

# Aliments et breuvages aromatiques à partir du cacao

Texte original en anglais: **Werner Baensch**

Traduction et réaménagement didactique: Dr. Siaka KONE

(Octobre 2000)

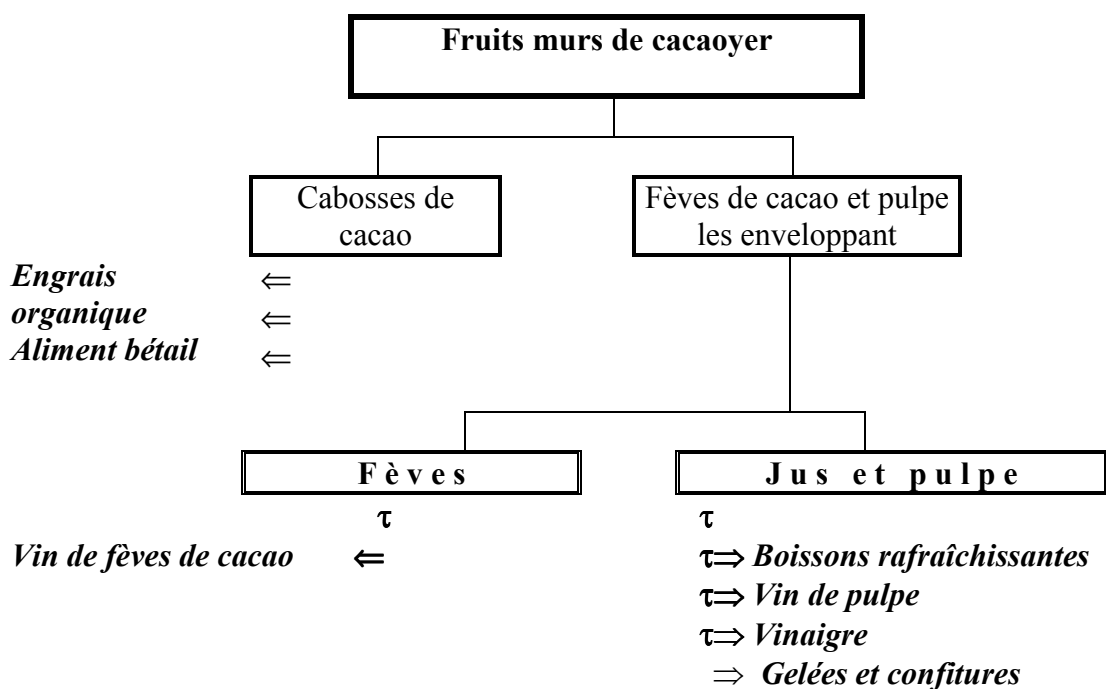
Technical Field:	
<input type="checkbox"/>	Energy / Environment (E)
<input type="checkbox"/>	Water / Sanitation (W)
<input type="checkbox"/>	Agriculture (A)
<input type="checkbox"/>	Foodprocessing (F)
<input type="checkbox"/>	Manufacturing (M)
This Technical Information is available in:	
<input type="checkbox"/>	English (e)
<input type="checkbox"/>	French (f)
<input type="checkbox"/>	German (g)
<input type="checkbox"/>	Spanish (s)
<input type="checkbox"/>	Other:.....
File : <b>F016f.pdf / doc</b>	

## 1. INTRODUCTION

La transformation du fruit du cacaoyer en produits usuels de commercialisation génère différents sous-produits généralement sous-exploités. A partir de pulpe par exemple, on peut préparer des aliments et des boissons rafraîchissantes aromatisées. Différentes méthodes appropriées à cet effet sont décrites ci-après. Elles ont toutes été testées par des groupes de femmes en République Dominicaine.

Sans recourir à des équipements nécessitant un investissement important, des produits commercialisables comme boissons rafraîchissantes, jus (de fruit) pasteurisés, vins et vinaigres, confitures et gelées, peuvent ainsi être fabriqués et commercialisés, notamment pendant la période de récolte du cacao. La fabrication de chocolat et de produits chocolaté n'est pas ici traitée.

### *Schéma de valorisation des sous-produits du cacaoyer*

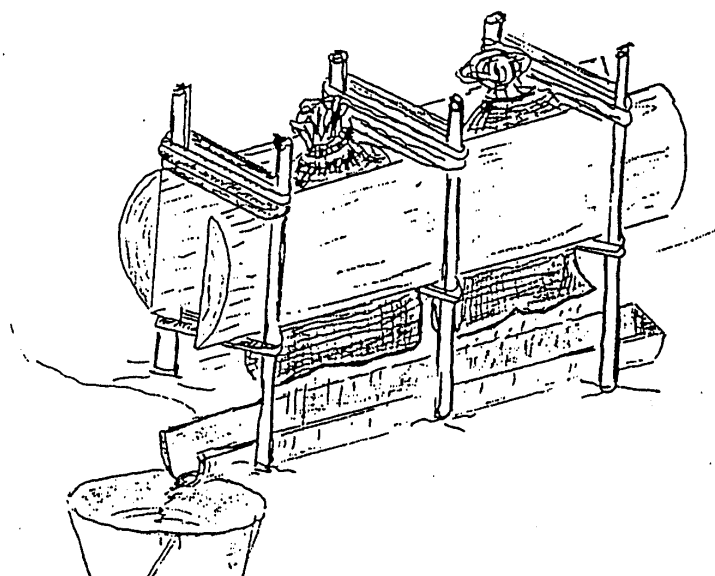


## 2. TRANSFORMATION DE LA PULPE DE CACAO EN JUS

Les cabosses mûres de cacao contiennent normalement de 20 à 40 graines (fèves) enveloppées dans une pulpe mucilagineuse. Après la récolte, ces cabosses sont ouvertes, les fèves et la pulpe adhérente récupérées dans des sacs. Le jus brut de pulpe peut être ensuite obtenu par pressage ou par torsion de ces

sacs selon les croquis ci-dessous. A partir de 10 kg de fèves fraîches, on peut obtenir approximativement jusqu'à 1,1 l/kg de jus selon ces procédés.

Le jus s'écoulant doit être recueilli dans un récipient propre. En raison de sa teneur en acide, il ne doit pas rentrer en contact avec des objets métalliques. Pour la conservation, il faut au mieux utiliser les récipients en plastique.

