

Le vinaigre d'ananas

Valorisation des sous-produits de l'ananas - Fabrication artisanale -

Un complément d'activité intéressant pour les unités de production de jus d'ananas

Une tonne d'ananas frais produit environ 400 kg de déchets (peau, pulpes), dont le pressage donne 260 à 300 litres de jus de presse, valorisable en vinaigre. La transformation de ce jus de presse nécessite peu d'investissements, et permet une valorisation économique des déchets, ainsi que l'optimisation de la rentabilité des équipements.

D'autres produits de valorisation peuvent également être envisagés : alcool, sirop de sucre, tourteaux ...

Bien que d'un intérêt économique limité, la production de vinaigre directement à partir de jus d'ananas frais suit le même procédé que celui décrit dans cette fiche.

Caractéristiques du vinaigre d'ananas

Le vinaigre est un produit résultant d'une double fermentation du jus de fruits : une fermentation alcoolique suivie d'une fermentation acétique. Le produit fini titre 6 à 7 degré acétique au minimum pour garantir une bonne conservation.

Intérêts et contraintes de ce produit

➤ ***Une technologie facile et peu coûteuse***

La fabrication du vinaigre ne nécessite pas d'investissements importants. La production s'envisage aussi bien à l'échelle artisanale que semi-industrielle.

➤ ***Un produit innovant et attractif***

Le vinaigre d'ananas est un produit remarquable par la puissance de son arôme et sa couleur jaune ambrée et son aspect brillant.

➤ ***Une source d'innovation***

Le vinaigre peut être utilisé pour la fabrication de pickles, de chutney (fruits ou légumes conservés dans le vinaigre) et de ketchup.

➤ ***Mais un procédé de transformation long***

La fabrication du vinaigre dure 5 à 6 semaines. Le produit mobilise espace et équipements pendant une longue période.

➤ ***Un marché confidentiel***

En raison de la présence sur le marché de vinaigres artificiels à bas prix, la fabrication de vinaigres de fruits est restée artisanale et destinée à la consommation familiale ou à une clientèle de connaisseurs aisés.

Il convient d'étudier rigoureusement le marché avant de se lancer dans la production. Les efforts de communication et de promotion sont une des clés du succès commercial.

Caractéristiques techniques

- ***Technologie*** : Equipements simples disponibles localement.
- ***Durée de conservation*** : 12 mois à température ambiante.
- ***Rendement technique*** : 100 litres de jus de presse à 8° Brix produit 242 litres de vinaigre à 6°acétique (avec ajout de sucre puis dilution).
- ***Besoin en personnel*** : 1 personne à mi-temps pour une production de 150 litres/semaine.
- ***Quantité finale d'acide*** : 6 à 7 degrés acétiques.

Aspects économiques et commerciaux

Marchés potentiel : Marchés urbains

Niveau de production : 300 l / semaine, hors matériel de laboratoire.

Coût d'investissement : 500 000 à 1 000 000 Fcfa pour une capacité de 300 l/semaine.

Polyvalence des équipements : Les cuves ou tonneaux de fermentation sont les seuls investissements supplémentaires par rapport à une unité de transformation de jus de fruits, de sirop ou de confiture. Ils peuvent servir à la fabrication de vinaigre de mangue, banane poyo, papaye, corossol, ananas, fruit de la passion.

Les règles d'or

1. Le vinaigre est un produit innovant, les efforts de communication et de promotion sont une des clés du succès commercial.
2. Avant de débiter une production, réaliser des tests de fabrication à très petite échelle (quelques litres) et des dégustations du produit auprès de quelques consommateurs afin de valider votre procédé de fabrication.
3. Avoir une bonne technologie ne suffit pas. Il est indispensable de réaliser une analyse du marché pour s'assurer des débouchés de sa production ainsi qu'une étude économique pour évaluer la rentabilité de l'activité.
4. Garantie de la sécurité alimentaire des consommateurs, la qualité bactériologique des produits est également un argument commercial pour les clients urbains, de plus en plus exigeants.

