment).

En général, les quantités de fruits mises en oeuvre sont égales ou légèrement supérieures aux quantités de sucre, comme le montre le tableau 20 qui permet de déterminer les quantités respectives de sucre et de fruits à utiliser pour obtenir une confiture dont la teneur en matière sèche soit convenable, compte tenu de la teneur initiale en glucides (sucres) des fruits. Cette teneur, donnée dans le tableau 21, correspond très approximativement à l'indice réfractométrique des fruits. Comme on l'a vu dans la section 4.2.3, l'extrait sec soluble optimal du produit fini se situe entre 65 et 67 pour cent.

Tableau 18. Acidité et richesse des fruits en pectine

Fruits	pH	Pectines (%)
Bananes	4,4-5,2	
Ananas	3,2-5,2	
Melons	4,5-6,8	
Pamplemousses	2,8-3,8	
Pommes	2,8-3,2	0,8
Goyaves	3,3-4	0,3
Mangues	4-5,5	
Papayes	5-5,5	0,83
Oranges	3,2-4,2	1,2
Citrons	2,1-2,5	
Grenadilles	2,8-3	0,2-0,25
Tamarins	2,7-3	

Limes	1,9-2,0	
Pommes de cajou		
Chataignes	6,0	
Kakis		0,21-0,73

Tableau 19. Doses d'acide pour 100 kg de confitures de fruits ♦ pH ♦ lev♦

	Fruits riches en pectine	Fruits pauvres en pectine
Solution d'acide citrique ♦ 50%	0,175-0,230 l	0,320-0,400 l
Solution d'acide tartrique ♦ 50%	0,120-0,160 l	0,220-0,280 l

(Source: GENEST, J.P., et MALEGEANT, J.Y., 1981)

Tableau 20. Proportions de fruits et de sucre dans les confitures

Indice	Quantit♦ de sucre mise en oeuvre (kg)													
	55			56			57			58			59	
♦r♦fractom♦trique														
des fruits	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60
(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
7	-	-	-	-	60,2	60,55	60,8	61,2	61,55	61,8	62,2	62,55	62,8	63,2
8	-	-	60,2	60,4	60,8	61,2	61,4	61,8	62,2	62,4	62,8	63,2	63,4	63,8
9	-	60,4	60,85	60,95	61,4	61,85	61,95	62,4	62,85	62,95	63,4	63,85	63,95	64,4
10	60,5	61,0	61,5	61,5	62,0	62,5	62,5	63,0	63,5	63,5	64,0	64,5	64,5	65,0
11	61,05	61,6	62,15	62,05	62,6	63,15	63,05	63,6	64,15	64,05	64,6	65,15	65,05	65,6

12	61,2	62,2	62,8	62,6	63,2	63,8	63,6	64,2	64,8	64,6	65,2	65,8	65,6	66,2
13	62,15	62,8	63,45	63,15	63,8	64,45	64,15	64,8	65,45	65,15	65,8	66,45	66,15	66,8
14	62,7	63,4	64,1	63,7	64,4	65,1	64,7	65,4	66,1	65,7	66,4	67,1	66,7	67,4
15	63,25	64,0	64,75	64,25	65,0	65,75	65,25	66,0	66,75	66,25	67,0	67,75	67,25	68,0
16	63,8	64,6	65,4	64,8	65,6	66,4	65,8	66,6	67,4	66,8	67,6	68,4	67,8	68,6
17	64,35	65,2	66,05	65,35	66,2	67,05	66,35	67,2	68,05	67,35	68,2	69,05	68,35	69,2
18	64,9	65,8	65,8	65,9	66,8	66,8	66,9	67,8	67,8	67,9	66,8	68,8	68,9	69,8
19	65,45	66,4	67,35	66,45	67,4	68,35	67,45	68,4	69,35	68,45	69,4	70,35	69,45	70,4
20	66,0	67,0	68,0	67,0	68,0	69,0	68,0	69,0	70,0	69,0	70,0	71,0	70,0	71,0
Teneur en mati \rhd res s \rhd ches (en kg pour 100 kg de confitures)														

Tableau 20. Proportions de fruits et de sucre dans les confitures (suite)

Quantit \rhd de sucre mise en oeuvre (kg)														
Indice	60		61			62			63			64		
r \rhd fractom \rhd trique	Quantit \rhd de fruits mise en oeuvre (kg)													
des fruits	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60	65	55	60
(%)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
7	63,8	64,2	64,55	64,8	65,2	66,55	65,8	66,2	66,55	66,8	67,2	67,55	67,8	68,2
8	64,4	64,8	65,2	65,4	65,8	66,2	66,4	66,8	67,2	67,4	67,8	68,2	68,4	68,8
9	64,95	65,4	65,85	65,95	66,4	66,85	66,95	67,4	67,85	67,95	68,4	68,85	68,95	69,4
10	65,5	66,0	66,5	66,5	67,0	67,5	67,5	68,0	68,5	68,5	69,0	69,5	69,5	70,0
11	66,05	66,6	67,15	67,05	67,6	68,15	68,05	68,6	69,15	69,05	69,6	70,15	70,05	70,6
12	66,6	67,2	67,8	67,6	68,2	68,8	68,6	69,2	69,8	69,6	70,2	70,8	70,6	71,2

13	67,15	67,8	68,45	68,15	68,8	69,45	69,15	69,8	70,45	70,15	70,8	71,45	71,15	71,8
14	67,7	68,4	69,1	68,7	69,4	70,1	69,7	70,4	71,1	70,7	71,4	72,1	71,7	72,4
15	68,25	69,0	69,75	69,25	70,0	70,75	70,25	71,0	71,75	71,25	72,0	72,75	72,25	73,0
16	68,8	69,6	70,4	69,8	70,6	71,4	70,8	71,6	72,4	71,8	72,6	73,4	72,8	72,6
17	69,35	70,2	71,05	70,35	71,2	72,05	71,35	72,2	73,05	72,35	73,2	74,05	73,35	74,2
18	69,9	70,8	71,7	70,9	71,8	72,7	71,9	72,8	73,7	72,9	73,8	74,7	73,9	74,8
19	70,45	71,4	72,35	71,45	72,4	73,35	72,45	73,4	74,35	73,45	74,4	75,35	74,45	-
20	71,0	72,0	73,0	72,0	73,0	74,0	73,0	74,0	75,0	74,0	75,0	-	75,0	-

Teneur en matières sèches (en kg pour 100 kg de confitures)

Tableau 21. Teneur des fruits en glucides

Fruits	Sucre (%)
Abricots	10
Mangues	15
Pastèques	6,7
Citrons	2 à 9
Oranges	9
Goyaves	11
Kakis	15
Melons	6,5
Tamarins	21
Pamplemousses	6
Pommes	12

Papayes	10
Bananes	20
Litchis	16
Corossols	18
Grenadilles	22
Ananas	12
Figues	18
Limes	12

Tableau 22. Inconvénients d'un temps de cuisson trop court ou trop long dans la fabrication des confitures

Temps trop court	Temps trop long
Inversion insuffisante du saccharose	Dégradation excessive de la pectine (mauvaise gélification)
Risque de fermentation et développement de moisissures	Inversion trop importante (risque de cristallisation du glucose donnant un goût sableux)
Fruits durs	Perte d'arômes, brunissement, perte de vitamines
	Désagrégation des fruits
	Perte d'énergie

Si l'on se réfère au tableau 20, on voit par exemple qu'une teneur en matières sèches solubles de la confiture d'environ 67 pour cent peut s'obtenir par cuisson de:

- 63 kg de sucre et 60 kg de fruits (pour des fruits dont l'indice réfractométrique est égal à 7 pour cent); ou

- 59 kg de sucre et 65 kg de fruits (dans le cas de fruits d'indice \diamond gal \diamond 12 pour cent); ou encore

- 57 kg de sucre et 55 kg de fruits (pour des fruits dont l'indice est \diamond gal \diamond 18 pour cent).

