



Cl. Sadoux

Préparation familiale du cacao au Cameroun

ÉTUDE DE LA FERMENTATION ET DU SÉCHAGE DU CACAO AU CAMEROUN

F. L. SADOUX

*Chef du Laboratoire de technologie du Centre de Recherches
Agronomiques de Nkolbisson (Cameroun)*

Les pays producteurs de cacao doivent attacher une attention de plus en plus grande à la qualité du produit qu'ils offrent à l'exportation.

L'augmentation de la production mondiale, la baisse sensible des cours consécutive à la surproduction actuelle ne peuvent qu'accélérer cette évolution.

C'est en agissant sur les conditions de fermentation et de séchage que l'amélioration la plus impor-

tante et la plus rapide peut être obtenue. En effet parmi les défauts qui interviennent dans la dépréciation des lots commercialisables, deux sont particulièrement importants : il s'agit des fèves ardoisées et des fèves moisies, le premier défaut résultant du phénomène de la fermentation, le second étant la manifestation visible d'un séchage insuffisant.

C'est pourquoi nous trouverons dans cette étude deux parties distinctes, la fermentation et le séchage.

18 AVRIL 1985

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 17 347

Cote : B

I. — LA FERMENTATION DU CACAO

Cette étude fut abordée dès le départ sous un angle pratique et le premier problème à résoudre fut de préciser l'origine et les conditions de formation des fèves ardoisées et des fèves violettes compactes, en tenant compte de l'influence que pourrait avoir l'état de maturité des cabosses mises en œuvre.

Le protocole d'essais suivant fut mis en place au cours de l'année 1956 :

Trois lots de fèves de cacao provenant de cabosses insuffisamment mûres, mûres et trop mûres.

Sur chaque lot de fèves :

- 1) fermentation normale pendant 4 jours.
- 2) " " " 6 jours.
- 3) " " " 8 jours.
- 4) " de 6 jours sans brassage.

5) absence de fermentation, les fèves étant directement mises à sécher au soleil.

Il est bon de préciser les points suivants :

— cabosse insuffisamment mûre : cabosse dont la couleur générale verte est en train de virer au jaune citron et dont la zone près du pédoncule est encore franchement verte. En effet, il est facile de constater que si la cabosse est dans un état d'immaturation trop poussé, il est impossible d'en extraire les fèves qui forment une masse compacte et ne sont pas enveloppées de cette pulpe mucilagineuse et sucrée qui rend justement la fermentation possible.

— fermentation normale : fermentation dont le premier brassage s'effectue le 3^e jour, un brassage étant effectué ensuite tous les deux jours ce qui permet de réaliser les trois essais avec un brassage, deux brassages, trois brassages.

— conduite des essais : comme matériel de fermentation, nous avons utilisé des fûts en bois de 220 litres, aménagés suivant le procédé mis au point à la Station de Nkoemvone. La masse de fèves mise en œuvre a été pratiquement constante pour tous les essais, correspondant à environ 1.500 cabosses, soit à un poids de 110 à 120 kg de fèves fraîches.

Les différents brassages ont été effectués par rotation du tonneau sur lui-même plusieurs fois de suite.

Enfin le séchage s'est fait au soleil, sur claies de fabrication locale.

Résultats obtenus :

Ils sont consignés dans le tableau I (p. 254).

L'examen des chiffres obtenus par comptage des fèves ardoisées et des fèves violettes compactes dans chacun des lots montre qu'il n'existe pas de corrélation entre le pourcentage de fèves ardoisées

et l'état de maturité des cabosses. Seul le phénomène de la fermentation est en cause.

Examinons successivement chacun des traitements :

1° Absence de fermentation

Toutes les fèves sont ardoisées et compactes, plates et de couleur extérieure claire.

2° Fermentation 6 jours sans brassage

Le pourcentage maximum de 23 % est obtenu avec des cabosses mûres, le chiffre minimum de 11 % avec des cabosses trop mûres.

La presque totalité des échantillons présente des teneurs en fèves ardoisées comprises entre 15 et 20 %. Il y a par contre très peu de fèves violettes compactes.

Quelle explication donner à ce phénomène ?

Considérons une masse de fèves mise en fermentation. Cette masse constitue un milieu plus ou moins aseptique, dont le seul ensemencement en microorganismes a été effectué par les mains des ouvriers lors du cassage des cabosses et des manutentions, donc ensemencement faible et hétérogène. Le planteur l'a d'ailleurs constaté empiriquement puisqu'il met en surface des feuilles de bananiers dont le double rôle est d'une part d'apporter des levures (la surface des feuilles de bananiers est riche en microorganismes, phénomène constaté en laboratoire) et d'autre part de maintenir la masse à l'abri de l'air et des refroidissements nocturnes, donc un rôle d'isolant. Lorsque le matériel utilisé est neuf, le planteur tapisse également l'intérieur de feuilles de bananiers ; par la suite les parois restées imprégnées de débris des fermentations précédentes constituent un pied de cuve.

La masse commence à fermenter par l'extérieur et tout particulièrement en surface, milieu mieux aéré où l'ensemencement est le plus abondant. Par la suite les levures pénètrent lentement dans la masse et l'ensemble fermente.

La manifestation la plus tangible du phénomène est l'élévation de la température, et nous dirons qu'il y a réellement fermentation lorsque celle-ci aura atteint ou dépassé un certain seuil que l'on peut situer aux alentours de 42 à 43°.