I. LE MARCHÉ

1. Caractéristiques et potentialités

Il existe deux débouchés potentiels pour le vinaigre :

Une consommation domestique en croissance:

Bien que peu utilisé aujourd'hui le vinaigre de « table » tend à remplacer le citron dans les salades traditionnelles en raison de sa facilité d'utilisation. Le marché potentiel est donc important. La couleur et l'arôme sont les principaux atouts du vinaigre d'ananas pour séduire les consommateurs.

Le vinaigre de conserve, dans le secteur des conserves

Le vinaigre est utilisé pour la conservation et l'assaisonnement de certaines conserves (pickles, chutney, ketchup mais également petits oignons, cornichons ...). Les caractéristiques sont différentes des vinaigres « de table » présentés précédemment. Une filtration poussée et la perte des arômes revêtent moins d'importance. Le conditionnement doit se faire en vrac : par exemple dans des bidons plastiques de 10, 20, 50, 100 litres selon les besoins de l'entreprise.

2. Produits concurrents

Les vinaigres reconstitués à partir d'acide acétique dilué et de colorants sont les principaux concurrents des vinaigres de fruits. Nettement moins cher, plus facile à produire, ces vinaigres sont pourtant de qualité médiocre et peuvent parfois présenter un risque pour la santé.

Dans cet environnement concurrentiel, les atouts des vinaigres de fruits sont leurs arômes et leur naturel. L'entreprise qui souhaite développer son marché devra s'adresser en priorité à une clientèle aisée, disposant d'un pouvoir d'achat élevé, sensible aux aspects qualitatifs.

Les caractéristiques du produit pour cette clientèle sont : une parfaite conservation dans le temps, une présentation attractive (emballage en verre conseillé), un arôme préservé.

Comme tout produit innovant et peu connu, le consommateur doit être sensibilisé aux qualités des vinaigres de fruits. A ce niveau, il faut insister sur les problèmes de trouble du vinaigre et parfois de dépôts au fond des emballages. La filtration est le point délicat du procédé de transformation. Bien souvent, on ne peut complètement enlever les particules naturelles en suspension dans le liquide à l'origine du trouble. Ce trouble, parfaitement normal, est pourtant souvent interprété par le consommateur comme un aspect négatif et un signe de mauvaise qualité.

Le vinaigre se consomme en petite quantité mais fréquemment. Les micro-doses en sachets polyéthylène semble particulièrement adaptées à la demande des consommateurs populaires.

II. ASPECTS TECHNIQUES

1. Le principe de fabrication

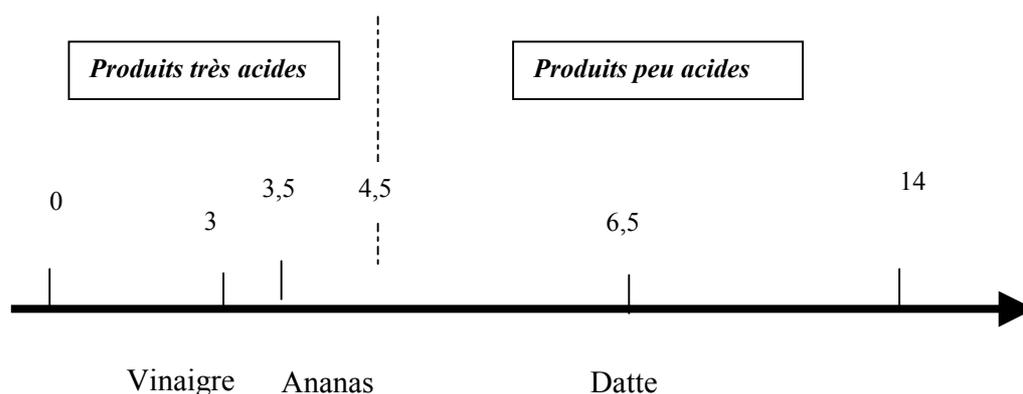
Les vinaigres sont le produit d'une double fermentation : une première fermentation alcoolique suivie d'une fermentation acétique.