On peut suivre deux proc \diamond dures pour calculer les proportions respectives de fruits et de sucre \diamond mettre en oeuvre dans la fabrication des confitures, des gel \diamond es et des marmelades. On peut:

- soit utiliser les tableaux 20 et 21, comme on vient de le voir;

- soit effectuer soi-m \diamond me le calcul de la fa \diamond on suivante, en consid \diamond rant que le sucre contient 100 pour cent de mati \diamond re s \diamond che.

Supposons que l'on veuille obtenir 100 kg de confiture \diamond 65 pour cent de mati \diamond res s \diamond ches \diamond partir de fruits contenant 10 pour cent de mati \diamond res s \diamond ches. Si l'on dispose de 60 kg de fruits, ceux-ci contiendront 6 kg de mati \diamond res s \diamond ches. Etant donn \diamond que l'on veut obtenir 100 kg de confiture \diamond 65 pour cent de mati \diamond res s \diamond ches - c'est- \diamond -dire 65 kg de mati \diamond res s \diamond ches en tout - il faudra ajouter 59 kg de sucre. C'est bien le chiffre que l'on retrouve au tableau 20. Il faudra, dans ce cas, \diamond vaporer $60 + 59 - 100 = 19$ kg d'eau.

Si l'on \diamond tait parti de 100 kg de fruits (c'est- \diamond -dire 10 kg de mati \diamond res s \diamond ches), il aurait fallu ajouter 55 kg de sucre et \diamond vaporer $100 + 55 - 100 = 55$ kg d'eau.

Comme on peut le constater, la cuisson sera beaucoup plus longue dans le deuxi \diamond me cas, car la quantit \diamond d'eau \diamond \diamond vaporer est beaucoup plus consid \diamond rable. L' \diamond conomie de sucre entra \diamond ne donc une plus grande consommation d' \diamond nergie.

e) Temps de cuisson

Il doit être de 10 mn environ, en règle générale. Le tableau 22 répertorie les inconvénients d'une cuisson trop longue ou trop courte.

Il faut donc stopper la cuisson à temps pour éviter ces inconvénients. Pour ce faire, on peut utiliser plusieurs méthodes simples de contrôle:

Au stade artisanal, on peut avoir recours:

- la "nappe", au moyen d'une louche: la confiture doit former une nappe en s'égouttant;
- au contact d'un récipient froid: si la gélification a lieu, la cuisson doit être arrêtée;
- la mesure de la température: il existe une correspondance entre la température d'ébullition et la pression atmosphérique et le pourcentage de matières sèches (tableau 23).

Le savoir-faire des artisans joue ici un rôle important.

Tableau 23. Correspondance entre la température d'ébullition et le pourcentage de matières sèches d'une confiture

Température	Pourcentage de matières sèches
102,4°C	55
103,8°C	60
104,3°C	63
105,0°C	65
105,5°C	67

105,7°C

68

Au stade semi-industriel, on peut se servir:

- du densimètre (figure 51), instrument qui permet de mesurer la densité et le pourcentage d'extrait sec soluble (tableau 24).

Tableau 24. Correspondance entre la densité et le pourcentage d'extrait sec soluble d'une confiture

Extrait sec soluble (pourcentage)	Densité
60	1,288
63	1,307
65	1,318
67	1,331
69	1,343
70	1,349

On arrête la cuisson lorsque la valeur indiquée par le densimètre correspond au pourcentage désiré de matières sèches dans la confiture (65 à 67 pour cent, en général).



Figure 51. Densimètres

- du réfractomètre (figure 52), appareil qui mesure la déviation d'un rayon lumineux à travers une solution de sucre. Cette déviation est proportionnelle à la concentration de sucre.



Figure 52. Réfractomètre à main

Le temps de cuisson dépend du matériel utilisé. Il est donc difficile de conseiller un temps particulier pour chaque fruit.

Matériel

a) Matériel de cuisson

La cuisson se fait en bassines ouvertes, qui permettent une évaporation rapide de l'eau et offrent des surfaces de chauffe et d'évaporation importantes.

Les bassines conviennent aussi bien au stade artisanal (petites bassines d'une capacité de 20 à 50 kg) qu'au stade semi-industriel (bassines de 100 à 200 kg).

Il en existe de plusieurs formes:

- à fond rond (figure 53);

- **fond rond et bords vasés (forme dite "bordelaise") (figure 54);**
- **fond plat à évaporation rapide (figure 55).**

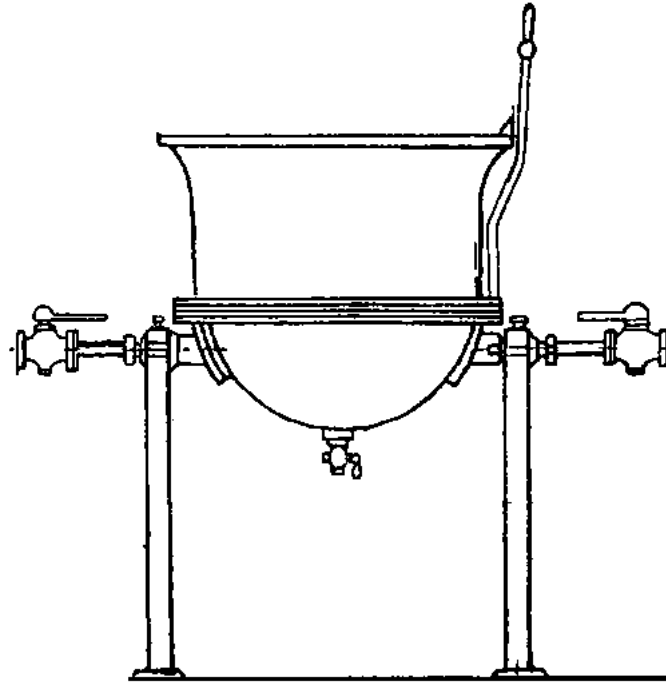
Pour la construction des bassines, on peut utiliser les matériaux suivants: cuivre étamé, acier inoxydable, terre cuite, fonte ou aluminium; l'épaisseur devrait être de 5 mm en moyenne.

Le choix se fait en fonction des disponibilités du pays considéré et des propriétés des divers matériaux (tableau 25).

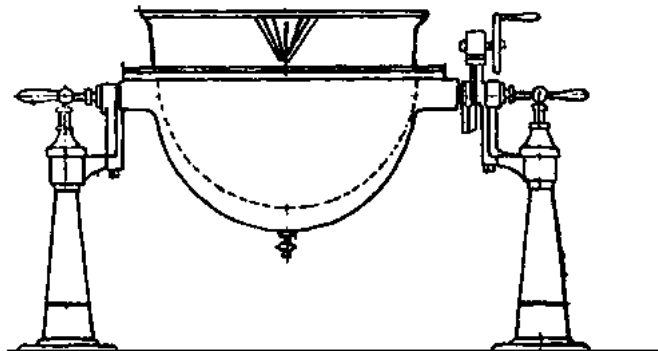
Il est possible de construire des marmites de cuisson sur place, en se référant par exemple à la fiche T 189 de Gret.

Les bassines peuvent être fixes (munies si possible d'un système d'agitation mécanique pour brasser la masse) ou basculantes. Les bassines fixes conviennent mieux pour des produits plus épais (marmelades de pommes, par exemple).