TABLEAU I

Traitement	Nature des cabosses	F. A. %	F. Vc. %	Observations
Absence de fermentation	I. M. M. T. M.	100 " "	Néant " "	Toutes les fèves sont plates et très claires, la pulpe ayant séché sans subir de transformation.
Fermentation 6 jours sans brassage	I. M. M. T. M.	11 à 23	1 à 3	Couleur extérieure non homogène. Nombreuses fèves plates et claires correspondant à des ardoisées. Couleur intérieure prédominante nettement violette.
Fermentation 4 jours, 1 brassage (3 + 1)	I. M. M. T. M.	0 à 17,5	0 à 2	Couleur extérieure assez homogène. Couleur intérieure : homogène nettement violette.
Fermentation 6 jours, 2 brassages (3 + 2 + 1).	I. M. M. T. M.	0 0 0	moins de 1	Couleur extérieure homogène brune. Couleur intérieure homogène brun-violet à brun chocolat.
Fermentation 8 jours, 3 brassages (3 + 2 + 2 + 1)	I. M. M. T. M.	0 0 0	0 0 0	Couleur extérieure homogène brun très foncé. Couleur intérieure homogène brun chocolat. Surfermenté.

Légende :

F. A. : fèves ardoisées
 F. Vc : fèves violettes compactes
 I. M. : insuffisamment mûres
 M. : mûres
 T. M. : trop mûres.

Pour des commodités de définition, nous avons adopté une représentation schématique pour chaque type de fermentation.

C'est ainsi qu'une fermentation de 4 jours comprenant 1 brassage après 3 jours sera représentée par l'écriture suivante (3 + 1) ; de même une fermentation durant 6 jours avec un premier brassage à la fin du 3^e jour et un 2^e brassage à la fin du 5^e jour sera représentée par la formule (3 + 2 + 1) et ainsi de suite pour toutes les combinaisons.

Au cours des nombreux essais qui ont été faits, nous avons constaté qu'il pouvait y avoir plusieurs jours de décalage (trois à quatre) entre l'entrée en fermentation de la surface et celle de l'intérieur de la masse et cela en rapport avec l'importance de cette masse. Prenons un exemple :

Fermentation en caisse : masse assez importante : 250 kg environ de fèves provenant de cabosses très mûres, pulpe abondante et juteuse ; nous sommes donc dans de bonnes conditions. Au bout de 3 jours complets, nous constatons :

— en surface : (10 premiers cm) température 42°, fèves gonflées, couleur extérieure brun clair, pulpe détruite, légère odeur acétique.

Après séchage au soleil de l'échantillon : fèves lisses, de belle apparence, couleur intérieure homogène brun chocolat avec stries bien marquées.

Fèves ardoisées	0 %
Fèves violettes compactes	0 %
Fèves violettes non compactes ..	0 %
Fèves à cassure violet-brun	moins de 1 %

Nous sommes en présence d'un cacao à l'aspect très fermenté.

— au sein de la masse : température 27°, c'est-à-dire la température ambiante d'origine. Fèves gon-

flées, pulpe intacte, odeur de fèves fraîches. Apparemment il ne s'est rien passé, sinon que les fèves ont gonflé en continuant à vivre : risque de germination.

Après séchage au soleil de l'échantillon : fèves de belle apparence, de couleur extérieure pâle, ardoisées non compactes à 100 %.

Cet exemple nous explique parfaitement pourquoi nous trouvons dans le traitement « Fermentation 6 jours sans brassage » des pourcentages élevés mais assez variables (de 11 à 23 %) de fèves ardoisées. Une partie plus ou moins grande de la masse n'a pas fermenté, car le rôle essentiel du brassage, et même l'unique pour le premier brassage, est d'homogénéiser la masse, d'avoir un ensemencement régulier à partir de la culture qui s'est faite spontanément en surface et au contact des parois, en un mot d'avoir une fermentation à peu près égale dans toutes les parties.

Mais la température extérieure est un facteur important. Il existe au Cameroun et notamment dans la région de Yaoundé au moment de la récolte, en octobre-novembre, des nuits brumeuses, humides et très fraîches ; la température peut s'abaisser à + 16, + 17°C et même au-dessous. Un brouillard

épais reste accroché dans les cacaoyers jusqu'à 9 heures et plus du matin. La température ambiante s'élève très lentement au cours de la matinée et à partir de 17 h à 18 h, elle retombe rapidement avec le retour du brouillard ou des chutes de pluies, de telle sorte qu'au cours d'une journée, nous avons une très longue période de relativement basse température.

Ce refroidissement nocturne empêche tout démarrage de la fermentation et il n'est pas rare de voir à cette époque des masses de cacao qui, après 48 heures de mise en caisse, n'ont pas encore subi la moindre élévation de température, même en surface.

C'est ce qui explique que lors du traitement précité, le pourcentage de la masse ne fermentant pas et se retrouvant sous forme de fèves ardoisées est variable tout en restant assez important.

3° Fermentation 4 jours, 1 brassage (3 + 1)

Le tableau I indique : fèves ardoisées : 0 à 17,5 %. Les mêmes raisons que précédemment permettent d'expliquer la grande variabilité des pourcentages. D'ailleurs le chiffre isolé de 17,5 % a été obtenu à partir d'une fermentation ayant eu du mal à démarrer par suite d'une basse température pendant plusieurs jours, surtout la nuit.

Compte tenu de ce qui précède, on peut supposer qu'une partie de la masse n'entre en fermentation qu'après le premier brassage et une durée de 24 heures s'avère alors insuffisante à ces fèves pour franchir le stade ardoisé.

C'est le point le plus important à définir dans l'étude du problème particulier posé.

Les nombreux essais réalisés, complétés par des essais de fermentation en étuve, donc à température réglable, nous permettent d'affirmer qu'une fève qui a subi pendant un minimum de 48 heures une température voisine de 42-43° ou supérieure n'est jamais, après séchage, ardoisée.

Dans la pratique, si les conditions atmosphériques sont normalement favorables, cette température de 42 à 43° sera atteinte par l'ensemble de la masse au plus tôt 24 à 48 heures après le premier brassage.

En effet, c'est la réaction fortement exothermique d'oxydation de l'alcool transformé en acide acétique qui est la cause de l'élévation importante et rapide de la température.

A l'intérieur d'une masse de fèves, milieu pratiquement anaérobie tant qu'il y a fermentation alcoolique, c'est-à-dire formation d'alcool au détriment de la pulpe sucrée, la température reste stationnaire entre 30 et 35°.