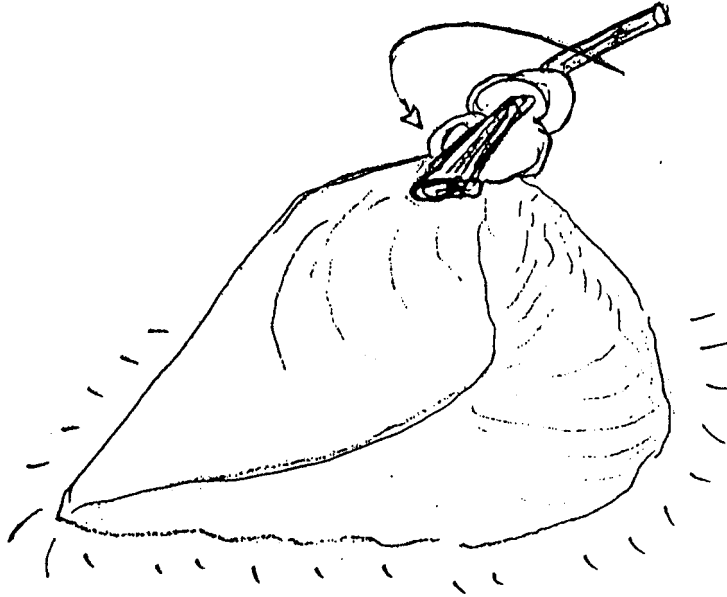


*Fig. 1a: Pressoir de sac*

La composition du jus frais est la suivante:

Eau	80,0 %
Sucre (glucose/fructose)	15,0 %
Acide citrique	0,8 %
Pectine	0,9 %
Autres ingrédients	3,7 %

Le valeur du ph varie de 3,5 à 4.

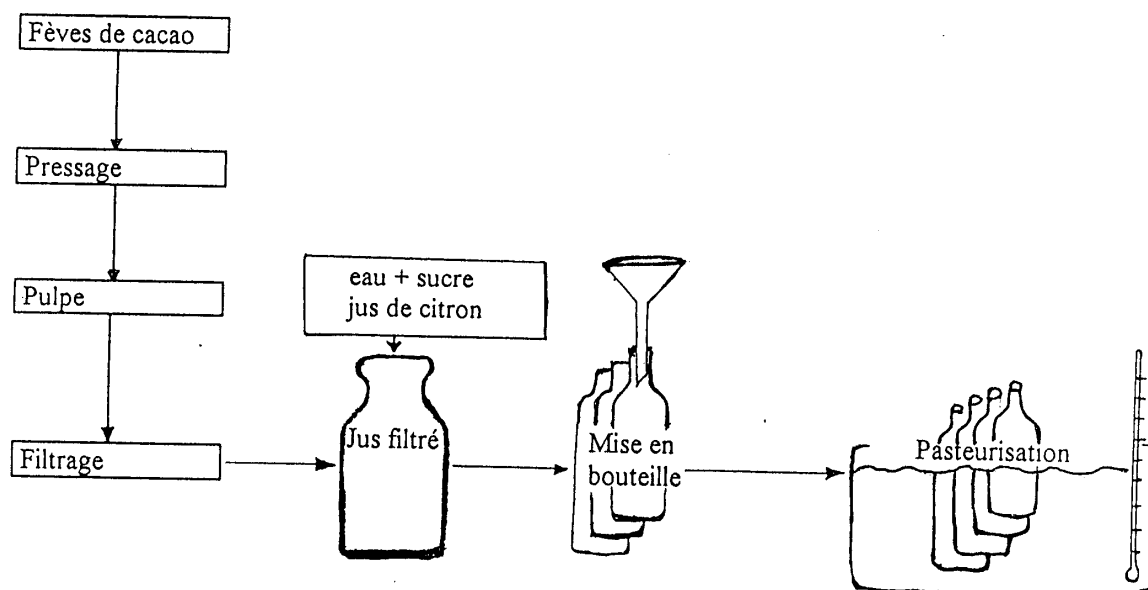


*Fig. 1b: Sac en torsion pour la récupération du jus*

En raison de sa teneur naturelle en sucre (voir ci-haut), le jus frais se détériore rapidement en zone tropicale, sous l'action de micro-organismes présents dans l'environnement. Ainsi, il se transforme en quelques heures, en un mélange non consommable d'alcool, d'acide lactique et de vinaigre. Pour cette raison, la transformation du jus en boisson rafraîchissante, nécessite la pasteurisation immédiate après l'extraction afin de bloquer ces fermentations indésirables. Après quoi, il peut être dilué avec de l'eau dans un rapport de 1: 1. Sucre et acide citrique (jus de citron) peuvent alors y être additionnés pour arrondir le goût de la boisson.

Une recette simple pour débutant

1 litre de jus de pulpe,  
 1 litre d'eau  
 125 grammes de sucre et  
 le jus d'un citron.



### *Flux des opérations pour la fabrication de jus sucrés*

### 3. TECHNIQUE SIMPLE DE PASTEURISATION

Le mélange doit être chauffé à une température de 70 à 80 °C et mis dans des bouteilles préalable-ment bien lavées qui

sont ensuite immédiatement fermées. La pasteurisation est ensuite effectuée. Le temps de pasteurisation dépend du volume des bouteilles comme le montre le tableau ci-dessous.

Volume de la bouteille (litre)	Temps de pasteurisation (minutes)	Température (°C)
0,2 – 0,3	10	85
0,3 – 0,5	15	85
0,75 – 1,0	20	85

Pour la fermeture, il est recommandé d'utiliser des capuchons à vis, des capsules ou des bouchons en liège. Il faut rappeler que ces couvercles doivent être préalablement stérilisés dans l'eau chaude.

Les boissons ainsi fabriquées peuvent se conserver sans réfrigération pendant plusieurs semaines. Les fines particules de pulpes de fruits peuvent se déposer au fond du flacon. Elles n'ont cependant pas d'incidence négative sur la qualité du produit. Avant consommation il suffit donc de bien secouer le flacon.

#### 4. FABRICATION ARTISANALE DE VIN DE PULPE

Le jus de pulpe peut aussi être transformé en un délicieux vin de fruit à l'aide d'une culture ordinaire de levure de boulangerie. Les principales étapes de la fabrication du vin sont: la préparation de la culture de levure pour l'amorçage, la fermentation, le conditionnement et la mise en bouteille.

##### *La culture de levure*

Fondamentalement, on ne doit utiliser que les cultures fraîches et vigoureuses de levure (levures de boulangerie ou de brasserie) pour la fermentation alcoolique. On peut obtenir ces produits sous forme de granulés secs, de pâtes ou dans des flacons de substrats liquides. En travaillant avec précaution, 1 gramme de levure peut suffire pour produire autant de vin que vous voulez. Pour la réactivation de la levure, on a besoin d'une solution stérilisée de sucre à 5 % (190 ml d'eau environ 1 tasse et 10 g de sucre, environ 2 cuillères à manger). La préparation de celle-ci est effectuée de la façon suivante:

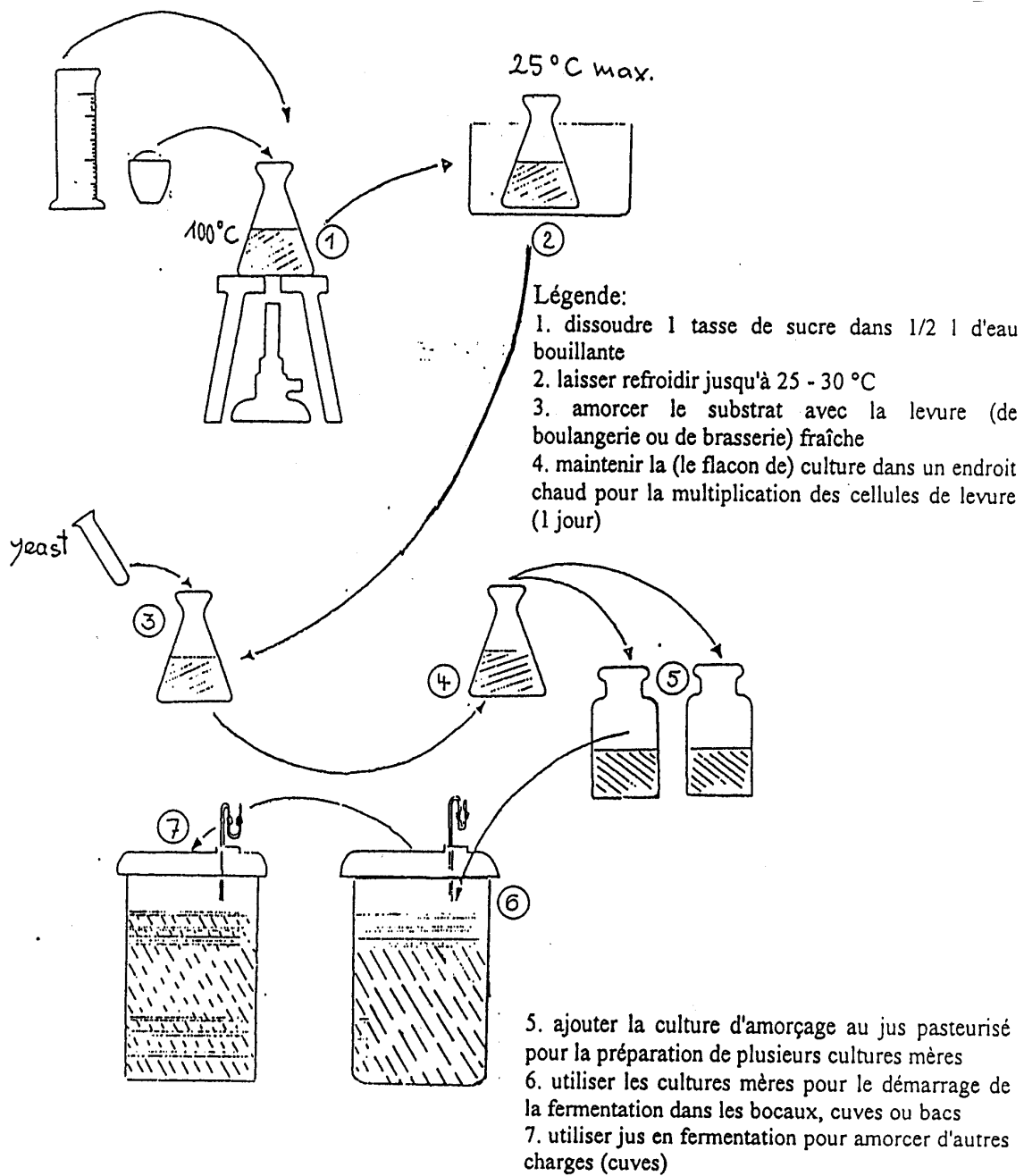
- Dissoudre les 10 g de sucre dans l'eau bouillante (maintenir cette température pendant 5 minutes)

- Laisser refroidir la solution (substrat) à 25 - 30 °C et y ajouter ensuite la levure (2 cuillères à manger) avec une cuillère stérilisée
- Fermer le flacon avec un bouchon de coton stérile.

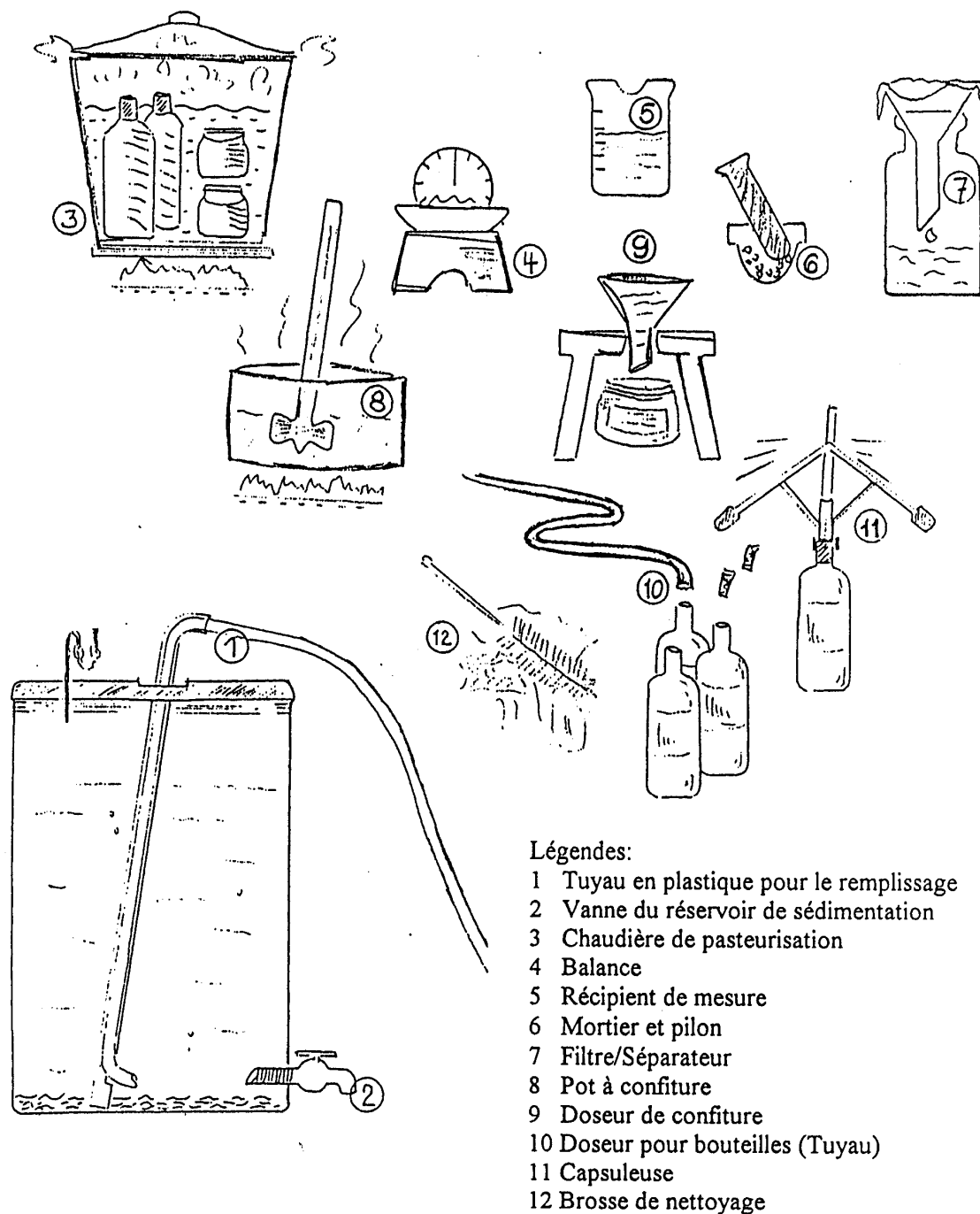
Après plusieurs heures, le substrat devient écumeux (mousseux). Si rien ne se passe, attendre un peu encore ou ensemercer de nouveau avec une culture plus fraîche de levure. Pour un démarrage rapide et efficace de la fermentation, un rapport d'ensemencement en levure de 2 à 4 % du volume total est nécessaire. Autrement les micro-organismes indésirables, comme les levures sauvages, les moisissures et les bactéries se développeraient et dérangeraient la fermentation.