Figure 53. Bassine de cuisson à fond rond



Elevation



Coupe verticale

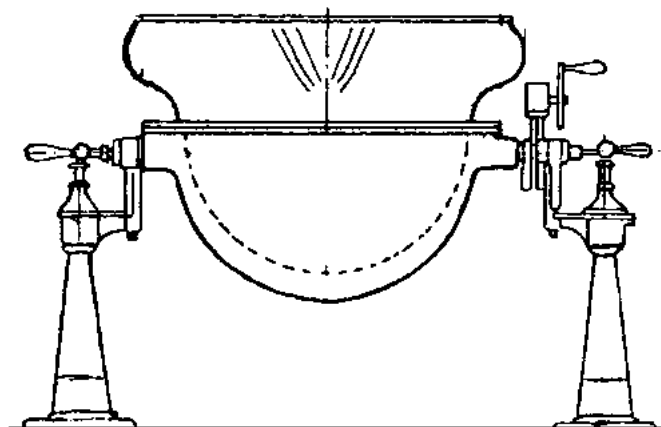


Figure 54. Bassine de cuisson bordelaise

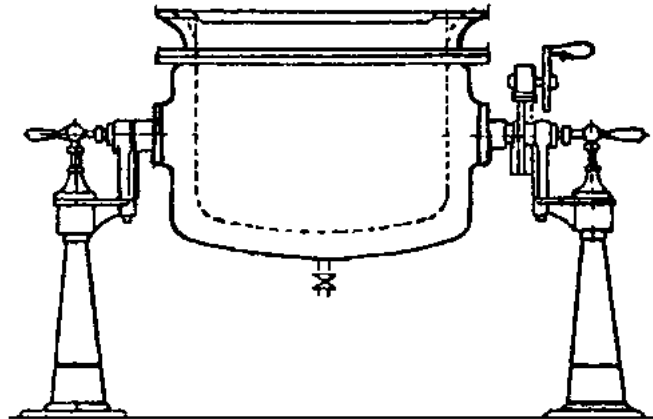


Figure 55. Bassine de cuisson ♦ **fond plat**

Tableau 25. Avantages et inconvénients des matériaux de constitution des bassines ♦ **confiture**

Matériaux	Avantages	Inconvénients
Fonte, terre cuite	Bonne diffusion de chaleur	Fragile
Cuivre ♦tam♦	Excellent coefficient de transfert de chaleur (monte rapide en température, pas de problèmes de surchauffe)	Entretien difficile Corrosion par les acides des fruits
Acier inoxydable	Entretien facile Résiste la corrosion	Coefficient de transfert de chaleur moins bon, d'o consommation d'énergie supérieure

Aluminium	N'oxyde pas la vitamine C des fruits Coefficient de transfert de chaleur plus lev que celui de l'inox Matériau léger	(même si l'on diminue l'épaisseur des parois) Faible résistance aux acides Modifie la couleur des confitures
-----------	--	--

Le chauffage des bassines peut se faire par:

- combustion de matériaux divers (bois, biomasse, etc.);
- gaz;
- vapeur (dans le cas des grandes bassines à double fond). La vapeur nécessite des investissements plus importants (chaudière, etc.).

On a vu qu'un temps de cuisson réduit (proche de 10 mn) était préférable. A chauffage égal, les petites bassines sont plus avantageuses que les grandes.

Enfin, le tableau 26 résume les avantages et les inconvénients des bassines de cuisson.

Le mode d'emploi des bassines ouvertes est le suivant. Il faut successivement:

- charger les fruits, la pulpe ou le jus avec la moitié du sucre et l'eau, éventuellement;
- porter à ébullition 3 à 4 mn sans agiter;
- continuer la cuisson en remuant;
- ajouter l'acide et la pectine en fin de cuisson;

Le temps total de cuisson est compris entre 10 et 12 mn.

Tableau 26. Avantages et inconvénients des bassines ouvertes

Avantages	Inconvénients
-----------	---------------

Avantages	Inconvénients
<p>Coût peu élevé</p> <p>Bon aspect des confitures (les confitures de fruits entiers ou oreillons se font qu'en petites bassines)</p> <p>Les principes volatils restent fixés par le sucre</p> <p>Le conditionnement peut se faire directement (à chaud)</p>	<p>Consommation d'énergie importante (surtout au moment de la mise en température), sauf si l'on utilise de la biomasse comme combustible</p> <p>Les températures élevées (104°C) dénaturent facilement les fruits</p> <p>Temps de cuisson assez long</p>

b) Autre matériel nécessaire

- papier pH, pour mesurer l'acidité;
- cumoire, pour cumer la confiture en cours ou en fin de cuisson;
- balance et plateaux, pour peser les divers ingrédients (fruits, sucre);
- cuillère doseuse en bois.

Cas particuliers

Il est possible de faire des confitures avec ou sans adjonction de pectine, selon la teneur en pectine des fruits eux-mêmes.

Les fruits riches en pectine peuvent être transformés en confitures ou gelés sans que l'on ait besoin d'en ajouter. Le test suivant permet de se rendre compte de la richesse d'un fruit en pectine. On mélange 5 ml de jus de fruits avec 10 ml d'alcool. On agite le mélange puis laisse reposer 1 à 2 mn. On constate la formation d'un gel pour les fruits riches en pectine, et la formation de flocons très fins qui se déposent (gélification non homogène)

pour les fruits pauvres en pectine.

a) Fruits pauvres en pectine

Dans ce cas, on ajoute soit de la pectine du commerce, soit de la pectine faite à partir de fruits riches, soit encore des fruits. Le temps de cuisson est alors beaucoup plus court.

Pour fabriquer de la pectine à partir des fruits, on procède comme suit:

- on épluche et découpe les fruits et on leur ajoute 1 l d'eau et 2 cuillères à soupe de jus de citron par kg de fruits préparés;
- on porte le mélange à ébullition pendant 30 mn en remuant, on presse et on filtre;
- le marc obtenu est additionné de son poids d'eau, porté à ébullition pendant 30 mn, filtré et ajouté au jus provenant de la première filtration. Le tout est réduit par ébullition au quart du volume initial.

Si l'on utilise des pectines du commerce dont le point de gélification se situe à 104°C, il faut se référer à leur degré Sag, c'est-à-dire à la quantité de sucre que peut gélifier 1 g de pectine dans une gelée renfermant 65 pour cent de sucres totaux et ayant un pH égal à 3.

Les pectines du commerce ont en général un degré Sag de 150.

Mode de calcul de la quantité de pectines à utiliser

Supposons que l'on veuille faire une confiture à 65 pour cent de matières sèches à partir de fruits contenant un certain pourcentage de pectine. On peut estimer à 40 pour cent le pourcentage de pectine des fruits qui sera dégradé, c'est-à-dire perdu pendant la

cuisson.

Si l'on désigne par P_f le poids de fruits;

y le pourcentage de pectine contenu dans les fruits;

P_{fs} le poids des matières sèches contenues dans les fruits, et

P_s le poids du sucre,

on peut écrire que:

- le poids de confiture obtenu sera égal

$$\frac{P_{fs} + P_s}{65} \cdot 100;$$

- le poids de pectine apporté par les fruits sera égal

$$P_f \cdot \frac{y}{100};$$

- le poids de pectine disponible pour la gélification sera égal

$$P_f \cdot \frac{y}{100} \cdot \frac{60}{100} = \frac{6P_f \cdot y}{1000};$$

- le poids de sucre gélifié par cette pectine sera égal

$$\frac{6P_f \cdot y}{1000} \cdot 150 \quad (150 \text{ étant le degré Sag de la pectine);}$$

- le poids de sucre restant gélifié sera égal

$$P_s - \frac{9P_f \cdot y}{10}; \text{ et, enfin,}$$

- le poids de pectine du commerce 150°Sag ajouter sera égal

$$\frac{P_s - \frac{9}{10}P_f \cdot y}{150}$$

Dans les cas où les poids de fruits et de sucre sont identiques, le poids de pectine ajouter sera égal

$$\frac{P_f}{150} \left(1 - \frac{9}{10}y\right).$$

On ajoute la pectine en fin de cuisson sous forme de solution aqueuse 2,5 pour cent.

Le tableau 27 donne, à titre d'exemple, les proportions des divers ingrédients entrant dans les confitures, les gelées et les marmelades faites à partir de différents fruits dans les cas où l'on ajoute de la pectine.

b) Fruits riches en pectine

Cette section vise surtout les gelées, qui se font à partir de fruits riches en pectine et en acides (pommes, oranges, citrons).

Les proportions d'ingrédients pour les différents fruits sont indiquées au tableau 28.

Les temps de cuisson sont beaucoup plus longs que dans le cas de fruits auxquels on a ajouté de la pectine.

4.2.4 Post-traitements

A. Conditionnement

Principe

La température dans les bassines de cuisson avoisine 104-105°C, mais le temps de les vider suffit à faire tomber la température à 80-90°C. On met donc en boîtes le plus tôt possible pour détruire par la chaleur les micro-organismes susceptibles d'être présents dans l'emballage et éviter ainsi les risques ultérieurs de fermentation et de moisissure. On peut également conditionner la confiture tiède dans le cas de fruits qui surnagent facilement; on laisse alors refroidir la confiture quelque temps avant de la verser en pots ou boîtes, ceux-ci ayant auparavant nettoyés et bouillants. On obtient ainsi une meilleure répartition des fruits dans les récipients.