Le premier brassage va homogénéiser la masse et réaliser un ensemsement en levures plus abon-

dant et régulier. Le milieu ne sera plus anaérobie, au moins momentanément. Les levures de surface introduites dans la masse vont attaquer la pulpe restante, tandis que les premières traces d'alcool vont commencer à s'oxyder en acide acétique. Les deux phénomènes vont se poursuivre de pair et nous constaterons une première élévation de la température qui atteindra 40 à 42° C. Un nouveau brassage à ce moment-là, complétant l'homogénéisation, aérera la masse et permettra aux réactions d'oxydation de se poursuivre plus intensément, la quantité d'alcool étant devenue plus importante. Malgré un refroidissement passager dû au brassage, nous verrons la température s'élever de nouveau rapidement et atteindre un plafond de 48° à 50°C. Malgré les brassages qui refroidiront temporairement la masse, tant que la transformation de l'alcool en acide acétique se poursuivra, la température demeurera assez stationnaire. Ensuite des fermentations putrides apparaîtront et une odeur nauséabonde se dégagera des caisses ou tonneaux de fermentation. Le cacao sera alors brun très foncé et nous pourrons affirmer que nous avons trop fait durer la fermentation.

Nous avons vu qu'une durée de 24 h après le premier brassage s'avérait insuffisante pour que la totalité de la masse dépasse le stade ardoisé.

Si nous laissons la masse fermenter un jour de plus et réalisons ainsi l'essai qui peut être représenté schématiquement par la formule (3 + 2), nous trouvons alors régulièrement des pourcentages de fèves ardoisées inférieurs à 1 % et encore s'agit-il de fèves partiellement ardoisées, en bordure seulement.

Mais nous pouvons également réaliser d'autres combinaisons tout en maintenant une durée de 4 jours. Considérons quelques-uns de ces essais :

a) essai (2 + 2) : fèves ardoisées : 0 % ; fèves violettes compactes : 0 % ; couleur intérieure homogène violet à violet brun ; cacao de bel aspect, légèrement sous fermenté, donnant un chocolat estimé de goût normal.

b) essai (2 + 1 + 1) : fèves ardoisées, 0 % ; fèves violettes compactes, 0 % ; couleur intérieure homogène tirant nettement sur le brun chocolat ; la température avait déjà atteint 46° le 4^e jour, au moment de mettre à sécher.

Ces essais répétés à plusieurs reprises et à des époques différentes nous ont permis d'en tirer les remarques qui précèdent, mais ils nous mettent devant le problème fondamental que l'on peut énoncer ainsi : « Comment réaliser la fermentation la meilleure, préciser la durée, le nombre de brassages et leur répartition, le matériel à mettre en œuvre, etc... ? »

Ce problème sous ses différents aspects sera abordé plus loin.



Cl. Sadoux

Ecabossage et mise en caisse de fermentation dans une petite plantation Camerounaise.

4° Fermentation 6 jours, 2 brassages

(3 + 2 + 1)

Le tableau n° I indique :

Fèves ardoisées.....	0 %
Fèves violettes compactes.....	moins de 1 %

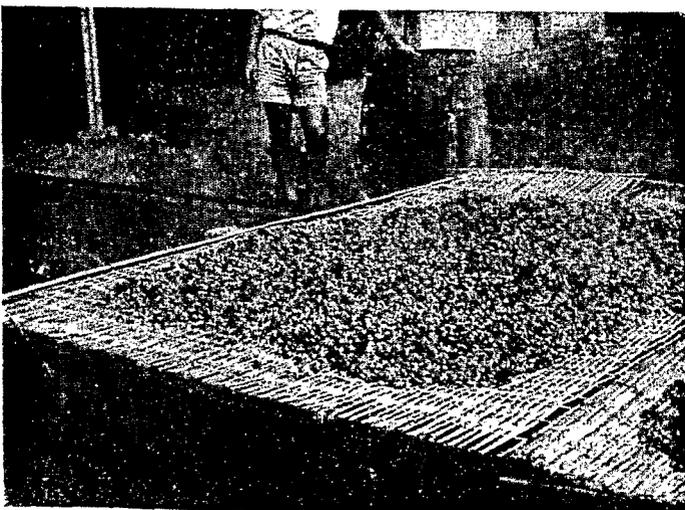
Nous avons déjà vu qu'une fermentation du type 3 + 2 entraînait presque totalement la disparition des fèves ardoisées.

Un jour et un brassage supplémentaire ne font qu'augmenter le degré de fermentation de l'ensemble.

C'est ainsi qu'on peut lire dans la colonne observations : couleur intérieure homogène brun violet à brun chocolat.

Le tonneau de fermentation, système N'koemvone.

Cl. Sadoux



L'analyse précise d'un échantillon de 200 fèves nous donne les chiffres moyens suivants :

Fèves ardoisées	0
Fèves violettes	3
Fèves mi-brunes, mi-violettes	39
Fèves brunes	158

Par fèves violettes, nous entendons la fève entièrement violette, sans précision de compacité.

Du point de vue « Contrôle du Conditionnement », seule la fève violette compacte est mentionnée dans les analyses et c'est pourquoi une colonne « F. Vc % » figure dans le tableau I.

5° Fermentation 8 jours, 3 brassages

(3 + 2 + 2 + 1)

Fèves ardoisées	0 %
Fèves violettes compactes.....	0 %

même remarque que précédemment.

Dans la colonne observations, nous lisons :

- couleur intérieure homogène brun chocolat ;
- couleur extérieure brun très foncé tirant sur le noir.

C'est le type de fermentation où nous atteignons le stade « odeur putride » en supposant que nous ayons eu un démarrage normal sans effet retardateur dû à une basse température extérieure.

L'analyse précise d'un échantillon de 200 fèves nous donne les chiffres moyens suivants :

Fèves ardoisées	0
Fèves violettes	0
Fèves mi-violettes, mi-brunes.....	moins de 5
Fèves brunes	de 195 à 200

C'est le type de cacao surfermenté.