Les ferments alcooliques transforment les sucres contenus dans le jus de fruit en alcool. Les ferments les plus couramment utilisés sont les levures de boulangerie (*Saccharomyces cerevisiae*). On trouve ces levures très facilement sous forme déshydratée dans les supermarchés. La fermentation alcoolique se déroule dans des cuves hermétiques à l'air (anaérobie).

La deuxième fermentation résulte de l'action de bactéries (acétobacter). Elles utilisent l'alcool pour produire de l'acide acétique. Pour une bonne conservation, il faut atteindre 6 à 7° acétique. Contrairement à la fermentation alcoolique, la fermentation acétique s'effectue à l'air libre. On parle de fermentation aérobie. La fermentation acétique est un phénomène naturel lorsqu'on laisse le vin à l'air libre. Elle est d'autant plus rapide que la surface de contact avec l'air est importante.

Définitions :

1- Le pH est l'unité de mesure de l'acidité. Il varie de 0 à 14. Plus la valeur du pH est faible, plus le produit est acide. L'ananas est un fruit très acide. Son pH est de 3,5.



2- Le degré d'alcool est le nombre de litre d'alcool pur contenu dans 100 litres de boisson alcoolisée. Par exemple 1 litre de vin à 10° d'alcool contient 100ml d'alcool pur. Le degré alcoolique se mesure à l'aide d'un ébulliomètre.

3- Le degré acétique est le nombre de litre d'acide acétique pur contenu dans 100 litres de vinaigre. Par exemple 1 litre de vinaigre à 6° acétique contient 60ml d'acide acétique pur (titrage à la soude avec un indicateur phénolphthalénine).

2. Formulation du vinaigre : deux stratégies

- Utiliser un jus à teneur en sucre « normale » (aux alentours de 10 à 12° Brix). L'avantage de ce procédé est d'utiliser peu de sucre (un produit cher en Afrique).
- Utiliser un jus à forte teneur en sucre (15 à 20° Brix). Le vinaigre obtenu a un degré acétique élevé (8 à 10° acétique) et sera dilué par la suite. Le principal avantage est d'améliorer la productivité. En effet, avec une même durée de fermentation acétique on obtiendra une plus grande quantité de vinaigre à 6° par dilution. En revanche, l'achat de sucre pèse sur les coûts de production.

Le choix de l'une ou l'autre de ces stratégies dépend du niveau de production de l'entreprise, du prix du sucre, de l'espace disponible dans l'atelier de production.

Définition :

Le degré Brix mesure le poids en grammes de matière sèche soluble contenue dans 100 g de produit. Dans le cas de préparations à base de pulpe de fruit, la matière sèche principale est le sucre, les autres éléments étant négligeables (par exemple, un sirop à 70° Brix représente un sirop contenant 70 g de sucre et 30 g d'eau. Le degré Brix se mesure à l'aide du réfractomètre.

Comment calculer la quantité de sucre en poudre à rajouter ?

Le jus de presse d'ananas possède un taux de sucre de 8 à 9°Brix. Il faut donc rajouter du sucre pour la fermentation. Le sucre étant généralement de mauvaise qualité bactériologique, il convient de l'ajouter sous forme de sirop à 60° Brix.

Exemple de calcul d'une fabrication à partir d'un jus de presse enrichi à 18°Brix.

Pour calculer la quantité de sirop à rajouter, mesurer tout d'abord au réfractomètre la quantité de sucre contenue naturellement dans le jus de presse à chaque fabrication, celle ci changeant en fonction de la variété, de la maturité, des régions de production...

