

LA LUTTE CONTRE LES MOISSURES DU CACAO MARCHAND DANS

L'OUEST AFRICAIN

R. Renaud<sup>\*</sup>

Dans les pays africains de langue française le déclassement d'un lot de cacao marchand est le plus souvent dû à une proportion trop forte de fèves moisies. Les normes en vigueur sanctionnent durement ce défaut: pour être classé en type "supérieur" ou "courant" un lot doit présenter, parmi les autres défauts, moins de 5% de fèves moisies et moins de 10% pour entrer dans la catégorie "limite". De plus certains pays, tels que la République de Côte d'Ivoire, ont pris des mesures visant à interdire l'exportation de la catégorie "limite".

Le "vice propre" du cacao (présence de moisissures internes) constitue donc un problème dont l'importance économique peut se trouver accrue, certaines années, par des conditions météorologiques particulièrement favorables au développement des organismes responsables.

Sur ce problème des moisissures toute une série d'importants travaux furent effectués, aux alentours de 1930, en Europe (PASSMORE), en Amérique (CIFERRI), au Nigeria (LAYCOCK) et surtout en Gold Coast (BUNTING, DADE, SCOTT, etc.). Ces travaux permirent de déterminer les organismes les plus fréquents et de préciser leurs conditions de développement.

Ils montrèrent en particulier que certaines moisissures peuvent pénétrer dans la fève au cours de la fermentation et, surtout, mirent en évidence l'importance capitale de la teneur en eau du produit: au dessous d'un pourcentage estimé à 8% d'eau - ce qui correspond à un état hygrométrique de 82<sup>(1)</sup> - même, les espèces les moins exigeantes sont incapables de se développer.

A partir de 1950 et surtout à la suite des proportions désastreuses prises par le "vice propre" en Côte d'Ivoire au cours de la campagne de traite 1952-53, l'auteur a été conduit à étudier de nouveau ce problème et à tenter de préciser certains points.

\* Phytopathologiste du Service de Défense des Cultures de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique, Outre-Mer, Nogent sur Marne, France

(1) Ce chiffre correspond aux résultats de SCOTT (1929). Les chiffres donnés par Melle SAUDA (1957) sont différents: à une température de 30° C et à 83% d'humidité relative la teneur en eau du cacao à l'équilibre est de 9% et, pour 73%, de 8%.

O. R. S. I. O. M. Fonds Documentaire

N° : 14429

Cote : B

21 NOV 1965

Les mesures que l'on peut envisager contre le "vice propre" peuvent être de trois ordres:

- a) Effectuer la préparation du produit de telle façon que les risques de moisissures soient réduits au minimum;
- b) Empêcher ou limiter le développement des moisissures dans le produit commercial;
- c) Chercher à éliminer plus ou moins complètement les fèves moisies lorsque le produit en présente une proportion trop importante.

Les essais de l'auteur en Côte d'Ivoire démontrèrent que l'état des cabosses dont sont issues les fèves mises à fermenter a une influence considérable sur les risques de moisissures courus par le produit marchand. Le cacao provenant de cabosses pourries, même partiellement, peut présenter au bout de quelques mois cinq à vingt fois plus de fèves moisies que le cacao, préparé et conservé dans les mêmes conditions, mais provenant de cabosses normales.

Les cabosses surmuries fournissent également un produit très nettement plus sensible aux moisissures. Enfin les cabosses dont le cortex, endommagé au cours de la récolte, a laissé pénétrer suffisamment d'air pour permettre le développement de saprophytes dans la pulpe et un début du processus de germination, donnent, lorsque la mise en fermentation tarde quelque peu, un cacao encore plus sensible aux organismes responsables du "vice propre" que celui provenant des cabosses pourries.

Les observations de l'auteur confirmèrent que les risques de moisissures s'accroissent très rapidement avec la durée de la fermentation. Ainsi, après 3 mois de conservation, on observa 38% de fèves moisies dans un lot surfermenté (228 heures) contre 2,5% seulement pour le cacao normalement fermenté (158 heures) cependant que le produit sous-fermenté (72 heures) n'en présentait pratiquement pas.