Pour avoir une quantité suffisante de culture-mère en réserve, on prépare une assez grande quantité de culture de levure un ou deux jours avant la récolte du cacao. Pour ce faire, la quantité nécessaire en substrat (solution de sucre à 5 %) ou en jus de pulpe doit être d'abord pasteurisée. On ajoute ensuite une culture stérile de levure pour l'amorçage (multiplication des cellules de levure). Quand la cuve est chargée de jus de pulpe on inocule avec la culture de levure pour le démarrage de la fermentation.

Pendant la période de récolte du cacao, on peut ajouter le jus de pulpe régulièrement afin de tenir la cuve de fermentation bien remplie. Pour amorcer d'autres cuves (7), il est aussi possible de transférer le substrat de levure de la cuve originale (6) en cours de fermentation. Toute fois, il faut remarquer que cette technique peut contribuer à la propagation d'une éventuelle infection microbienne d'une cuve à l'autre.



**Fig. II: Schéma de fabrication de la culture d'amorçage**



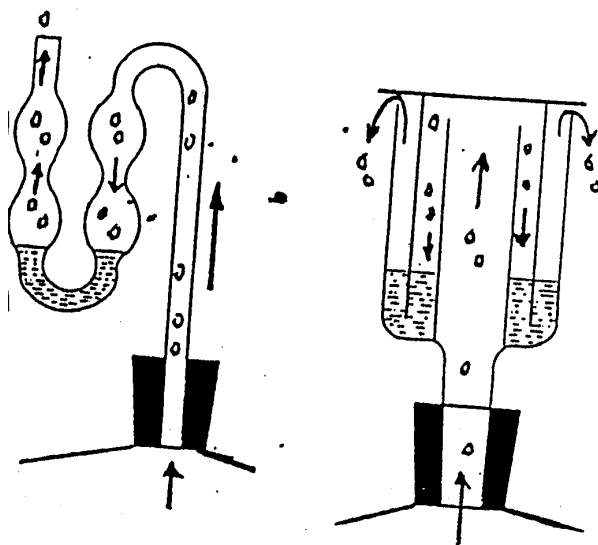
*Fig. III: Equipements utiles pour la production de vin à petite échelle*

## La fermentation

Les cuves de fermentation sont de préférence en plastique, verre ou en acier inoxydable. Les cuves en bois peuvent être problématiques, dans la mesure où il est difficile de les nettoyer et de les maintenir dans un état hygiénique satisfaisant. Il est

préférable d'utiliser des cuves de volume compris entre 30 et 200 litres pour l'aisance de la manipulation. L'ouverture en haut doit être suffisamment large pour assurer le nettoyage de l'intérieur.

Durant la fermentation, les cuves sont fermées avec des vannes spéciales, qui ne laissent que le gaz carbonique s'échapper.



**Fig. III: Vannes de Fermentation**

Ces vannes de fermentation sont partiellement remplies d'alcool ou d'acide sulfurique dilué (5 %) pour empêcher la

contamination avec l'air, la poussière ou les insectes (voir Fig. III).

**Rappel: pour éviter les risques d'explosion des cuves, celles-ci ne doivent pas être fermées hermétiquement!**

La cuve de fermentation doit être installée à l'ombre, en un endroit sec et frais. Après l'amorçage, la fermentation est très intensive la première semaine (dégagement intense de gaz carbonique, formation de mousse). Pour éviter le déversement de trop-plein, la cuve doit être remplie

seulement aux 3/4 de son volume et le liquide en fermentation remué 2 fois par jour. Au fur et à mesure que la fermentation avance, il est possible de combler le rabais de volume en ajoutant du jus de pulpe jusqu'à un niveau maximum de 4/5 du volume de la cuve.



En raison de la faible teneur du jus en sucre ne permettant pas d'obtenir le degré alcoolimétrique désiré de 13 % Vol (minimum), il s'avère nécessaire d'ajouter du sucre étape, par étape afin d'obtenir la concentration souhaitée en alcool. La quantité nécessaire de sucre à ajouter (dissoudre) doit être estimée avec exactitude. Elle dépend de la teneur initiale du jus en sucre. Un densimètre simple peut être utilisé pour déterminer la teneur initiale du jus en sucre, car la densité des jus de fruit varie normalement de 1020 à 1100, c'est-à-dire qu'un litre (= 1000 cc) de jus pèse entre 1020 et 1100 g.

Il est usuel d'exprimer le poids du jus en degré OECHSLE (lire oïxle). Par exemple,

un jus de densité 1060 g/1000 cc = 1060, a 60 °OECHSLE.

La teneur en sucre du jus (g/l) est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage (voir Fig. V). Le jus de cacao a approximativement 60 °OECHSLE, ce qui correspond à environ 130 g de sucre par litre. Une autre corrélation existe entre la teneur en sucre et le degré alcoolimétrique en % volume du vin à obtenir après fermentation (voir Fig. VI). En se basant sur ces mesures (densité et degré Oechsle), il est possible de mesurer exactement la quantité de sucre à ajouter au jus de pulpe pour la vinification.