Pour conclure cette étude particulière, il est possible d'affirmer qu'il n'y a pas de corrélation entre l'état de maturité des cabosses et la présence d'un grand nombre de fèves ardoisées dans le cacao obtenu. Seul le phénomène de la fermentation est en cause, la fève ardoisée étant une fève n'ayant pas subi pendant un minimum de 48 heures cette température limite de 42° et 43° C qui permet de dire qu'il y a eu réellement fermentation.

En général la présence de nombreuses fèves ardoisées prouve une mauvaise conduite de la fermentation, une partie du cacao n'ayant pas subi cette élévation de température. L'insuffisance des brassages, la baisse brutale de la température extérieure, le fait de rajouter du cacao frais dans une masse en cours de fermentation, enfin la faiblesse de la masse mise à fermenter, sont les principales origines de ce défaut.

INFLUENCE DE L'ÉTAT DE MATURITÉ DES CABOSSES RÉCOLTÉES

Cependant, si la fermentation est essentiellement en cause lorsqu'il s'agit du nombre de fèves ardoisées, l'état de maturité des cabosses n'est pas sans influence sur le produit final commercialisable.

En effet, les essais ci-dessus ont permis de mettre en évidence que l'insuffisance de maturité est à l'origine de fèves à cassure compacte, plus ou moins plates et souvent ridées.

Dans une cabosse insuffisamment mûre, les fèves n'ont pas atteint leur complet développement : elles sont aplaties, très serrées les unes contre les autres, n'occupant pas toute la place à l'intérieur de la cabosse.

Dans une cabosse bien mûre, les fèves sont gonflées, bien rondes, avec une pulpe juteuse.

Dans une cabosse trop mûre, les fèves sont très gonflées, présentant en surface des stries violacées. La fève a continué à vivre, les cotylédons se sont dilatés, d'où la présence de ces stries : nous sommes à la limite de la germination, donc à un stade de cueillette trop avancé, qui présente des risques pour la qualité du produit final.

Au cours des essais, il a été possible de constater une relation très nette entre la compacité des fèves, leur petitesse, leur aspect extérieur souvent ridé, qui entraîne une moins belle présentation du produit, et l'insuffisance de maturité des cabosses.

Dans les conditions habituelles de fermentation, chez les planteurs, pendant les 2 à 3 premiers jours, avant le premier brassage, la température reste assez basse sans dépasser 30 à 35°. Les fèves, en contact avec leur milieu naturel pulpeux et sucré, continuent à vivre, se gonflent et prennent un bel aspect.

C'est ainsi que beaucoup de fèves provenant de cabosses plus ou moins mûres s'améliorent pendant ces premières quarante-huit heures.

Mais si la fermentation démarre brutalement, c'est-à-dire si la température atteint en moins de 48 h un niveau voisin de 42°C que se passe-t-il ?

L'expérience a été faite à plusieurs reprises en étuve, la température étant fixée et maintenue constante à la volonté de l'opérateur, de même que l'humidité ambiante, grâce à l'utilisation de sacs de plastique étanches.

Ces essais confirment les observations faites au cours de la conduite de nombreuses fermentations. Si l'on veut obtenir un produit contenant un maxi-

um de fèves bien gonflées et lisses, il est nécessaire de partir de cabosses bien mûres, presque trop mûres.

Dans la réalité, la plupart des planteurs ne possèdent qu'une faible surface plantée en cacaoyers, c'est-à-dire de 500 à 1.500 pieds ; il ne leur est donc pas possible de récolter en une fois un nombre suffisant de cabosses bien mûres pour remplir en fèves la caisse habituelle de fermentation. Aussi dans les récoltes telles qu'elles sont faites, trouve-t-on des cabosses à tous les stades de maturité.

C'est pourquoi pour réduire les inconvénients que cela présente sur l'aspect du produit final, il est à conseiller de laisser la fermentation s'installer lentement, c'est-à-dire de reculer le premier brassage, car c'est lui qui est à l'origine de l'élévation sérieuse de la température et qui entraînera la mort de la fève. Nous sommes donc en présence de deux points de vue différents :

1) faire le premier brassage le plus vite possible de façon à avoir une fermentation égale dans toute la masse (cela est d'autant plus important que la masse est plus conséquente) et à tuer assez vite les fèves pour éviter tout risque de germination, risque assez faible d'ailleurs.

2) ne pas réaliser trop vite le premier brassage de façon que les fèves puissent continuer à vivre et à se gonfler, améliorant ainsi leur aspect extérieur.

Il est donc difficile de trancher d'une manière formelle et d'adopter une méthode valable dans tous les cas.

Cependant, compte tenu du fait que la majorité des planteurs sont assez peu avertis, que d'autre part les questions de présentation sont encore peu prises en considération quant à la qualité du cacao commercialisable, il est possible de dégager un moyen terme donnant des résultats satisfaisants dans l'ensemble, à savoir : premier brassage après deux jours.

De ce qui précède il est donc possible de dire que la fève violette compacte est, par sa couleur violette, insuffisamment fermentée et, par sa structure interne compacte, d'un développement physiologique plus ou moins incomplet au moment de la mise en fermentation.

Dans une même cabosse, normalement mûre, il se trouve toujours quelques fèves qui, malgré une même fermentation, restent plus ou moins compactes.

Il s'agit en général de petites fèves et il est normal de supposer qu'il s'agit de fèves qui pour des raisons diverses se sont trouvées handicapées par rapport aux autres, d'où un développement moins complet.

Il est une notion difficile à définir : celle de maturité d'une cabosse. Une cabosse est considérée comme mûre lorsqu'elle est entièrement jaune orangé et que le cortex, lui-même, lorsqu'on le gratte, apparaît de la même couleur. Or les cabosses peuvent rester à ce stade pendant plusieurs jours sans modifications extérieures apparentes. Cependant, les fèves qui sont à l'intérieur continuent à évoluer vers leur maturité physiologique et lorsque l'on casse des cabosses de maturité extérieure semblable on peut trouver :

- des fèves un peu plates, à la pulpe abondante, d'un blanc laiteux,
- des fèves plus rondes, à la peau jaune chamois, entourées d'une pulpe plus fluide et transparente,
- enfin des fèves très gonflées, dont la peau d'un jaune plus foncé commence à présenter des stries violettes, à la pulpe très juteuse.