Matériel

Il en sera question au chapitre 8 consacré au conditionnement.

Les modes de conditionnement préconisés sont les suivants:

- boîtes de métal avec revêtement interne (contre la corrosion par les acides);
- bocaux ou flacons de verre;
- pots de terre cuite.

Les modes de fermeture de ces emballages seront étudiés ultérieurement. Précisons simplement que l'herméticité des pots de confiture peut être obtenue:

- soit par le mode normal de fermeture (Eurocap, "Twist off", joint de caoutchouc);
- soit par coulage d'une couche de paraffine;
- soit par dépôt de la surface du produit d'une rondelle de papier trempé dans l'alcool ou la glycérine, ou encore d'une rondelle de cellophane trempée dans un mélange d'alcool et de glycérine en quantités égales, additionné de 1 pour cent d'acide salicylique (pour éviter le dessèchement de la rondelle).

Tableau 27. Proportions des ingrédients et modes de fabrication de confitures, gelées ou marmelades (avec adjonction de pectine)

Type de produits	Fruits	Fruits Proportions	Mode d'emploi
Gelées	Grenadilles	1 kg jus 1,5 kg sucre 10 g 14 g	Couper les fruits en deux, vider, recueillir le mélange pulpe et pépins. Tamiser et récupérer le jus. Porter à ébullition, ajouter la pectine et le sucre. Ajouter le sucre en 3 fois avec

		pectine avec 70 g sucre	reprise de l'ébullition entre chaque fois. Oter du feu quand la température atteint 105°C.
Marmelades	Ananas	1,7 kg sucre 1 kg pure 8 g pectine avec 40 g sucre 5 g d'acide citrique dilué dans 10 ml d'eau	Couper en quatre. Peler les fruits, couper en morceaux. Blanchir l'eau bouillante. Ecraser les fruits. Cuire avec le sucre. Avant la fin de la cuisson, ajouter pectine + acide
	Agrumes	1 kg d'oranges 200 g citrons 30 g pectine + 40 g sucre 1,5 kg sucre	Couper et peler les fruits. Blanchir 20 mn l'eau bouillante contenant 100 g de zeste. Puis ajouter pectine et sucre. Cuire 20 mn. Ajouter le sucre. Cuire 20 mn.
Confitures	Ananas	1 kg fruits 1 kg sucre 10 % de mangues (riches en pectine)	Préparer les fruits comme ci-dessus. Cuire les morceaux 20 mn l'eau bouillante. Puis ajouter sucre + mangues. Cuire 5 mn
	Goyaves	5 kg fruits 6,5 kg sucre 0,5 l eau 3,5 g sorbate de	Eplucher et découper en morceaux. Préchauffer les fruits 20 mn ébullition. Puis cuire fruits + eau + sorbate de K jusqu'à ébullition. A ce moment, ajouter la pectine, puis tout le sucre en 3 ou 4 fois. 2 ou 3 mn avant la fin, ajouter l'acide.

potassium
30 g pectine
avec 120-
150 g sucre
30 g d'acide
citrique
dilué dans 4
cl eau

Tableau 28. Proportions des ingrédients entrant dans la fabrication de confitures, gelées et marmelades (sans adjonction de pectine)

Fruits	Type de produits	Proportions			Eau	Temps de cuisson
		Sucre	Fruits (préparés)	Acide		
Pastèques	Confitures	800 g	1 kg	10 g	0,7 l	40 mn
Pommes de cajou	Confitures	700-800 g	1 kg fruits cuits	0,3% (acide citrique ou tartrique)	0	
Bananes	Confitures	1 kg	1 kg de fruits frais ou mi-confits à 30° Baumé		0	3-5 mn
Mangues	Confitures	800 g	1 kg	2 cuillères de café de jus de citron 5 mn avant fin	0	60 mn

Papayes	Confitures	750 g sucre 20 cl d'eau (sirop)	1 kg	de cuisson 1 jus de citron ou	0	40 mn
		1 kg	1 kg	5 g d'acide par kg de fruits		
Kakis	Confitures	1 volume	1 volume		1/8 volume	40 mn
Litchis	Confitures	1,5 volume	2 volumes		0	40 mn
Pommes	Confitures	1/3 volume	1/3 fruit		1/7 volume	40 mn
Ananas	Confitures	1 kg	1 kg		0	50 mn
Goyaves	Confitures	1,2 kg	1 kg			40 mn
Figues	Confitures	1 kg	1 kg	1/2 jus citron + zeste	0	Longue cuisson
Tamarins	Confitures	600 g	400 g (fruit très acide)	0	0	
Agrumes						
- Citrons	Confitures	1 kg sucre et 1,4 l eau (sirop)	1 kg	0	0	30 mn
- Oranges	Confitures	2,5 volumes	3 volumes		2,5 volumes	60 mn
- Pample- mousses	Confitures	2 kg sucre et 1/2 l eau (sirop)	1 kg			
-	Confitures	750 g sucre	1 kg			10 mn

Mandarines		et 0,2 l eau				
Goyaves	Gelées	(sirop) 1,2 kg	1 kg jus	0		
Citrons	Gelées	1 kg	1 kg jus	0		
Oranges	Gelées	1 kg	1 kg jus	Zeste de citron blanchi	300 g	
Kiwis	Gelées	750 g	1 kg jus	0		
Pommes	Gelées	1 kg	1 kg jus	Jus citron 1 cuillère		
Mangues	Marmelades	650 g	1 kg purée	2 cuillères café jus citron		15 mn
Goyaves	Marmelades	750 g	1 kg	1 cuillère café jus citron		
Kakis	Marmelades	1/2 volume	1 volume macération 12 h		1/4 l	45 mn
Oranges	Marmelades	2 kg	1 kg		1 l	20 mn
Melons Pastèques	Marmelades	500 g	1 kg macération 12 h	Citron		
Pommes	Marmelades	1 kg	1 kg		Pour couvrir fruits et sucre	

Il est préférable, dans les deux derniers cas, de prévoir une deuxième couverture de protection, par exemple un plastique tendu et retenu au moyen d'un élastique, pour préserver au maximum le produit fini d'une recontamination possible (moisissures,

notamment) et assurer une protection mécanique suffisante.

B. Refroidissement

Principe

Il doit se faire immédiatement après conditionnement, pour éviter la dégradation de la pectine ou une altération de la couleur par réaction de Maillard (brunissement, goût de cuit).

Il faut éviter d'agiter les pots avant gélification totale (c'est-à-dire quelques jours après refroidissement) pour éviter la formation d'un gel granuleux.

Matériel

Le refroidissement se fait par immersion ou aspersion d'eau froide (voir chapitre 2), ou par stockage dans un courant d'air frais.

4.3 Pêches de fruits

4.3.1 Procédés général et échelles de production

Le principe de conservation est le même que celui exposé précédemment pour les confitures.

Le diagramme de la figure 56 indique la marche à suivre pour ce type de transformation.

Préparation des pulpes de fruits

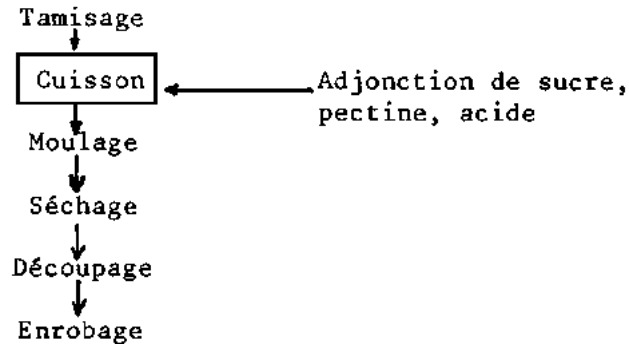


Figure 56. Ligne de fabrication de pâtes de fruits

Le produit fini doit avoir une teneur en sucres totaux supérieure à 60 pour cent. En fait, l'extrait sec total doit être supérieur ou égal à 75 pour cent pour garantir une bonne conservation des pâtes de fruits.