Pour une quantité de 100 litres de jus de presse dont à teneur en sucre de 8°Brix : pour obtenir une solution à 18°Brix, réaliser les calculs suivants :

Calcul de la quantité de sucre apportée par le jus de presse :

100 litres de jus de presse à 8° Brix apportant environ 8 kg de sucre

Qté de sirop de sucre = $\frac{(\text{Degré Brix de la solution finale} \times 100) - \text{Qté de sucre apportée par le jus de presse}}{0,6 - \text{Degré Brix de la solution finale}}$

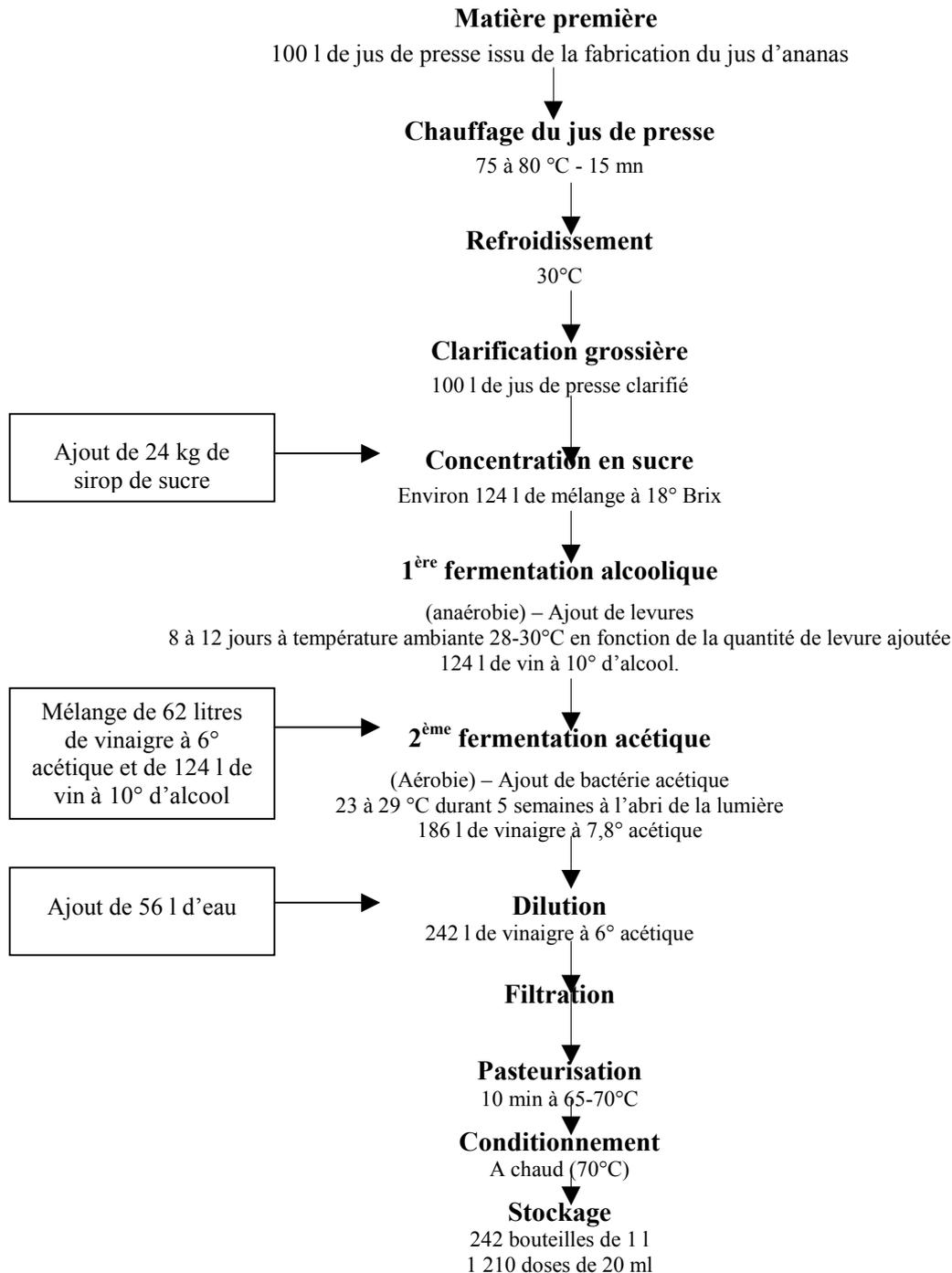
Qté de sirop de sucre = $\frac{(0,18 * 100) - 8}{0,6 - 0,18} = 23,8 \text{ kg}$