Ces trois sortes de fèves, les plus fréquentes, ne donnent pas le même produit final et c'est pourquoi, lorsqu'on coupe en deux des fèves, comme cela se pratique pour le contrôle du conditionnement,

on trouve pour une même couleur d'ensemble de l'échantillon des structures internes très différentes, allant de la compacité totale jusqu'à une coupe très divisée, aux stries nettes et bien marquées.

Aussi, lorsqu'on étudie un échantillon de cacao, deux choses sont à considérer :

- le couleur interne d'ensemble, qui renseigne sur la nature de la fermentation,
- la structure interne d'ensemble qui donne des indications sur la nature des fèves.

Jusqu'à ce jour, cette question de structure interne ne semble pas avoir beaucoup préoccupé les chocolatiers, mais il se peut qu'ultérieurement des études soient entreprises sur ce point, car il semble normal de penser qu'une fève insuffisamment mûre soit différente d'une fève physiologiquement mûre quant à sa composition chimique, ce qui ne doit pas manquer d'avoir des répercussions sur les qualités organoleptiques des produits finis.

Cette étude particulière pourrait présenter un vif intérêt si elle était conduite parallèlement à une étude clonale des différents types de cacaoyers mis à la disposition des planteurs par les stations de recherche, car, tant que nous aurons à faire à des plantations génétiquement très hétérogènes, il sera pratiquement impossible d'envisager cette étude au stade « recherche appliquée ».

ESSAI DE DÉFINITION D'UNE MÉTHODE PRATIQUE DE FERMENTATION

Depuis plusieurs années, les organismes de vulgarisation agricole conseillent aux planteurs la méthode suivante :

- durée de fermentation : 6 jours,
- nombre de brassages : 2 à deux jours d'intervalle.

C'est donc une fermentation du type (2 + 2 + 2), conformément à la représentation schématique déjà adoptée ci-dessus.

Cette méthode donne dans l'ensemble des résultats satisfaisants sur le plan « Contrôle du Conditionnement », d'autant plus que les planteurs sérieux n'ont pas manqué de constater le rôle prépondérant de la température sur l'aspect du produit final et introduisent d'eux-mêmes des corrections notamment sur la durée de fermentation.

Ils ont constaté également qu'un cacao très fermenté, c'est-à-dire dont la majorité des fèves pré-

sentent à la coupe cette belle couleur brun chocolat, est beaucoup plus sensible à la moisissure qu'un cacao moins fermenté, tirant sur le violet.

Or la moisissure est un défaut majeur qui est à l'origine du déclassement des lots dans le plus grand nombre des cas.

Le planteur n'a pas toujours la faculté de réaliser un séchage suffisant, la plus grande récolte correspondant à la période la plus pluvieuse. C'est pour quoi, de sa propre initiative, il cherche à obtenir un cacao légèrement sous fermenté. On peut donc dire que, compte tenu de ce qu'ils ont vu et appris concernant les normes du contrôle du conditionnement et le classement qui en résulte, les planteurs savent parfaitement faire du bon cacao.

Mais les normes adoptées pour le classement des cacaos à l'exportation ont surtout une valeur négative : elles ont pour résultat d'éliminer les lots trop

défectueux. On est cependant frappé lorsqu'on considère la qualité dite « supérieure », par l'éventail d'échantillons différents que permet une telle définition. Aussi de nombreux chercheurs, en liaison avec la profession chocolatière, poursuivent-ils des travaux tendant à mettre au point une méthode précise de diagnostic de la qualité et à définir un degré de fermentation permettant un classement beaucoup plus strict des lots et donnant également des renseignements intéressants sur les produits finis que le chocolatier peut espérer obtenir à partir de ces cacaos.

Le but de cette étude est beaucoup plus modeste. Il s'agit uniquement de mettre en évidence l'influence de la durée de la fermentation et des brassages sur la qualité du cacao commercialisable obtenu, qualité qui sera appréciée par deux tests :

1° Un test d'observation de la fève suivant la méthode classique de la coupe.

2° Un test organoleptique, par dégustation des échantillons de chocolat réalisé à partir des cacaos obtenus au cours des différents essais.

Une première série d'essais de fermentation a été réalisée dans les conditions habituelles déjà mentionnées sous le titre « Conduite des Essais » (p. 253).

La dégustation des échantillons de chocolat a été faite séparément par 4 organismes distincts :

— les Etablissements MENIER de Noisiel, qui ont assuré la fabrication et nous donnent le point de vue de la profession ;

— le personnel de l'Institut Français du Café et du Cacao de Paris ;

— le personnel de la Division de Technologie, Normalisation et Répression des Fraudes du Centre Technique d'Agriculture Tropicale, de Nogent-sur-Marne ;

— le personnel du Centre de Recherches Agromomiques de Nkolbisson, Cameroun (*).

Analyse des résultats

Il faut signaler en premier lieu que, compte tenu des normes appliquées par le Service de Contrôle du Conditionnement, tous ces cacaos auraient pratique-

* Nous tenons ici même à adresser nos plus vifs remerciements à tous ceux qui nous ont apporté leur collaboration et en particulier à :

— la Direction des Etablissements MENIER ;

— M. COSTE, Directeur Général de l'Institut Français du Café et du Cacao ;

— M. PIELLARD, Chef de la Division de Technologie, Normalisation et Répression des Fraudes au Centre Technique d'Agriculture Tropicale de Nogent-sur-Marne.

ment été classés « supérieurs ». Ils auraient en outre été considérés comme du « très beau cacao » par le commerce local, habitué à des lots hétérogènes et de qualité plutôt médiocre.