Les moisissures qui se développent assez fréquemment dans les bacs à fermentation paraissent favorisées par l'aération résultant d'un faible tassement de la masse: leur action est considérable. Dans un tel cas les fèves fermentées prélevées dans la partie d'un bac envahie par des moisissures sporulées comportaient, au bout de 3 mois, 48,3% de fèves moisies contre 2,2% seulement parmi celles prises dans la partie non envahie du même bac.

Le lavage des fèves après fermentation est réalisé dans certains pays producteurs. En Côte d'Ivoire un essai de ce traitement donna des résultats déplorables. La coque se brise plus facilement

et. . . 45 jours de conservation, le cacao lavé comprenait plus de vingt cinq fois plus de fèves moisies que celui non lavé.

La lenteur du séchage, comme l'a montré DADE en particulier, accroît l'importance des moisissures. Les essais de l'auteur ont porté sur le séchage solaire dont la rapidité variait avec l'épaisseur de la couche de fèves, la fréquence des brassages, la position des claies (placées en plein soleil ou laissées sous abri) etc. . . Suivant les lots le pourcentage de fèves moisies enregistré, diffère parfois dans des proportions de 1 à 10 voire d'avantage.

Un essai de séchage sur aire cimentée donna un produit qui, au bout de 3 mois et demi de conservation présentait soixante dix fois plus de moisissures que des fèves ayant reçu les mêmes soins mais séchées sur nattes. Il est vraisemblable que le contact du ciment diminua l'acidité des téguments en début de séchage: les observations de LAYCOCK (1928) ont d'ailleurs montré que l'alcalinisation de la coque favorise le développement des moisissures.

Dans le second groupe de mesures la conservation du produit en atmosphère sèche se situe au tout premier plan. L'humidité atmosphérique, dans les centres producteurs de l'Ouest Africain, est presque toujours suffisante pour permettre un développement rapide des moisissures. A défaut d'installations spéciales il peut suffire, pour éviter qu'un cacao convenablement préparé ne subisse un déclassement, d'accélérer son exportation. Il faut, avant tout, éviter le stockage prolongé chez le producteur: c'est pourquoi l'importance du problème du "vice propre" est en grande partie fonction du système de commercialisation.

Cependant, si l'évacuation n'est pas suffisamment rapide, on peut chercher à retarder la reprise d'humidité par le cacao convenablement séché. L'architecture des magasins et entrepôts peut être déterminante à cet égard. D'autre part la nature des emballages agit largement. WILBAUX (1937) a observé que les sacs doublés de papier qu'il conseille contre les insectes, retarde cette reprise d'humidité. Au Cameroun ALLERS & PUJEBET montrèrent l'efficacité de la conservation en sacs de polyéthylène: dans de tels sacs un cacao comprenant initialement 1,66% de fèves moisies et séché à 6,5% d'humidité au début de l'essai, après 4 mois de conservation en saison des pluies, ne présentait encore que 2,22% de fèves moisies alors que ce même produit, conservé en sacs de toile, comprenait 5,64% au bout de 2 mois, 12,71% au bout de 3 mois et 59,02% au bout de 4 mois. Pour un taux d'humidité initial de 8,2% ou de 9,4% les différences furent un peu moins spectaculaires. (2)

- (2) Une expérience du Service du Contrôle du Conditionnement du Cameroun montra, qu'un cacao comprenant initialement 8,45% de fèves moisies avec une teneur en eau de 6,9%, après 103 jours de conservation sous hangar, en sac de polyéthylène, ou en sac de jute, contenait 7,2% d'eau et présentait 15,2% de fèves moisies dans le premier cas mais que ces chiffres, pour l'emballage normal, étaient portés à 10,8% d'eau et 93% de fèves moisies franches.

Ces mêmes essais montrèrent aussi qu'à une température égale ou inférieure à 10° C le développement des moisissures est insignifiant. Cette constatation semble malheureusement n'avoir guère de chances de recevoir une application pratique dans les pays producteurs.