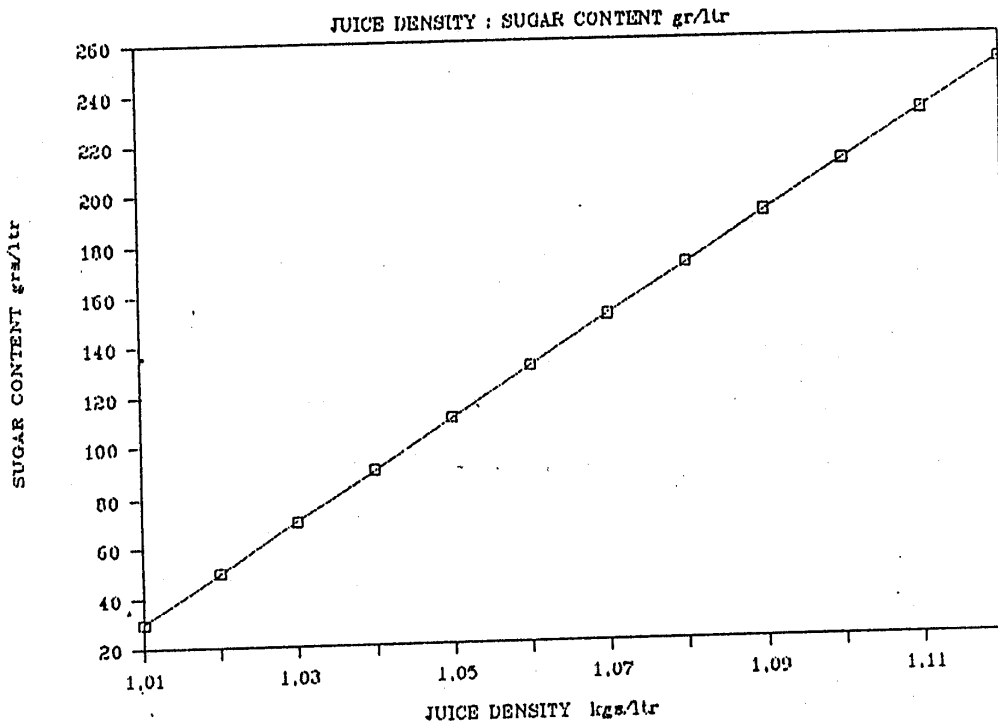


Fig. V: Courbe de conversion entre densité du jus (kg/l) et teneur en sucre (g/l)

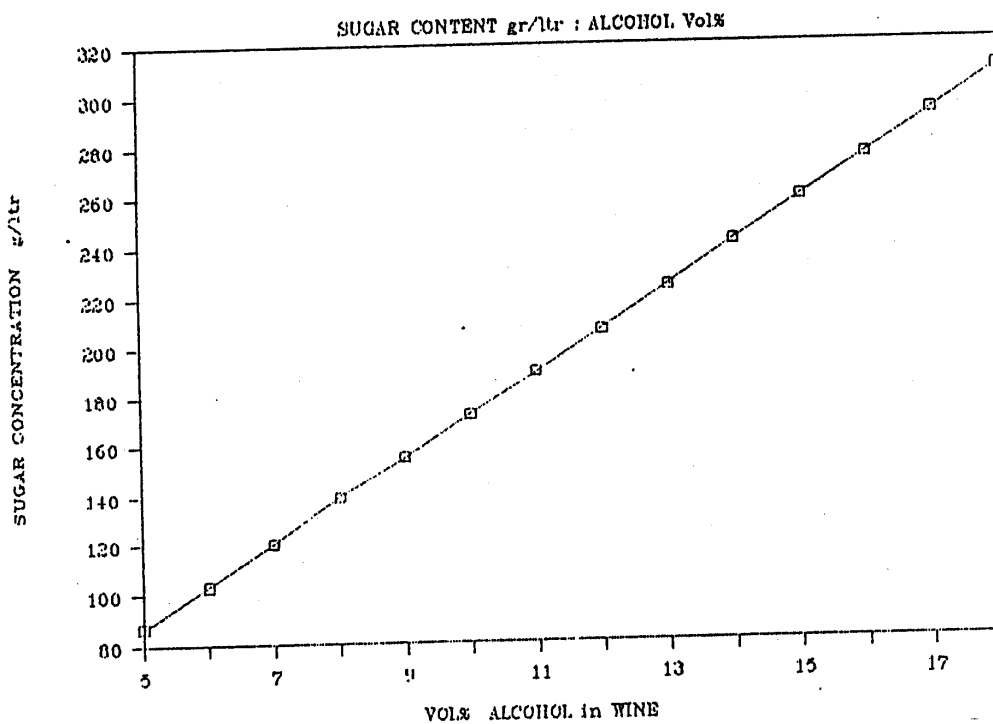


Fig. VI: Courbe de conversion entre teneur en sucre (g/l) et celle en alcool (% vol)

### Exemple 1:

Le jus de pulpe de cacao a une densité de 1060, ce qui correspond à une teneur naturelle en sucre de 130 g/l. Pour obtenir un vin dont la teneur en alcool ne serait pas inférieure à 13 % vol., la concentration en sucre doit être élevée à 230 g/l:

$$230 \text{ g/l} - 130 \text{ g/l} = 100 \text{ g/l.}$$

Il faut donc ajouter 100 g de sucre pour chaque litre de jus, afin de produire un vin d'environ 13 % vol.

### Exemple 2:

Pour préparer un vin avec 13 % vol. en alcool, on ajoute 10 kg de sucre à 100 litre de jus de pulpe de cacao.

Le dosage du sucre ne se fait pas en une seule opération, mais plutôt graduellement. Il faut attendre jusqu'au 3<sup>e</sup> jour de la fermentation avant d'ajouter 1/3 de la quantité de sucre complémentaire, continuer ensuite le dosage du sucre à 3 jours d'intervalle.

- Jour 1: Préparation de la culture mère
- Jour 2: Multiplication de la culture mère
- Jour 3: Amorçage du jus de pulpe
- Jour 4: Fermentation démarre franchement
- Jour 5: Fermentation intensive jusqu'à formation de mousse
- Jour 6: Addition de 1/3 de la quantité de sucre complémentaire
- Jour 7: Fermentation continue
- Jour 8: Fermentation continue
- Jour 9: Addition du second tiers de la quantité de sucre complémentaire
- Jour 10: Fermentation continue
- Jour 11: Fermentation continue
- Jour 12: Addition du reste du sucre complémentaire
- Jour 13: Fermentation continue

### Jour 30: Fermentation se termine.

La fermentation principale est terminée après un mois. Ceci signifie qu'approximativement tout le sucre est transformé en alcool. Le vin juvénile a un goût dur, fort et est toujours trouble. La plupart des particules insolubles du jus de pulpe reposent maintenant au fond, de sorte que le vin peut être facilement séparé de ces sédiments (par décantation). Après la première séparation des vases de sédimentation, on peut procéder à un ajout supplémentaire de sucre pour adoucir le vin. Mais souvent il arrive alors qu'une post-fermentation ai lieu jusqu'à ce que la teneur du vin en alcool atteigne au maximum 15 % vol. Les cellules de levure meurent alors et la post-fermentation est définitivement terminée. À ce stade le vin de fruit est très stable et est à l'abri de toutes autre source de contamination microbienne. Pour obtenir un vin semi-doux ou un vin de liqueur, il est nécessaire de procéder à un sucrage final. Au total le dosage de 150 g de sucre complémentaire par litre de jus est nécessaire pour obtenir un vin semi-doux à partir de jus de cacao.