Les résultats obtenus sont assez difficiles à exploiter parce que souvent contradictoires. Le nombre des répétitions est insuffisant pour une interprétation statistique. Cependant, quelques remarques peuvent être faites. Bien que le jugement des Etablissements MENIER soit plus favorable dans l'ensemble que celui des autres dégustateurs, il est absolument nécessaire de ne pas atteindre le stade « odeur putride », même légère, qui s'accompagne d'une couleur extérieure brun très foncé tirant sur le noir. La plupart des échantillons provenant de fermentation ayant atteint ce stade présentent en effet des mauvais goûts de brûlé, de rance, de vieux, de moisi, etc... et sont classés assez unanimement comme mauvais.

Il n'est guère possible d'établir une corrélation entre le type de fermentation pratiqué et le degré de fermentation de l'échantillon obtenu. Or la raison en est simple : il n'est pas possible de définir un type de fermentation uniquement par la durée, le nombre de brassages et leur répartition, car le facteur le plus important, celui même qui prouve qu'il y a réellement fermentation, c'est-à-dire le facteur température, n'est pas mentionné dans cette définition.

De nombreux auteurs ont parlé de fermentation interne et externe, d'influence possible du milieu fermentescible sur l'arôme du cacao.

A notre avis, la fermentation externe n'a qu'un rôle purement physique, celui de liquéfier le mucilage et d'élever la température, créant ainsi des conditions favorables aux réactions diastasiques internes qui vont modifier chimiquement les substances contenues dans les cotylédons pour aboutir à la fève dite fermentée.

Seule la courbe de température peut donc permettre de définir un type de fermentation. Les brassages n'interviennent que sur la fermentation externe, en homogénéisant la masse, ce qui permet à la fermentation des sucres de s'établir d'une manière égale dans toutes les parties, et en fournissant l'aération nécessaire à la réaction d'oxydation de l'alcool en acide acétique, réaction exothermique qui est à l'origine de l'élévation sérieuse de la température.

C'est dans cet esprit que nous envisageons de réaliser prochainement sur des petites masses, des essais de fermentation en étuve, à partir de fèves dépulpées et maintenues dans un milieu humide stérile. L'analyse de ces échantillons ne manquera pas de nous fournir des renseignements intéressants permettant de mieux connaître ces phénomènes internes de la fermentation du cacao.

II. — LE SÉCHAGE DU CACAO

ESSAI DE SÉCHAGE DE CACAO PAR LE THERMOBLOC WANSON

Les fèves moisies constituent le défaut le plus important, celui qui est presque toujours à l'origine du déclassement des lots ou de leur non-conformité aux normes exigées à l'exportation.

Le commerce local n'a pas manqué de prendre conscience de la nécessité d'assurer un meilleur séchage et, à l'heure actuelle, la plupart des exportateurs importants ont installé dans leur magasin des séchoirs à air chaud pulsé, du type Thermobloc Wanson.

Le cacao est acheté aux planteurs par de petits intermédiaires qui parcourent les routes de brousse avec leurs camions et ne prêtent guère attention à la qualité du produit qu'ils achètent, recherchant avant tout la quantité.

Ces intermédiaires revendent ensuite aux commerçants exportateurs et il est très fréquent de voir, notamment en début de campagne où les conditions climatiques sont les plus défavorables, des lots de cacao titrant de 12 à 16 % d'humidité ; d'où l'impérieuse nécessité de parfaire le séchage si l'on veut que ces lots soient exportables.

Entre le moment où ce cacao très insuffisamment séché est acheté aux planteurs et celui où il est livré aux exportateurs, il peut s'écouler couramment trois à quatre semaines, d'où des risques importants de moisissures.

Il est donc nécessaire d'améliorer le séchage au stade du planteur.

La politique agricole du séchoir individuel, du type « autobus » s'étant avérée peu suivie, nous avons pensé qu'un séchoir à air chaud pulsé du type Wanson pourrait, malgré son prix, être utilisé d'une manière rentable dans le cadre coopératif tel qu'on le trouve au Cameroun dans les centres de groupage et coopératives agricoles.

C'est dans cet esprit que l'essai a été conduit au Centre de Groupage de Mblamayo, où un Thermobloc Wanson a été installé par le Secteur expérimental de modernisation agricole de la région centre (SEM CENTRE).

Description sommaire de l'appareil et principe de fonctionnement

L'appareil est constitué essentiellement d'un cylindre métallique. Une des extrémités est occupée par un ventilateur à pales qui fait circuler l'air à travers le cylindre, formant ainsi soufflerie ; l'autre extrémité s'ouvre librement sous une aire de séchage que l'utilisateur doit construire. Vers le milieu du cylindre est fixé un brûleur à gas-oil que l'on peut allumer ou non suivant que l'on veut envoyer de l'air chaud ou simplement de l'air ambiant.

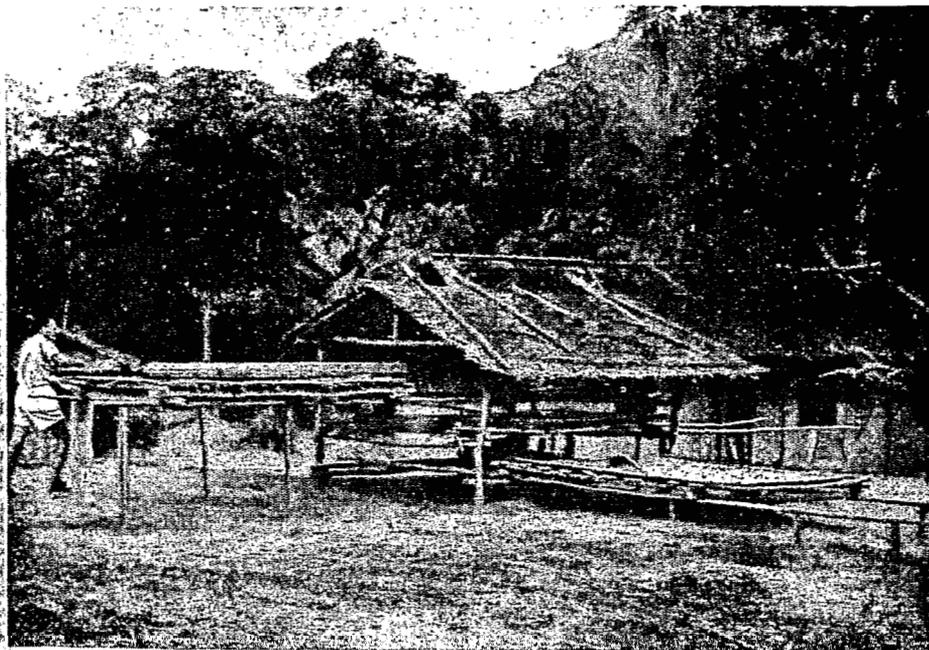
L'entraînement mécanique du ventilateur et de la pompe à gas-oil qui alimente un brûleur est assuré par un petit moteur auxiliaire.