Pour fabriquer 23,8 kg de sirop de sucre à 60° Brix, mélanger 14,3 kg de sucre et 9,5 litres d'eau.

3. Techniques de production du vinaigre d'ananas

3.1 Diagramme de production

Ce diagramme est établi pour une production de vinaigre à partir de 100 litres jus de presse fortement enrichi en sucre. Il existe d'autres procédés à l'échelle artisanale. La méthode orléanaise est présentée dans la partie alternative technologique.



- **Chauffage du jus de presse**

Le chauffage a pour but de détruire les contaminations naturellement présentes dans le jus afin de ne pas perturber le développement des levures alcoologène.

Chauffer lentement les jus jusqu'à une température de 75 à 80°C. Maintenir la température 15 mn.

N.B. : au-delà de ce couple température/ temps, les pertes d'énergie sont importantes et inutiles.

Bien choisir la marmite de cuisson

Utiliser une marmite en inox est indispensable. L'acidité des fruits attaque les autres métaux (aluminium, fer) libérant des saveurs métalliques.

Il est souhaitable de se procurer une marmite à fond épais pour limiter les risques de brûlure du jus sur le fond.

Enfin, la préférence doit aller aux marmites hémisphériques à poignées, pour une meilleure répartition de la chaleur et une manipulation facile.

Matériels : marmite inox à fond épais, foyer, thermomètre.

- **Refroidissement**

Tremper la marmite fermée par un couvercle dans une bassine d'eau froide jusqu'à une température de 30°C.

Matériels : bacs d'eau fraîche, thermomètre.

- **Clarification grossière**

Laisser reposer 4 h. Les pectines du fruit précipitent au bout de 2 h et décantent au fond de la cuve. Le jus est ensuite filtré dans une simple toile en coton ou une mousseline. L'ananas est un fruit pauvre en pectine. La décantation du jus suffit pour clarifier grossièrement le jus. Le jus obtenu est trouble.

Matériels : bassines plastiques, toile de filtration en coton ou en mousseline.

- **Concentration en sucre**

Ajouter le sucre selon la formulation établie (cf. paragraphe II 2).

Exemple : la préparation d'un sirop à 60° Brix s'obtient en mélangeant 14,3 kg de sucre et 9,5 kg d'eau dans une marmite. Porter le mélange à 90°C. Le chauffage permet de faciliter la dissolution du sucre et de détruire les micro-organismes.

Matériels : bassines, réfractomètre.

- **Première fermentation alcoolique anaérobie**

La fermentation a lieu dans des cuves fermées sans contact avec l'air. Celles-ci doivent être préalablement nettoyées avec de l'eau additionnée de métabisulfite de sodium (5 g/l) puis rincées à l'eau propre.

La quantité de levure varie de 3 g à 20 g pour 10 l de jus. Elle conditionne en partie la rapidité de la fermentation.

Les facteurs influençant la durée de la fermentation et son rendement sont :

- la température optimum 29°C (plus elle est constante meilleure est la fermentation) ;
- la quantité de levures ajoutées ;
- la qualité des levures ajoutées c'est à dire leur activité.