Quand le vin de fruit est devenu stable et calme (plus de formation de bulles de gaz), on le clarifie une fois encore, par filtrage à travers un filtre en tissu de laine et/ou coton. Le liquide filtré est encore conservé pour un mois ou plus dans une cuve spéciale, de préférence surélevé et munie d'une robinetterie. Le vin doit être complètement clarifié avant sa mise en bouteille.

Pour éviter les infestations et les pertes au cours de la vinification, il faut respecter les règles d'hygiène suivantes:

- utiliser l'eau chaude et les détergents pour le rinçage et le nettoyage de tous les ustensiles avant qu'ils ne rentrent en contact avec le vin,
- toujours préparer une culture fraîche de levure (culture mère) pour l'amorçage de la fermentation
- démarrer la fermentation le même jour ou le jus est obtenu,
- utiliser uniquement de l'eau propre de qualité alimentaire à toutes les étapes du processus de fabrication et
- utiliser de préférence le sucre raffiné pour la fabrication de vin.

#### *Conditionnement et mise en bouteille*

Après 3 mois le vin de cacao est prêt pour la mise en bouteille. Il a généralement une couleur dorée avec une odeur agréable de fruit.

Bouteilles en verre et couvercles doivent être proprement rincées et désinfectées avant l'usage. Avant le remplissage, il est usuel d'utiliser une solution d'acide sulfureux à 2 %, préparée à partir de sels de soude ou de potasse, pour désinfecter les bouteilles après rinçage. Ci-après le mode opératoire pour la préparation d'une solution d'acide sulfureux à 2 % pour la désinfection:

Ajouter à 10 l d'eau:

- 393,5 g de sulfite de sodium ou
- 787,2 g de sulfite de sodium cristallin ou
- 296,8 g de bisulfite de sodium.

Les bouteilles sont à vaporiser de l'intérieur et doivent ensuite être renverser pour au moins 5 minutes, avant de

procéder au remplissage. Les fermetures doivent aussi être désinfectées avec la solution d'acide sulfureux.

Il est important de manipuler correctement le sulfite, car la consommation de vin avec une teneur supérieure à 250 mg de sulfite par litre est nocive pour la santé. Au mieux il est bon de consulter un chimiste ou un droguiste pour la pesée et la préparation des solutions de sulfite.

Comme alternative à la pasteurisation du vin après sa mise en bouteille, on peut exposer ces dernières au rayonnement solaire direct pendant un jour. Les bouteilles et le vin doivent atteindre une température supérieure à 50 °C, ce qui tuerait la majeure partie des micro-organismes dans les boissons alcoolisées. Pour éviter les risques d'explosion des bouteilles, s'assurer auparavant qu'elles ne sont pas entièrement remplies. Un espace minimum de 2 cl (= 20 ml) doit exister entre le niveau du liquide et le bouchon de fermeture, pour être sur que rien ne peut arriver quand le volume augmente.

En l'absence de rayonnement solaire, la pasteurisation peut se faire dans un bain-marie. Il faut alors y tenir les bouteilles à une température de 50 °C pendant au moins 30 minutes.

Pour une bonne maturation, le vin doit être tenu à l'ombre, en un endroit frais, pendant plusieurs semaines ou mois, après la pasteurisation.

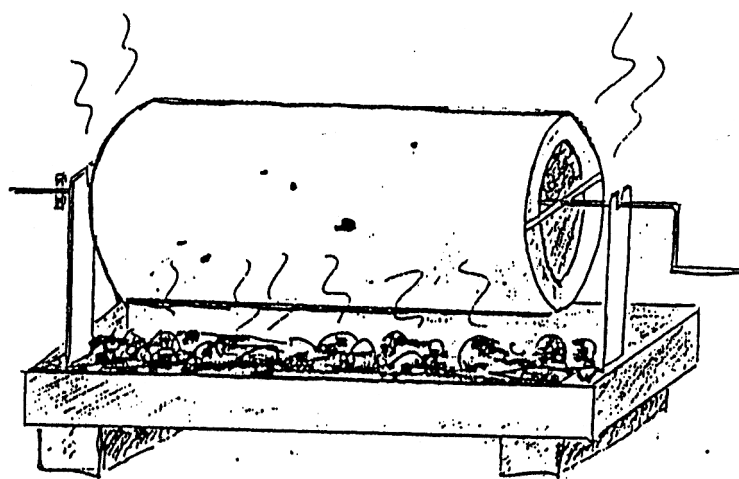
## 5. VIN DE CACAO À PARTIR DES AMANDES

De façon similaire, selon le procédé précédemment décrit, on peut utiliser les fèves fermentées, fraîchement torréfiées et décortiquées, pour produire un vin de dessert légèrement stimulant, avec la saveur typique de l'amertume délicieuse du chocolat.

Avant la torréfaction les fèves doivent être exemptes de toutes impuretés comme les pierres, objets métalliques, congglomérats et fèves non mûres. Elles sont torréfiées pendant 15 à 20 minutes à une température entre 110 et 120 °C. La durée exacte de la

torréfaction dépend du type de grilloir (utilisé) et de la quantité de fève par charge. La teneur en eau de fèves passe de 7,5 % à environ 2,4 à 3 % après la torréfaction. Pour éviter tout risque de surchauffage et de carbonisation, il faut arrêter l'opération dès que l'odeur typique de cacao est perceptible.

Les grilloirs sont de simples tonneaux rotatifs dont la surface externe est exposée au feu ouvert d'un combustible solide, liquide ou gazeux. Les fèves de cacao sont en mouvement continu de chute à l'intérieur du tonneau et sont torréfiées par transmission de chaleur (voir fig. VII).



*Fig. VII: Dispositif artisanal de grillage*

La torréfaction est suivie de l'opération de vannage, qui consiste en une séparation complète des coques et de l'amande. Le décortiquage / concassage des fèves peut se faire sans recourir à un équipement sophistiqué, par exemple en se servant du mortier et du pilon. Les coques de fèves sont ensuite aisément séparées par vannage en se servant d'un léger courant d'air.

Les amandes forment environ 82 % du poids des fèves fermentées et séchées de départ. Les coques de fèves (12 %) et les germes (1%) ainsi que l'eau évaporée pendant la torréfaction (5%) constituent le reste. A partir de 100 kg de fèves fermentées et séchées on obtient donc approximativement 82 kg d'amande grillées. Les valeurs approximatives de la

composition des fèves fermentées et séchées est la suivante:

Beurre de cacao	55,0 %
Protéines et dérivés azotés	12,0 %
Amidon	6,0 %
Sucre et pentosanes	2,5 %
Acides organiques	1,5 %
Pectines, mucilages, et gommes	9,0 %
Dérivés polyphénoliques	3,0 %
Caféine et théobromine	1,7 %
Sels minéraux	2,6 %
Eau	5,0 %
Autres	1,7 %

Comme indiqué précédemment, la teneur en sucre de la fève est très faible. Il faut en conséquence ajouter du sucre pour un vin dont la teneur en alcool serait d'au moins 13 % vol. L'amidon peut être converti en sucre par addition du malte ordinaire de brasserie, contenant l'enzyme maltase qui décompose les polysaccharides en maltose et dextrines. Pendant la fermentation, maltoses et autres sucres sont transformés en alcool.