Un régulateur de débit fixé sur l'alimentation du brûleur permet d'agir sur la température de séchage.

L'aire de séchage se présente comme un petit tunnel — dans lequel arrive l'air chaud ou ambiant pulsé par le ventilateur — de section rectangulaire, dont toutes les parois sont fermées hermétiquement sauf une, la paroi horizontale, c'est-à-dire le toit du tunnel, qui forme aire de séchage.

Séchoir autobus

Cl. Sadoux



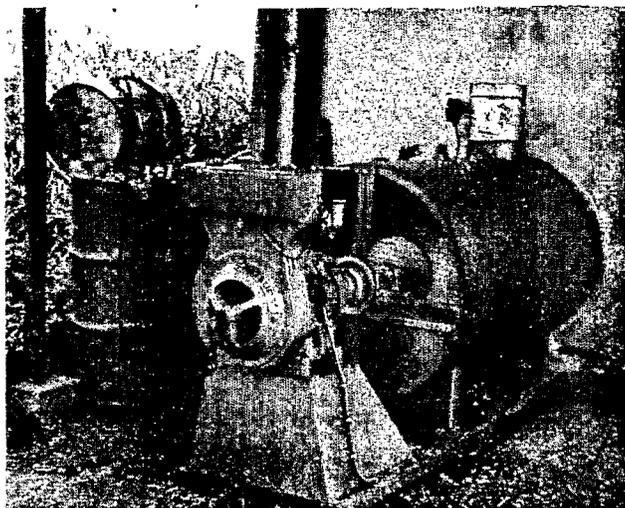
Elle est, le plus souvent, constituée par du métal déployé dont la rigidité est assurée par des supports métalliques transversaux.

Le cacao à sécher est laissé en sacs, tel qu'il se présente lorsque les camions le déchargent dans les magasins.

Les sacs sont mis sur une seule couche les uns à côté des autres, bien serrés, sans laisser d'interstice entre eux.

L'air chaud ventilé, en provenance du Thermobloc arrive donc sous les sacs et ne peut s'échapper qu'en les traversant. En cours d'opération, les sacs sont retournés.

Pour éviter que le cacao reprenne de l'humidité en se refroidissant, le séchage est terminé par envoi d'air ambiant ; ainsi le cacao se remet à la température extérieure tout en continuant à perdre de l'humidité.



Cl. Sadoux

Thermobloc Wanson

Conduite de l'essai

— L'aire de séchage est formée de caillebotis en bois.

— Capacité : 10 rangées de 5 sacs, sacs non égalisés, d'un poids voisin de 70 kg.

— Humidité : au départ et à la sonde électrique (un coup de sonde dans 10 sacs, à raison de 1 sac par rangée de 5), moyenne : 12 %.

— Mise en route de l'appareil à 13h35 seulement par suite de mise au point et réglage. Il s'agissait d'un montage non définitif.

— Température à la sortie du ventilateur : 44°.

— Température en bout de séchoir (13 m environ) : 43°.

— Arrêt du chauffage : 14 h 50, soit après 1 h 15 de marche.

— Température à l'intérieur d'un sac situé en bout de séchoir : 40 à 41°.

— Humidité après envoi d'air chaud (à la sonde électrique) sur :

2 premières rangées de sacs (côté ventilateur) 10 à 12 % ;

3^e rangée de sacs, 10 à 12 % dans les 2 sacs situés à l'extérieur, environ 7% sur les 3 sacs du milieu ; à partir de la 4^e rangée : 7 % en moyenne.

Ces mesures d'humidité à la sonde électrique ont été faites sur du cacao encore chaud. Il aurait été

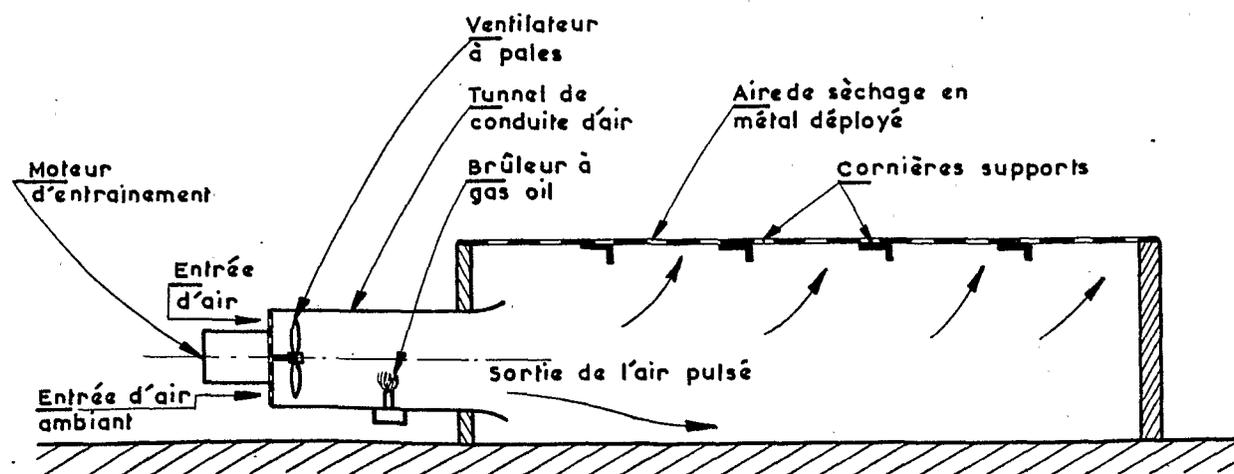


Schéma d'installation d'un Thermobloc Wanson

nécessaire d'envoyer pendant un certain temps de l'air ambiant, ce qui est prévu normalement, mais ce que les conditions de temps ne nous ont pas permis d'effectuer.