L'avantage de cette fabrication est qu'elle peut valoriser des déchets de triage à l'aide d'un matériel peu sophistiqué.

Les capacités quotidiennes de production sont du même ordre que pour les confitures et s'échelonnent de 200 à 3 000 kg de produit fini par jour.

4.3.2 Prétraitements

Ceux-ci ont été étudiés au chapitre 2. Les fruits destinés à la transformation doivent subir les opérations de lavage, blanchage, découpage, dénoyautage et éventuellement

◆p◆pinage.

Ils sont ensuite r◆duits en pur◆e, soit ◆ froid par broyage, soit ◆ chaud par pr◆cuisson ◆ feu doux dans tr◆s peu d'eau jusqu'◆ ce qu'ils aient une consistance tendre.

La pur◆e est ensuite tamis◆e.

Il n'y a pas de pr◆traitement sp◆cifique selon les fruits; ceux-ci subissent tous le m◆me traitement.

4.3.3 Cuisson

Principe

On ajoute ◆ la pulpe de fruits un volume ◆gal de sucre (saccharose) que l'on verse en plusieurs fois pour ne pas casser l'◆bulliton. En fin de cuisson, on ajoute du sirop de glucose afin de limiter le brunissement de la pr◆paration.

Il est possible, comme pour les confitures, d'ajouter ou non de la pectine selon la richesse du fruit trait◆ et la dur◆e de cuisson.

En cas d'adjonction de pectine, on peut utiliser:

- soit de la pulpe de fruits riches en pectine (pommes, par exemple) que l'on ajoutera ◆ la pur◆e de fruit avant la cuisson;**
- soit de la pectine du commerce que l'on incorporera ◆ sec pendant la cuisson. La pectine sera pr◆alablement m◆lang◆e ◆ du sucre en poudre ◆ raison de 1 g de pectine pour 10 g de sucre, afin d'◆viter la prise en masse et de faciliter l'homog◆n◆isation avec la pr◆paration.**

Il est également souhaitable, après cuisson, d'ajouter de l'acide (jus de citron ou de lime, ou encore acide citrique, tartrique, etc.) dans le cas de fruits peu acides, cela en vue d'obtenir un pH voisin de 3,3 à 3,5 qui correspond à une gélification optimale.

Les proportions à utiliser sont les suivantes:

Fruits: 50 pour cent au moins (par rapport au poids final);

Sucre: 60 pour cent;

Pectine du commerce: 6 pour cent au plus;

Acide: jusqu'à ce que le pH atteigne 3,3 à 3,5.

Le temps de cuisson ne doit être:

- ni trop long, pour éviter une inversion trop importante du saccharose (d'où un problème de rehydratation de la pâte de fruit si celle-ci contient plus de 30 pour cent de sucre inversé en glucose) ainsi qu'une dégradation de la pectine et un brunissement de la préparation;

- ni trop court, pour éviter une inversion insuffisante du saccharose (d'où problème de dessèchement de la pâte de fruit si elle contient moins de 22 pour cent de sucre inversé en glucose) et un risque de mauvaise conservation (extrait sec soluble n'atteignant pas la valeur désirée de 75 pour cent).

En pratique, on arrête la cuisson au bout de 10-15 mn environ; celle-ci ne doit jamais dépasser 30-35 mn pour éviter les inconvénients précités.

Il est nécessaire de remuer très souvent la préparation, surtout en fin de cuisson, pour éviter une caramélisation et un goût de cuit dans le produit fini.

Matériel

C'est le même que celui utilisé dans le cas des confitures.

Cas particuliers

Les dattes étant naturellement très sucrées, on peut obtenir une pâte de dattes simplement en dénoyant les fruits resséchés et en les broyant dans un dépulpeur. Il suffit ensuite de couler le mélange dans un moule.

Pour les bananes et les pommes, le poids de sucre sera égal à celui de fruits préparés.

4.3.4 Post-traitements

A. Moulage

Principe

Immédiatement après la fin de la cuisson, on coule le mélange dans divers récipients ou sur diverses surfaces en une couche assez épaisse (1-2 cm).

Il ne faut pas laisser refroidir le mélange trop longtemps avant le moulage, sinon il se prend en masse dans la bassine. La température ne doit pas descendre au dessous de 39°C.

Matériel

On utilise le matériel suivant:

- pour le moulage en récipients: des assiettes ou des récipients plats à bords peu relevés en plastique, en acier inoxydable ou en verre, enduits de paraffine ou huiles;**

- pour le moulage sur une surface plane: des dalles de béton ou des aires cimentées planes et recouvertes d'un papier de protection contre la poussière (papier aluminium ou papier kraft huilé, par exemple).

B. Séchage

Il se fait soit dans un endroit sec et aéré (à l'air libre) pendant quelques jours, soit dans une étuve à 75-80°C pendant 10 à 12 h.

C. Découpage

Il s'agit de découper la masse de pâte de fruits en morceaux de formes et dimensions régulières.

Les matériels de découpage ont été évoqués à la section 2.9. On peut également, dans le cas des pâtes de fruits, utiliser un emporte-pièce qui garantit la régularité des morceaux et facilite le travail.

D. Enrobage

On utilise du sucre cristallisé ou de l'amidon dans lesquels on roule les pâtes de fruits. On peut aussi candir les pâtes de fruits par trempage dans un sirop à 72°Brix pendant 12 h.

E. Conditionnement

Cette opération sera étudiée au chapitre 8. Pour les pâtes de fruits, on utilise des boîtes métalliques non serties ou en plastique rigide.

On dispose les pâtes en une ou plusieurs couches séparées par des feuilles de papier.

4.4 Sirops de fruits

4.4.1 Procédés général et échelles de production

Les sirops s'obtiennent par évaporation de jus de fruits additionné de sucre jusqu'à l'obtention d'une consistance suffisamment sirupeuse du mélange (environ 65 g de sucre pour 100 g de mélange). La conservation du produit est assurée par une concentration en sucre telle que l'activité de l'eau soit suffisamment basse, ainsi que par l'acidité naturelle des fruits.

La ligne générale de transformation est schématisée dans la figure 57.

La fabrication des sirops de fruits peut être artisanale ou semi-industrielle, avec une production pouvant varier de 50 à 500 kg de sirop par heure.

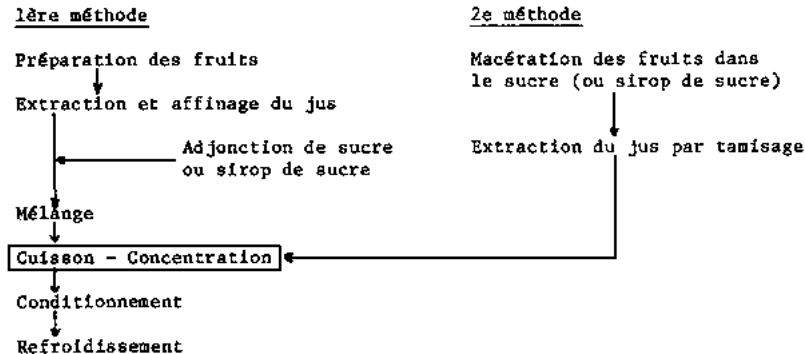


Figure 57. Schéma général de la transformation des fruits en sirop

4.4.2 Prétraitements

La méthode suivie est la même que pour la fabrication des jus et nectars, qui sera traitée

dans la section 5.2; on retrouve les étapes de préparation des fruits en vue de l'extraction du jus, d'extraction proprement dite par broyage, pressage ou diffusion et d'affinage du moût obtenu. On trouvera le détail de ces opérations dans le chapitre 2; des précisions concernant certains fruits seront données dans la section 5.2.

Rappelons que l'extraction du jus se fait généralement froid, contrairement aux jus destinés à la fabrication de gélés.

Il existe cependant une deuxième méthode d'extraction des jus que l'on veut transformer en sirops: cette méthode, moins employée, consiste à laisser reposer les fruits dans le sucre pendant 24 h, à raison de 50 pour cent en poids de fruits préparés et 50 pour cent de sucre. Les fruits rendent leur jus sous l'action du sucre (par différence de pression osmotique) et il suffit de tamiser l'ensemble pour récupérer le jus.