Recette pour la préparation de 10 litres de vin à partir des amandes de cacao

Amandes de cacao	1 kg
Eau	8,4 litres
Sucre	2,6 kg
Culture fraîche de levure	1 tasse.

Les méthodes de culture de levure, de contrôle du processus de fermentation, d'ajout de sucre, de mise en bouteille et de pasteurisation sont identiques à celles de la fabrication de vin à partir du jus de pulpe (voir Fig. II). Les processus de clarification et de filtrage doivent bénéficier dans ce cas d'une attention particulière.

#### 4.1 Clarification et filtration

Quand la fermentation est terminée, après un mois environ, les amendes de cacao doivent être séparées du vin à l'aide d'un tamis grossier. Le vin juvénile est trouble et de couleur rouge-brun. Un goût chocolat peut être détecté, mais il est encore masqué par une amertume prononcée.

Si l'on veut produire un vin de liqueur, on ajoute à ce stade du sucre. un dosage total de 260g/l en sucre est usuel pour obtenir un vin de liqueur semi-sec (se rappeler que l'ajout de sucre se fait par étape).

Le filtrat doit être conservé encore un autre mois dans la cuve pour attendre la sédimentation et la clarification, durant lesquels la plupart des déchets se déposent au fonds. A ce stade le goût du vin change de façon notoire car les acides organiques volatiles ont finalement disparus.

L'élimination de l'amertume et des composés polyphénoliques se fait par clarification avec la gélatine ou les terres décolorantes (bentonites). Pour chaque hectolitre (= 100 litres) il faut 5 grammes de gélatine pure. La gélatine incolore est mise dans une tasse d'eau tiède ou de vin. remuer continuellement jusqu'à dissolution complète de la gélatine dans le vin/l'eau (pendant environ 10 minutes).

Comme résultat de ce processus, on assiste à un dépôt de tous les sédiments au fond de la cuve. Le vin se clarifie pendant la nuit et peut être décanté d'une cuve à l'autre, en laissant les sédiments dans la cuve initiale. Après la clarification, il faut conserver le vin pendant un certain temps, pour voir s'il est stable et reste clair. en cas de réapparition de turbidité, recommencer le processus de clarification en utilisant de petites quantités de gélatine et de

bentonites ou avec une solution à 10 % d'acide silicique.

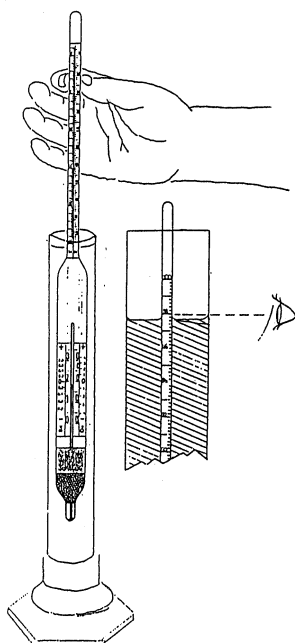
Le bouquet du vin est substantiellement mieux affiné si la maturation se fait dans des réservoirs pendant plusieurs semaines ou mois avant la mise en bouteille.

## 5.2 Calcul

Pour éviter les variations de recette dans la production de vin à partir de jus de pulpe, des fèves de cacao ou d'autres fruits, quelques méthodes fondamentales de calcul sont données ci-dessous. Le poids volumétrique (densité) d'un jus de fruit peut être déterminé à l'aide d'un densimètre. En se basant sur les résultats lu, on peut déterminer la teneur en sucre fermentescible (mono- et disaccharides) à partir de la courbe de la Fig. V.

La fig. VI montre quelle teneur en sucre le jus doit avoir pour obtenir les différentes concentrations (% V/V) du vin en alcool. En se servant de ces figures, il est facile de calculer la quantité de sucre nécessaire et la concentration finale en alcool dans la fabrication d'un vin de fruit. Il faut tenir compte du fait que pendant l'addition de sucre, il y a augmentation de volume dans l'ordre de 0,625 litre pour chaque kg de sucre ajouté.

Pour que le vin soit stable, il doit avoir une teneur minimale en alcool de 13 % sur la base du volume et d'environ 6,0 g d'acide organique (acides citrique et tartrique) par litre. Des concentrations plus faibles en alcool et acide stimulent les infestations microbiennes causées par les bactéries des fermentations lactiques, butyriques et acétiques ainsi que par les moisissures et champignons.



**Fig. VIII: Densimètre et sa lecture correcte**

Mélange	Volume (litre)	Poids (kg)	Teneur équivalente en sucre (kg)
Jus	10,0	10,6	1,3
Sucre	0,8	1,3	1,3
<b>TOTAL</b>	<b>10,8</b>	<b>11,9</b>	<b>2,6 (21,8)</b>

100 g de sucre donnent environ 48,8 g d'alcool ou 61,5 cc d'alcool.

Ce vin aura donc la teneur suivante en alcool

26 x 61,5 x 100/10 800 0 14,8 % Vol. alcool.

## 6. PRODUCTION DE VINAIGRE À PARTIR DU VIN DE CACAO

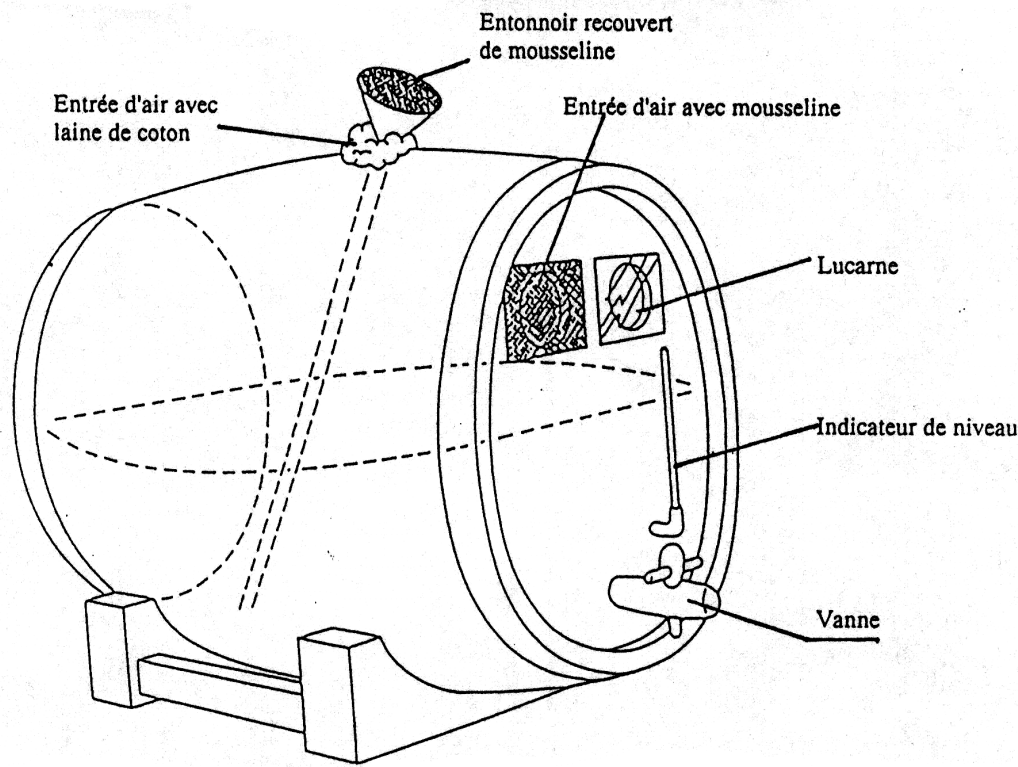
La production de vinaigre est très simple et offre la possibilité de valoriser une série de fruits tropicaux et leurs déchets ainsi que les boissons alcoolisées telles que le vin. Le vinaigre est le produit d'une fermentation en 2 étapes. Dans la première le sucre est transformé en alcool éthylique (vin) sous l'action de levure, tandis que dans la 2<sup>nd</sup>e les bactéries oxydent l'éthanol en acide acétique. La présence de l'oxygène (air) est essentielle pour la 2<sup>nd</sup>e phase tandis qu'elle doit être exclue pendant la première, car un démarrage prématuré de la fermentation acétique, inhibe l'activité des levures. Une méthode simple et peu coûteuse de production de vinaigre à petite échelle est décrite ci-après.