Contrôle de l'humidité en laboratoire, à l'étuve, 110° C, jusqu'à poids constant.

Sur échantillon initial : (pris sur 10 sacs à raison de 1 par rangée) 12,5 %.

Sur échantillon final, après 1 h 15 de fonctionnement à l'air chaud (sondage exécuté sur les mêmes 10 sacs) : 9,8 %.

Améliorations à apporter

Il est nécessaire de remplacer les caillebotis de bois par un grillage en métal déployé, car une trop grande surface de contact est perdue, l'air chaud ventilé ne se répartissant que sur environ 50 % de l'aire de séchage initiale, d'où une perte sérieuse de rendement.

D'autre part il a été constaté que les deux premières rangées de sacs, côté ventilateur, ne sont pas touchées, et que la troisième ne l'est que dans son milieu, d'où la nécessité de prévoir un ressaut sur le parcours de l'air de façon à rompre le cône d'air pulsé qui s'établit à la sortie du tunnel de ventilation.

Il est à craindre que la première rangée ne puisse jamais être séchée et que l'emplacement correspondant doive être obstrué. Il serait d'ailleurs souhaitable à l'avenir de prévoir une aire de séchage plus longue de façon à ne pas utiliser les 2 à 3 premiers mètres à la sortie du tunnel de ventilation.

Dans des conditions normales d'utilisation, comme c'est le cas chez de nombreux exportateurs du Cameroun, cet appareil peut donner toute satisfaction. Il pourrait certainement être utilisé avec profit au niveau des coopératives agricoles les plus importantes où un tonnage suffisant permettrait d'assurer la rentabilité de l'appareil.

RÉSUMÉ

L'A. a tout d'abord voulu préciser les conditions de formation des fèves ardoisées et des fèves violettes compactes. Les essais effectués montrent que, lorsqu'une fève a subi au cours de la fermentation et pendant au moins 48 heures une température voisine de 42° C, elle n'est jamais, après séchage, ardoisée. La présence de fèves ardoisées prouve donc une mauvaise conduite de la fermentation. Quant aux fèves à cassure compacte, l'expérience montre qu'elles ont pour origine une insuffisance de maturité des bosses récoltées. Compte tenu de ces observations, l'A. essaye de préciser les conditions qui doivent permettre de définir une méthode de fermentation applicable par les planteurs camerounais.

Le problème du séchage est ensuite abordé comme élément déterminant la formation des fèves moisies. Un appareil simple de séchage artificiel, pouvant être utilisé par les coopératives agricoles, est décrit.

SUMMARY

The Author explains first and foremost how the beans become slaty or compact and purplish. The experiments carried out so far show that any bean having fermented during 48 hours at least, and under a temperature near to 42°C, never becomes slaty after drying. The occurrence of slaty beans proves that fermentation conditions were inadequate. As regards beans with a compact split, experience shows that this is due to insufficient maturity of the pods. Bearing in mind observations in the above, the Author attempts to explain the conditions enabling to determine a method of fermentation to be applied by Cameroon planters.

The Author, then, deals with the drying problem, in which he sees the major responsible for mouldy beans. Furthermore, description is given of a plain drying device liable to be used by farmers cooperative associations.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser setzt zunächst fest die Bedingungen, die zur Bildung von Schieferbohnen und violetten Bohnen leiten. Die ausgeführten Versuche zeigen, dass eine Kakaobohne die jeweils wenigstens während 48 Stunden mit einer Temperatur von etwa 42°C vergärt ist, niemals nach dem Trocknungsverfahren schieferfarbig wird. Das Vorkommen von Schieferbohnen deutet demnach auf einer schlechten Gärung. Soweit es der Bohnen mit kompaktem Bruch anbelangt, weiss man aus Erfahrung, dass der Ursprung dieser Struktur auf einer ungenügenden Reife der Kakaofrucht zurückzuführen ist. Dieser Beobachtungen zugrunde legend, sucht der Verfasser die Bedingungen einer Gärungsmethode festzusetzen, die für die Kamerunischen Pflanzler brauchbar wäre.

Das Trocknungsproblem wird auch untersucht indem es als ausschlaggebend für die Bildung von schimmlichen Bohnen gilt. Ein einfacher Trocknungsapparat der landwirtschaftlichen Gemeinschaften anpassend wird beschrieben.

RESUMEN

El autor quiso primero precisar las condiciones de la formación de las almendras apizarradas y de las almendras amoratadas. Los ensayos efectuados muestran que cuando la temperatura de fermentación permaneció durante 48 horas por lo menos a la temperatura de unos 42°C, las almendras nunca se vuelven apizarradas después de secadas. La presencia de almendras apizarradas significa pues que la fermentación no fué realizada según las normas debidas. Las almendras de rotura compacta son debidas a una maduración insuficiente de las mazorcas cosechadas. Teniendo en cuenta estas observaciones, el autor trata de precisar las condiciones que permitirán la definición de un método de fermentación aplicable por los agricultores cameruneses.

Afréntase después el problema del secamiento, elemento determinante de la formación de almendras enmohecidas. Finalmente describese un aparato de secamiento artificial que podrán utilizar las cooperativas agrícolas.