4.4.3 Cuisson-concentration

Principe

La cuisson a lieu après adjonction de sucre dans la proportion de 150 à 200 g de sucre pour 100 g de jus de fruits. (On peut aussi ajouter le sucre sous forme de sirop fabriqué à partir de la même quantité de sucre mélangé à très peu d'eau.)

Le rôle de la cuisson a été exposé dans le cas des confitures dans la section 4.2.3. Il n'y a pas toutefois de gélification du produit dans ce cas, et cela pour deux raisons: le temps de cuisson est beaucoup plus court et la pectine a été éliminée au moment de la clarification du jus; de ce fait, le produit fini reste liquide.

Le temps de cuisson doit être de 2 à 5 mn à partir de l'ébullition. Il ne doit pas être trop long pour éviter tout phénomène de brunissement et goût de cuit. Cependant, il doit être suffisant pour atteindre la concentration en sucre désirée qui est de l'ordre de 65 g

de sucre pour 100 g de sirop (les sirops de fruits titrent en général 65 à 70  Brix, le degré Brix étant équivalent au pourcentage de sucre). Un degré Brix est égal à 1,82 degré Baumé, approximativement.

On stoppe la cuisson lorsque le sirop est à la concentration voulue. S'il est trop concentré, il risque d'y avoir formation de cristaux de sucre et il faut alors ajouter de l'eau au sirop; s'il n'est pas assez concentré, il risque de fermenter et il faut prolonger l'ébullition. La cuisson doit donc être surveillée avec soin.

Matériel

a) Matériel de cuisson

On utilise des bassines ouvertes semblables à celles décrites précédemment pour les confitures (section 4.2.3).

b) Matériel de mesure

On peut utiliser un réfractomètre, un densimètre ou encore un pèse-sirop, sorte de tube gradué que l'on plonge dans une éprouvette contenant un échantillon de sirop. On lit la teneur en sucre en degrés Baumé (un degré Baumé vaut environ 0,55 degré Brix). On doit obtenir un sirop titrant 30   32 Baum  s'il est bouillant, ou 35 à 37 Baum  s'il est testé froid.

Le tableau 29 rappelle les correspondances entre les différentes grandeurs mesurées à l'aide des appareils que l'on vient de mentionner.

Cas particuliers

En général, on ajoute 100 à 200 g de sucre pour 100 g de jus (c'est le cas des raisins, par

exemple). Pour certains fruits, cependant, les proportions diffèrent comme le montre le tableau 30.

Dans le cas des agrumes, on peut améliorer le goût du produit fini en ajoutant un mélange constitué des zestes broyés avec une fois et demie leur poids en sucre. Cette pâte doit avoir la même teneur en sucre que le sirop pour rester en suspension.

Le sirop obtenu à partir de noix de coco est préparé de façon un peu différente. On râpe la chair du fruit après déburrage et concassage, puis on la presse (à la presse hydraulique); on obtient ainsi un lait de coco que l'on additionne d'un volume égal de sirop à 43°Baumé. On fait bouillir le tout jusqu'à ce qu'il titre 75°Brix, puis on tamise.

4.4.4 Post-traitements

a) Conditionnement

Le temps de vider la bassine suffit à refroidir le sirop jusque vers 65-70°C, température à laquelle doit se faire le conditionnement pour assurer la pasteurisation du récipient.

L'emballage le plus utilisé est la bouteille de verre, qui doit être préchauffée avant remplissage pour éviter la casse. Étant transparentes, les bouteilles devront être conservées à l'abri de la lumière pour éviter des modifications de la couleur naturelle des sirops.

Pour plus de détails, on se reportera au chapitre 8 consacré au conditionnement.

b) Refroidissement

Il est nécessaire de refroidir pour éviter une altération des qualités organoleptiques du sirop (brunissement, goût de cuit, etc.).

Le refroidissement s'effectue par trempage ou par aspersion des récipients dans l'eau froide.

c) Reconstitution avant consommation

Il faut diluer le sirop, avant consommation, à raison d'un litre de sirop pour 4 à 5 l d'eau.

Tableau 29. Correspondance entre les grandeurs mesurées au thermomètre, au réfractomètre, au pèse-sirop et au densimètre

Température d'ébullition (thermomètre)	Pourcentage d'extrait sec soluble (assimilable au degré Brix) (réfractomètre)	Degré Baum (pèse-sirop)	Densité (densimètre)
102,4°C	55%	29,7	1,259
103,8°C	60%	32,3	1,288
105,0°C	65%	34,9	1,318
106,2°C	70%	37,4	1,349
107,5°C	75%	39,9	1,382

Tableau 30. Sirops de fruits - Proportions de sucre et de fruits

Fruits	Sucre	Jus
Tamarins	400 g	100 g
Grenadilles	400 g	100 g (+ 0,5% de gomme adragante)
Raisins	170 g	100 g
Abricots	950 g	1 l
Ananas	1 kg	Jus d'un fruit avec 3/4 l d'eau
Pommes	1 kg	0.7 l

Pamplemousses	800 g	1 l
Citrons	1 kg	1 l d'eau et 4 citrons
Oranges	1 kg	1 l d'eau et 14 oranges 2-5 g d'acide citrique par litre de sirop

4.5 Fruits confits

4.5.1 Procédés général et échelles de production

Le principe de conservation est le même que pour les confitures: on remplace le liquide cellulaire des fruits par un sirop de sucre selon le principe de diffusion par osmose.

Les fruits, entiers ou en tranches, sont placés dans des bains successifs de sirop dont on augmente graduellement la concentration en sucre jusqu'à saturation du produit. Il faut donc que la concentration en sucre du sirop soit supérieure à celle du suc cellulaire.

La fabrication des fruits confits pose toutefois les problèmes suivants;

- elle est assez longue;
- les fruits ne conservent pas totalement leur texture et leur saveur originelles (trop forte concentration en sucre);
- l'approvisionnement en sucre n'est pas toujours aisé.

Le produit fini doit avoir une concentration minimale en sucre égale à 75 pour cent. La figure 58 illustre le processus de fabrication des fruits confits.

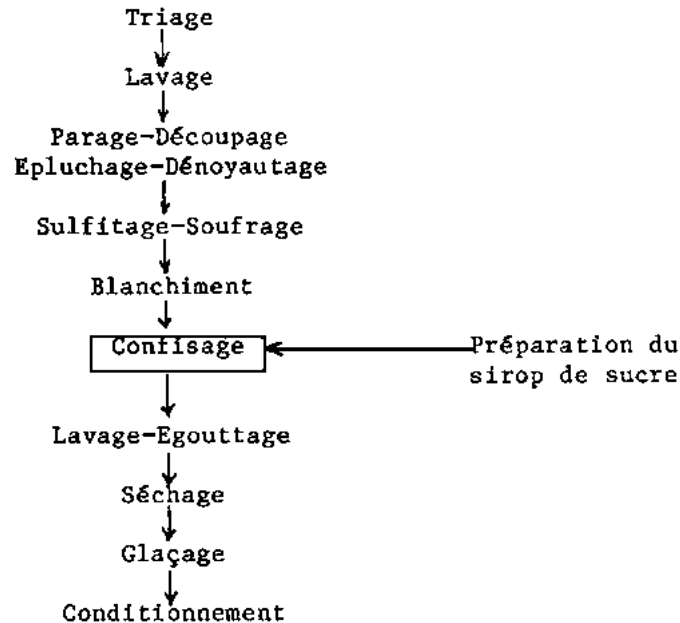


Figure 58. Ligne de fabrication de fruits confits

La fabrication des fruits confits, et notamment l'étape du confisage, est très longue. Pour rentabiliser l'unité de transformation, il est donc indispensable de disposer de plusieurs jeux de marmites de cuisson ou de plusieurs ensembles de bacs de confisage, selon l'échelle considérée, ou encore de ne considérer la fabrication des fruits confits que comme une subdivision d'une unité de production axée sur un autre type de transformation (les confitures ou les pâtes de fruits, par exemple). Les quantités qui pourront être produites se chiffrent alors environ 50-500 kg de produit fini par

semaine, selon l'échelle considérée.