Le vin à "acétifier" est maintenue dans un tonneau mi-plein (voir Fig. IV), renfermant un espace vide en communication avec l'extérieur pour assurer la libre circulation de l'air. Les bactéries croissent comme film

à la surface du liquide et transforment l'alcool éthylique du vin en acide acétique. Pour le démarrage de l'acétification, le vin doit être amorcer avec des bactéries acétogènes, du genre *Acétobacter*. La méthode la plus simple pour le démarrage de la fermentation est de laisser le vin à l'air libre pour assurer une contamination avec les bactéries souhaitées. Mais ceci est un procédé peu efficace et non garanti, et n'aboutit pas à un produit de qualité. Les bactéries à ajouter doivent être des cellules obtenues par culture d'espèces souhaitées sur substrat d'agarose. En alternative l'addition d'un bon vinaigre non pasteurisé permet aussi un amorçage efficace. L'ajout d'acide acétique jusqu'à 2 % au vin au départ, inhibe la croissance d'autres micro-organismes indésirés, susceptibles d'infester la fermentation dans sa phase initiale.

Le processus d'acétification se fait normalement selon la méthode du semi-continu, dans lequel l'acidité du milieu augmente jusqu'à un niveau déterminé par la teneur initiale en l'alcool au départ. À ce stage, on récupère une certaine quantité de vinaigre et la remplace par du vin frais. Le processus redémarre alors pour un autre cycle. La cuve à vinaigre est munie d'une vanne placée près du fond pour récupérez soit des échantillons de contrôle ou la quantité de vinaigre terminé à enlever.





**Fig.IX: Dispositif de fabrication de vinaigre**

Un entonnoir connecté avec un tuyau en verre traverse toute la cuve jusqu'à l'approche du fond. Ce dispositif sert à l'addition de vin frais sans dérangement du film bactérien à la surface. La circulation de l'air dans la cuve se fait à travers une ouverture faite au dessus du niveau du liquide. Cette ouverture est à couvrir de mousseline.

Quand un film bactérien s'est formé à la surface liquide (cette formation peut durer jusqu'à 7 jours après l'inoculation), l'acidité de celui-ci commence à croître. On ajoute alors périodiquement du vin frais tout en évitant que la teneur en acide ne tombe en dessous de 2 %.

Quand le volume de liquide dans la cuve atteint le niveau opérationnel, l'acidification doit être poursuivie jusqu'à ce qu'il reste une faible teneur en alcool résiduel (minimum 0,3 % V/V) dans le liquide. Une transformation exhaustive de l'alcool est à éviter, car elle stimulerait la croissance de souches de bactéries oxydant l'acétate formé, ce qui provoquerait une perte en acidité du vinaigre. Le contenu de la cuve est alors à vider de moitié et à remplacer par une quantité correspondante de vin pour que l'acétification puisse continuer.

#### *Rendement*

Théoriquement on peut obtenir à partir de chaque millilitre d'alcool 1 gramme d'acide acétique. La vitesse de l'acétification

dépend de facteurs tels que la nature de la souche bactérienne utilisée, la température ambiante (qui ne doit pas tomber en dessous de 15 °C) et le rapport surface: volume du liquide. La teneur minimale du vinaigre en acide acétique est de l'ordre de 4 à 6 % (sur la base poids/volume).

Pour transformer un vin de cacao avec 15 % d'alcool (V/V) en un vinaigre d'une teneur approximative de 6 % (Poids/Volume), il est recommandé de diluer celui-ci avec de l'eau dans un rapport de 1 : 1 (c'est à dire 1 litre d'eau pour chaque litre de vin à acidifier). Le

rendement pratique de la conversion sera de l'ordre de 75 - 80 %.

Le vinaigre fini est à conserver dans des bacs/réservoirs remplis et fermés pendant au moins 1 mois avant la mise en bouteille. Pour prévenir la formation d'un film après la mise en bouteille, le vinaigre doit être soit pasteurisé (à 70 °C, pendant 15 min.), sulfité (environ 70 mg SO<sub>2</sub> par litre) ou salé légèrement (environ 10 à 20 g de sel de cuisine par litre).

## 7. EN SAVOIR PLUS

### 7.1 Bibliographie

ADAMS, M. R. : the small-scale production of vinegar from bananas. rep. Trop. Prod. Inst., G. 132, 1980, iv+ 15pp

BIT : Conservation des fruits à petite échelle, Technology Series N° 14, 1990

MINIFIE, B.W. : Chocolate, Cocoa and Confectionery, AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut

SCHANDERL; KOCH; KOLB: Fruchtweine, Vlg. E. Ulmer, Stuttgart 1981, ISBN 3-8001-5518-4

TROOST, G. : Technologies des Weines, Vlg. E. Ulmer, Stuttgart 1972, ISBN 3-8001-5801-9

### 7.2 Compétences locales zone Afrique

1. **ENSAI** (Ecole nationale des Sciences Agro-Industrielles, Université Ngaoundéré)  
B.P. 485 Ngaoundéré, Cameroun

2. **ITA** (Institut de Technologie Alimentaire)  
B. P. 27 65, Dakar-Hann, Sénégal

3. **SAPECT**  
B.P. 2813 Bamako, Mali

4. **SIATA**  
03 B.P. 7190, Ouagadougou 03, Burkina Faso

5. **TCC** (Technology Consultancy Centre)  
University of Sciences and Technology, Kumasi, Ghana