Réactivation des levures

Avant d'ajouter les levures, il convient de les réactiver. Pour ce faire, les laisser incuber dans une solution d'eau sucrée à 12°Brix (12 g de sucre dissout dans 100 g d'eau) 1 h à 1 h 30 à température ambiante (25 à 30°C).

Trucs et astuces

Plutôt que d'acheter de la levure de boulanger, utiliser le vin de la fabrication précédente pour introduire les levures.

Attention à la température

La température ne doit pas dépasser 32°C sinon l'activité des levures diminue sensiblement et la production d'alcool s'arrête.

Précaution

Ne pas remplir entièrement la cuve de fermentation.

La production d'alcool par les levures s'accompagne d'un dégagement gazeux (dioxyde de carbone). Prévoir un espace libre suffisant pour éviter une surpression dans la cuve. En règle générale, la cuve est remplie à 70% de sa capacité. Par exemple, 35 l de jus pour un tonneau de 50 l.

Matériels : cuve de fermentation hermétique en inox ciment enduit de verni protecteur, tonneaux en bois.

- **Deuxième fermentation acétique (Aérobie)**

Ensemencer le mélange en bactéries acétiques avec du vinaigre du commerce (non pasteurisé) dans les proportions suivantes : 1/3 de vinaigre à 6° acétique et 2/3 de vin à 10° d'alcool. On peut également utiliser le vinaigre de la transformation précédente dans les mêmes proportions.

La réutilisation du vinaigre fabriqué est valable durant un mois. Au delà, la qualité et la vigueur des bactéries acétiques diminuent fortement. Il faut alors réensemencer à partir du vinaigre du commerce qui contient des souches « fraîches ».

Au bout de huit jours, un voile se forme à la surface du mélange, « la mère ». Au bout de cinq semaines, l'acétification est complète. Le vinaigre est soutiré.

Exemple : le mélange 2/3 / 1/3 correspond à 62 l de vinaigre à 6° acétique et 124 l de vin à 10° alcoolique. En fin de fermentation, on obtient 186 litres vinaigre à 7,8° acétique.

Les facteurs influençant la durée de la fermentation et son rendement sont :

- la température optimum (plus elle est constante meilleure est la fermentation) ;
- la surface de contact avec l'air (plus elle est grande, plus rapide est la fermentation) ;
- la quantité de bactéries ajoutées ;
- la qualité des bactéries ajoutées c'est à dire leur activité.

Attention : Un mélange trop riche en alcool (> à 10°) tue les bactéries acétiques.

Matériels : tonneau de 50 litres (ne pas boucher le tonneau pour que l'air puisse circuler), toile de filtration.

• Dilution

Pour obtenir un vinaigre à 6° acétique, le diluer avec de l'eau potable (raccordement à un réseau public ou eau désinfectée). Pour déterminer la quantité d'eau à ajouter, réaliser les calculs suivants :

Quantité totale d'acide acétique contenue dans le vinaigre :

186 l de vinaigre à 7,83° acétique contient 14,5 litres d'acide acétique.

Volume d'eau à ajouter pour obtenir un vinaigre à 6° acétique :

Quantité d'eau = $\frac{\text{quantité d'acide acétique}}{\text{quantité totale de vinaigre}}$

0,06

Quantité d'eau = $\frac{14,5}{0,06} - 186 = 56 \text{ l}$

0,06

Quantité totale de vinaigre obtenue après dilution :

186 l de vinaigre à 7,8° + 56 l d'eau = 242 l de vinaigre à 6°

- **Filtration**

Le vinaigre est filtré une dernière fois sur une mousseline pour éliminer les dépôts résultant de la fermentation.

- **Pasteurisation**

Pour stabiliser le vinaigre et éviter le départ de nouvelles fermentations, pasteuriser à basse température pour détruire les micro-organismes.

Matériels : marmite 50 l et foyer.

- **Conditionnement**

Conditionner juste après la pasteurisation, quand le produit est encore très chaud.