4.5.2 Prétraitements

Ils ont été détaillés au chapitre 2. Quelques compléments spécifiques au confisage pourront être utiles.

a) Complément concernant le triage

Seule la maturité importe. Les fruits doivent être juste mûrs ou cueillis légèrement avant leur maturité; s'ils sont trop mûrs, il se désagrègent en effet pendant l'opération de confisage; s'ils sont trop verts, ils manquent de souplesse au cours de cette transformation et se racornissent.

La couleur et la forme ne sont pas des critères de sélection pour le confisage.

b) Compléments concernant le lavage

Le lavage a pour but de faire dégorger les fruits pour faciliter le confisage. Il s'effectue par trempage en eau salée (c'est-à-dire dans une saumure). Lorsqu'il dure plusieurs jours, le but recherché est de provoquer un début de fermentation du produit.

Plusieurs rinçages rapides doivent succéder à ce trempage.

Le tableau 31 donne des précisions relatives à certains fruits. Les autres fruits se contentent en général d'un simple lavage à l'eau froide.

c) Compléments relatifs au parage, au découpage, au dénoyautage et à l'épépinage

Les fruits peuvent être confits entiers ou en tranches (rondelles, fruits coupés en deux, carpelles d'agrumes, etc.). Après parage, on épépine ou on dénoyaute les fruits

(opération facultative); dans ce cas, le vide laissé par le noyau peut ou non être comblé par de la pulpe du même fruit.

L'épluchage n'est pas indispensable. On peut aussi confire des corces de fruits, notamment d'agrumes. Cependant, si l'on épluche les fruits et qu'on ne les traite pas immédiatement, il est conseillé de les conserver dans de l'eau froide pour éviter leur oxydation.

Le tableau 32 numérote les tapes effectuées et l'ordre dans lequel elles interviennent selon le fruit considéré.

d) Compléments concernant le traitement par des agents de conservation

On utilise en général 7 à 8 g de soufre par m³ de chambre de soufrage pendant 12 à 24 h.

Ces doses peuvent toutefois varier selon les fruits ainsi que selon le mode de traitement choisi (soufrage ou sulfitage), comme le montrent les exemples ci-dessous:

- **pommes de cajou: trempage dans du métabisulfite de sodium pendant 2 ou 3 jours;**
- **corces d'agrumes: trempage dans de l'anhydride sulfureux (SO₂) à 1 pour cent;**
- **abricots: fumigation à raison de 400 g de soufre pour 100 kg de fruits, ou trempage bref dans une solution d'hydroxyde de calcium à 4 pour cent.**

Tableau 31. Cas particulier du lavage des fruits avant confisage

Pomme	Saumure à 2% pendant 24 h. Puis saumures plus concentrées jusqu'à 10% en
-------	--

cajou	augmentant la teneur en sel de 2% par jour
Pastèque, melon	Saumure 20% pendant 2 jours
Kumquat	Saumure 4% de sel (chlorure de sodium) avec 0,5% de bisulfite de sodium
Figue	Solution 4% de sel et 1% de bisulfite de sodium pendant quelques jours
Papaye	Eau + 15 g de jus de lime par litre, pendant 3 à 4 h
Olive	Saumure 15-20%
Ecorces d'agrumes	Saumure 15%

Tableau 32. Epluchage et découpage pour la préparation de fruits confits Précisions selon les fruits

Fruits	Etapes
Raisin	Egrapper, piquer avec une aiguille
Olive	Dénoyauter (facultatif)
Mangue	Eplucher, découper, dénoyauter
Datte, Figue	Piquer la peau (avec une aiguille ou une fourchette ou une série d'épingles montées sur un bouchon)
Papaye, goyave, pastèque, melon	Eplucher, découper, pépiner (papaye: piquer la peau au préalable)
Abricot	Découper, dénoyauter
Pomme cajou	Couper les deux extrémités, piquer la peau, découper ou non
Banane	Eplucher, découper
Ananas	Couper en deux, éplucher, ôter le cœur, couper en tranches

Ecorce d'agrumes	Ne garder que la partie colorée de l'écorce (et non la partie blanche amère) et gratter celle-ci pour que l'huile essentielle contenue s'échappe
Châtaigne	Fendre au couteau, éplucher (avant ou après blanchiment)
Agrumes Kumquat	Piquer la peau, découper en carpelles

e) Compléments concernant le blanchiment

Outre les rôles exposés dans la section 2.15, le blanchiment permet ici d'assouplir les tissus des fruits et d'accroître leur aptitude à être confits. Le tableau 33 indique le temps et le mode de blanchiment pour différentes espèces fruitières destinées au confisage.

On remarque que le temps de blanchiment des châtaignes (s'il n'a pas pour unique but de faciliter l'épluchage) est très long, car le fruit contient des réserves d'amidon qui offrent une grande résistance au gonflement et à la gélatinisation.

Tableau 33. Temps et mode de blanchiment avant confisage

Fruits	Mode de blanchiment	Temps de blanchiment
Pommes de cajou	Eau bouillante, puis vapeur	5 mn 5 mn
Ananas	Eau bouillante	10-25 mn
Kiwis	Eau bouillante	45 s
Kumquats	Eau	10-15 mn

	bouillante	
Chataignes	Eau bouillante ou vapeur	1-2 mn temps plus long
Raisins	Eau bouillante	En 2 phases (la 1 ^{re} très rapide, la 2 ^e tant une précuisson)
Olives, mangues bananes, agrumes	Eau bouillante	10-15 mn
Figues	Eau bouillante	Rapide
Ecocés d'agrumes	Eau bouillante	Pendant des périodes successives de 1 h jusqu'à attendrissement (changer l'eau pour éliminer les composés amers et l'huile de l'écorce en excès)

4.5.3 Confisage

Principe

Il consiste à remplacer l'eau contenue dans les cellules des fruits blanchis par un sirop de sucre. La teneur en matières sèches des fruits confits doit être de 75 à 80 pour cent afin d'assurer une protection contre les micro-organismes.

On a vu que la concentration en sucre des sirops doit être supérieure à celle du liquide cellulaire des fruits, pour favoriser une bonne pénétration du sucre. Cependant, les écarts ne doivent pas être trop importants pour ne pas faire éclater les membranes cellulaires sous l'action de trop fortes différences de pression osmotique.

Les sirops utilisés sont des sirops de saccharose (sucre de canne ou de betterave) 28°Baumé (ou 51°Brix), éventuellement additionnés de glucose (ou de sucre inverti) au-delà de 28°Baumé pour éviter la cristallisation du sucre dans les fruits.

Plusieurs méthodes de confisage sont possibles.

Un premier sirop bouillant est versé sur les fruits. Après macération pendant 24 h, ceux-ci sont égouttés et l'opération est répétée avec un autre sirop de concentration supérieure. Les sirops affaiblis par le confisage peuvent être:

- reconcentrés par ébullition (15 à 25 mn chaque fois);
- reconcentrés par addition de sucre chaud, sous agitation (addition de 100 g de sucre par kg de sirop soutiré) et avec réajustement du degré Brix (ou Baumé), en rajoutant de l'eau si nécessaire; ou
- utilisés, si leur concentration est suffisante, pour le confisage des fruits blanchis ou faiblement confits.

La méthode inverse est bien plus aisée. Le sirop concentré passe d'abord sur les fruits dont le confisage est au dernier stade. Au contact des fruits, le sirop s'appauvrit et passe sur les fruits moins riches en sucre, etc. A la fin, le sirop pauvre est concentré par ébullition, additionné de sirop vierge de même densité et renvoyé en tête.

Le premier sirop utilisé est 20°Baumé (ou 36°Brix), le dernier 36°Baumé (65 à 66 pour cent de sucre ou 65,4° Brix). On peut aussi débuter avec des sirops plus concentrés que 20°Baumé.

Il est possible d'incorporer des colorants aux sirops si les fruits ont été décolorés à l'anhydride sulfureux.