Avant le conditionnement, les emballages et les bouchons doivent être lavés à l'eau très chaude. Dans le cas d'emballages de récupération (bouteille en verre ou en plastique), veiller à leur parfaite propreté avant remplissage. Brosser et nettoyer avec un détergent puis rincer à l'eau propre.

Acheter des bouchons neufs pour garantir la bonne fermeture des emballages.

- **Stockage**

Stocker les bouteilles de vinaigre dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière.

4. Alternatives technologiques

La méthode Orléanaise pour des productions importantes

Cette méthode consiste à prélever du vinaigre (de 50 à 70 %) dans les cuves lorsque celui-ci a atteint 6° acétique et à le remplacer par la même quantité de vin. La fermentation acétique se réalise ainsi en continu dans la cuve.

5. Les principaux problèmes de fabrication

La principale difficulté de fabrication est la filtration. Le trouble résulte de la présence de matières et de micro-organismes en suspension dans le liquide. Avec les procédés de filtration simples et économiques, il est très difficile d'obtenir un vinaigre clair. La décantation et la filtration sur une mousseline ou un tissu en coton ne sont pas suffisantes. L'obtention de vinaigre parfaitement clair et limpide nécessite l'emploi de techniques de filtration pointues avec des matériels coûteux : filtres à plaques, centrifugeuses. D'autre part, ces matériels utilisent des produits particuliers pour filtrer (cellulose, khieselgur, bentonite) difficile à se procurer en Afrique.

Ces matériels sont hors de portée des unités de transformation artisanales. Par contre, les unités semi-industrielles équipées pour la filtration des jus peuvent naturellement utiliser ces équipements pour le vinaigre.

6. Le choix du conditionnement

L'emballage le plus utilisé est la bouteille en plastique en raison de son faible coût. Le sachet en plastique thermosoudé est particulièrement adapté pour proposer des micro-doses (20 à 200 ml) à petit prix. La bouteille en verre peut être utilisée pour donner au produit une image haut de gamme.

Tous les conditionnements sont adaptés au vinaigre. Cependant, certaines solutions sont trop coûteuses pour un produit, généralement commercialisé en faible quantité. Ainsi les doy-pack, les pure pack, les boîtes métalliques ne sont pas des emballages appropriés de ce point de vue.

Conditionnement	Avantages	Inconvénients	Machine requise
Bouteilles en plastique	<ul style="list-style-type: none"> Bonne présentation du produit. Peu coûteux. Faible poids. Fabrication locale Réutilisation possible. Capacité de 375 ml et 1 l les plus couramment employées. 	<ul style="list-style-type: none"> Propreté des emballages réutilisés. Fermeture le plus souvent manuelle qui demande de la main d'œuvre. 	Fermeture manuelle
Sachet polyéthylène	<ul style="list-style-type: none"> Peu coûteux. Facile à se procurer. Possibilité confectionner des micro-doses : 25ml, 50 ml. 	<ul style="list-style-type: none"> Se perce facilement. Présentation rudimentaire. 	<ul style="list-style-type: none"> Thermoscelleuse.
Bouteilles en verre	<ul style="list-style-type: none"> Bonne présentation du produit. Disponibilité d'emballage de récupération à prix intéressant. Lavage facile. Permet le conditionnement de 25 cl, 33cl et 1 litre. Plusieurs systèmes de fermeture : bouchon vissant en aluminium, capsule métallique, bouchon en plastique. 	<ul style="list-style-type: none"> Emballages neufs chers et difficiles à se procurer en Afrique. Recyclage difficile à gérer pour l'entreprise. Système de consigne difficile à mettre en place. Qualité médiocre des emballages de récupération (qualité sanitaire et état du goulot, bouteilles ternies ou mal nettoyées). Capsules et bouchons parfois non disponibles dans certains pays. Poids élevé. Fragile en cas de chocs. Sensibilité aux chocs thermiques. 	<ul style="list-style-type: none"> Ligne d'embouteillage Capsuleuses

L'étiquette : un élément essentiel

Elle informe le consommateur sur le produit : ingrédients et proportions, date limite de consommation, nom et adresse de l'entreprise, contrôles de qualité effectués.

Elle contribue à la qualité de la présentation du produit. Le choix des couleurs, des images attractives doit être minutieux. L'étiquette accroche le regard du consommateur. A éviter absolument : les étiquettes mal imprimées, incorrectement collées.

Elle véhicule l'image de l'entreprise en rappelant le logo, la marque ou le nom de l'entreprise.

7. Contrôle qualité

Mesure du degré alcoolique

Le degré alcoolique se mesure au moyen d'un ébulliomètre ou d'un alcoomètre indicé de 0 à 10 et de 10 à 20.

III. ORGANISATION/GESTION DE LA PRODUCTION

1. Main d'œuvre et qualification

La fabrication du vinaigre ne nécessite pas de personnel qualifié, le procédé de fabrication n'utilisant pas d'équipements complexes. Les opérations sont relativement simples. Cependant, l'opérateur doit acquérir une expérience sur la conduite et la surveillance des fermentations. Il doit savoir préparer les levures, suivre l'évolution de la fermentation, déterminer à quel moment celle-ci est terminée. Plus qu'une formation théorique, c'est l'expérience et la pratique quotidienne qui permettent de bien maîtriser les fermentations (tout particulièrement l'appréciation des températures dans le local et son évolution).

Une production de 150 l/semaine mobilise une personne à mi-temps.

2. Aménagement des locaux

Le principe de base de l'aménagement des locaux : « la marche en avant »

Toutes les zones et l'organisation du travail seront conçues suivant un ordre de propreté de la matière première (source de nombreux microbes) au produit fini sans que les flux de matière ne se croisent.

Pour la fermentation acétique, il faut prévoir une pièce séparée et aérée. Le bon déroulement de la fermentation nécessite un renouvellement de l'air. Par ailleurs, cette pièce supplémentaire est nécessaire tant l'odeur dégagée par la fermentation est forte.

3. L'approvisionnement en matière première

L'approvisionnement en matière première est dépendant de la fabrication du jus d'ananas. Le jus de presse pasteurisé peut être conservé quelques jours à température ambiante mais il s'altère rapidement.

Il est possible de fabriquer du vinaigre directement à partir du jus de fruit noble. Mais l'intérêt économique est limité.

Cette fiche présente essentiellement les aspects techniques. Les entrepreneurs doivent cependant être attentifs à la gestion économique de leur entreprise et au suivi de ses performances, facteurs du succès. Un complément d'information est disponible dans les fiches suivantes :

- *Les fiches « approche du marché » et les fiches « gestion de l'entreprise » ;*
- *Les fiches « pays » dans lesquelles les potentialités du marché sont présentées ;*
- *Les fiches « adresses » où vous trouverez les organismes d'appui-conseil et les fabricants de matériels.*

IV. POUR EN SAVOIR PLUS

- *Conservation des fruits à petites échelle*, Genève, BIT, 1990, Série technologique, dossier technique n°14, 226 p.
- Tanasi A., Cordier Y., Reynes M., *Les fermentations en Afrique –exemple : valorisation des écarts de tri de papaye par la fabrication de vinaigre*, in « compte rendu des conférences et des communications du séminaire sur la technologie de fermentation appliquée à l'Afrique », Liège du 30 mai au 3 juin 1994, p 40 à 55.
- Komia M., *Valorisation des surplus fruitiers : produire du vinaigre c'est simple et peu coûteux*, Paris, 1996, in Bulletin du réseau TPA n°12, Ministère de la Coopération, p 15 à 16.
- Estanove P. *Fabrication du vinaigre à partir du jus de presse de déchets de conserverie d'ananas*, Institut de recherches sur les fruits et les agrumes, 1980.