Voici un exemple typique de la procédure à suivre:

- **1er jour: sirop à 29°Baumé (53 pour cent de sucre), macération pendant 24 h ou passage à l'autoclave pendant 1 à 2 h;**
- **2e jour: sirop à 30°Baumé (55 pour cent de sucre);**
- **et ainsi de suite en augmentant la concentration en sucre de 1°Baumé par jour jusqu'au 7e jour;**
- **7e jour: sirop à 35°Baumé (64 pour cent de sucre).**

Le confisage se fait à chaud, à une température d'environ 65°C: celle-ci diminue la viscosité du sirop et augmente la vitesse de confisage tout en diminuant les risques de contamination microbienne pendant cette opération. Pour ce faire, on place le récipient contenant le sirop et les fruits:

- **au stade artisanal: dans un endroit chaud et humide (70°C, humidité relative 90 pour cent);**
- **au stade semi-industriel: dans une autoclave ou une pièce chauffée à la vapeur.**

Matériel

On utilise au stade artisanal des marmites de cuisson identiques à celles mentionnées dans la section 4.2.3. Un panier ainsi qu'un couvercle lourd sont nécessaires pour contenir les fruits et les maintenir immergés dans le sirop.

Au stade semi-industriel, on travaille avec des bacs de confisage (figure 59) constitués d'une série de récipients chauffés au bain-marie par barbotage de vapeur. Le mode de chauffage peut être différent et les bacs montés sur un système de rails qui permet de

les renvoyer en début ou en fin de chaîne, selon les besoins.

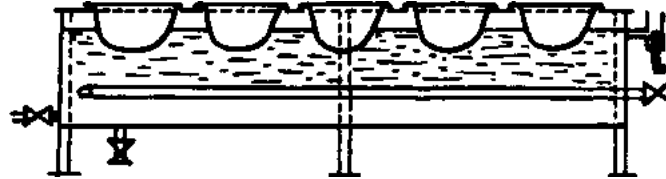


Figure 59. Bacs de confisage

Cas particuliers

Les procédures à suivre pour les différents fruits sont résumées dans le tableau 34. Les fruits sont en général laissés 4 à 5 jours dans le dernier sirop.

Autres méthodes s'apparentant au confisage

- Semi-confisage (type pruneaux). Cette méthode peut s'appliquer aux petits fruits, à peau dure ou que l'on n'épluche pas (comme les kiwis). La technique est plus simple: on travaille jusqu'à une concentration en sucre de 60 à 76 pour cent au maximum. Les fruits sont tout d'abord piqués avec une aiguille, puis l'on extrait un peu de jus des fruits par légère pression ou passage à la vapeur. L'opération de confisage se déroule ensuite de la façon suivante: on passe, en une seule opération de cuisson d'une trentaine de minutes, d'un sirop initial à 35°Brix contenant les fruits à un sirop de 60 à 75°Brix. Le sirop est additionné d'acide citrique à 0,4 pour cent.

Le produit est ensuite goûté puis séché au soleil pendant trois jours sur des claies recouvertes de plastique. Les fruits doivent être retournés deux fois par jour.

- **Procédés Osmovac.** Il s'agit d'un confisage froid (déshydratation par osmose). Le principe est le même que celui du confisage, mais on ajoute une solution de sucre froid. Les fruits sont ainsi séchés et sucrés en surface.

Cette méthode est facilement applicable aux bananes.

4.5.4 Post-traitements

a) Lavage-gouttage

Le lavage a pour but d'éliminer le surplus de sucre en surface; il est facultatif et se fait par trempage dans l'eau chaude (voir la section 2.3). L'égouttage se fait sur tamis grillagé.

b) Glaçage

Le glaçage est un trempage dans un sirop de sucre très concentré (70 à 80 pour cent de matières sèches) à 120-130°C pour rendre les fruits résistants au ramollissement par absorption d'eau. On utilise du sucre inverti (par exemple du glucose à 80 pour cent, c'est-à-dire 800 g de glucose plus 200 g d'eau donnant 1 kg de sirop, auquel on peut ajouter 0,5 à 1,0 pour cent de pectine) ou un mélange de glucose et de saccharose.

c) Séchage

Il se fait:

- soit sur claies dans l'air libre ou au soleil pendant 3 jours (30-40°C);
- soit en étuve sur des tamis ou des claies (les fruits étant espacés pour qu'ils ne collent pas entre eux):
 - à 75°C pendant 6 h;

- ou \diamond 65°C pendant 8-10 h;
- ou encore \diamond 35°C pendant 18 h.

d) Autres traitements

Les fruits confits non glacés peuvent être saupoudrés de sucre cristallisé ou d'amidon après séchage.

e) Conditionnement

En théorie, l'emballage n'est pas nécessaire pour ces produits qui sont stables, solides et pratiquement non hygroscopiques.

Il est cependant préférable de les disposer dans des emballages étanches à l'humidité, comme le verre ou certaines matières plastiques, mais pas dans du fer, à moins qu'il ne soit verni intérieurement, sinon les fruits confits noirciraient. On utilise dans ce dernier cas des boîtes métalliques non serties.

Il est préférable d'éviter des températures d'entreposage trop élevées. Une température de 18-20°C est recommandée pour éviter une dissolution du sucre en surface.

Tableau 34. Confisage des fruits - Concentrations des sirops utilisés et procédures à suivre

Fruits	Sirops	Procédures
Mangues	1er sirop: 1 d'eau + 3 kg sucre - 2 jours	Reconcentrer tous les jours 15-25 mn jusqu'à obtention du produit final
Pommes de	1er sirop: 25-28°Brix - 24 h	Augmenter la concentration de 10°Brix par jour

Pommes de cajou (autre possibilité)	1er sirop 30°Brix (1 d'eau + 3 kg sucre). Porter à bullition 10 mn en agitant, ajouter 0,1% d'acide citrique à la fin de l'agitation	Augmenter la concentration de 6°Brix par jour les 2e et 3e jours, puis de 4°Brix les 6e, 7e et 8e jours et de 3°Brix jusqu'au 10e jour. Du 10e au 15e jour, laisser les fruits dans le sirop final à 70°Brix (70% de sucre)
Kumquats	1er sirop 30°Brix chaud	Augmenter la concentration de 7°Brix par jour jusqu'à 75°Brix
Olives	Durée du confisage: 28-30 jours. Le sirop final doit titrer 85-90°Brix	
Papayes	1er sirop 50°Brix. Porter à bullition	Reconcentrer jusqu'à 50°Brix, puis jusqu'à 70-75°Brix (avec 50% sucre)
Bananes	1er sirop 44°Brix	Concentrer jusqu'à 66°Brix en 8 à 10 fois et en ajoutant du glucose à partir de 58°Brix
Ananas	1er sirop 25% de glucose et 75% de saccharose avec 1 g d'acide citrique par kg de sirop. 24 h à 50°C	Augmenter à 40°Brix, puis jusqu'à 55°Brix (en augmentant la concentration de 10°Brix par jour) avec 50% de glucose et 50% de saccharose
Melons, pastèques	1er sirop 35-45°Brix	Augmenter la concentration de 8-10°Brix par jour jusqu'à 75°Brix
Abricots	1er sirop 35-45°Brix (50% de saccharose et 50% de glucose)	Augmenter la concentration de 8-10°Brix par jour jusqu'à 72-74°Brix
Figues	1er sirop 30°Brix chaud (70% de saccharose et 30% de glucose)	Augmenter la concentration de 5 à 10°Brix par jour jusqu'à une concentration de sucre dans les fruits de 68% (60% de saccharose, 40% glucose)
Kiwis	Sirop 72°Brix	
Châtaignes	1er sirop 40°Brix moyennement chaud	Augmenter la concentration de 5-10°Brix par jour jusqu'à 70°Brix

Raisins	1er sirop ♦ 18°Brix	Augmenter la concentration jusqu'♦ 75°Brix en 11 jours
Ecorces d'agrumes	1er sirop a 27-35°Brix, ♦ bullition pendant 24-48 h	Augmenter la concentration jusqu'♦ 70°Brix en 48 h (directement ou avec un palier ♦ 60°Brix). Finir ♦ 75°Brix