Enfin, s'il est prouvé qu'une teneur en eau de 8% environ peut suffire au développement de certains organismes sur les cotyledons, il se peut que leur pénétration dans une fève aux téguments intacts exige une humidité nettement plus forte. On peut supposer que, dans bien des cas, cette pénétration aurait lieu très précocement au cours de la fermentation et du séchage, la moisissure ne devenant "commerciallement" visible qu'ultérieurement sous certaines conditions d'humidité et de température. Cette hypothèse, en cours de vérification, fournirait une explication pour certaines des observations faites en Côte d'Ivoire au sujet de l'influence de la conduite de la fermentation et du séchage sur les "risques de moisissures" du produit obtenu. Elle permettrait en outre d'envisager des méthodes de lutte visant à éliminer, à l'intérieur même des fèves, les organismes avant leur développement "commercial".

Des essais d'ALLERS & PUJEBET, ont d'ailleurs montré que la fumigation du cacao à l'oxyde d'éthylène sous vide préalable, réduisait très sensiblement le développement intérieur des moisissures. Conservé pendant deux mois en sacs de toile, le produit ayant une teneur en eau initiale de 6,5% et traité aux doses de 104, 156 et 208 grammes d'oxyde d'éthylène par mètre cube présentait 3,91, 2,93 et 2,49% de fèves moisies contre 5,64% pour le produit non traité. Avec une teneur en eau initiale de 9,4% les chiffres obtenus étaient respectivement de 23,92, 10,85, 10,53 et 26,50.

Conservé en sacs de polyéthylène le produit présentait des pourcentages de fèves moisies très voisins quelque soit le traitement subi.

Un premier essai de traitement par radiations ionisantes fut effectué par les Services de Technologie, de Radiobiologie et de Défense des Cultures de l'O.R.S.T.O.M. On put ainsi observer dans les premiers jours suivant le traitement un ralentissement du développement des moisissures d'autant plus net que la dose de radiations appliquée avait été plus forte (25.000, 50.000 et 100.000 Roentgen). Ce ralentissement était cependant trop fugace pour offrir un intérêt pratique. Il est prévu de nouveaux essais avec des doses beaucoup plus élevées mais il est alors à craindre que la qualité du produit ne soit altérée.

Par ailleurs des essais de traitement par rayonnement infrarouge sont en cours.

En troisième lieu on peut envisager d'améliorer la qualité d'un lot de cacao déclassé par suite d'un pourcentage trop élevé de fèves moisies. En Côte d'Ivoire l'auteur a pu mettre en évidence des corrélations, souvent étroites, entre la probabilité pour une fève d'être moisie intérieurement et les caractères physiques de cette fève.

Ces caractères, qui reflètent les conditions de préparation et de conservation du produit sont en particulier la forme générale de la fève, l'aspect et la couleur de la coque, son intégrité et la présence plus ou moins accusée de déchets à sa surface, la couleur et la compacité des cotylédons.

C'est ainsi que les fèves dont la coque est fortement ridée (ce qui résulte le plus souvent d'un séchage rapide) présentaient environ quatre fois moins souvent de moisissures internes que celles à coque lisse. Les fèves aux téguments intacts en présentaient trois à quatre fois moins souvent que les fèves à téguments détériorés (germination, brisure, etc.). En divisant un échantillon de cacao marchand en deux parties à peu près égales selon la forme des fèves on a pu constater que les fèves plus ou moins aplaties étaient environ trois fois plus atteintes que les fèves plus dodues. Quant à la présence plus ou moins abondante de déchets adhérant aux coques les résultats diffèrent du tout au tout suivant le lot examiné, sans doute en raison de phénomènes d'antagonisme microbiens.

Dans un même lot commercial les fèves normalement fermentées ont au moins trois fois plus de chances d'être moisies que les fèves ardoisées ou violettes, et les fèves aux cotylédons les plus clairs sont près de dix fois moins exposées que celles aux cotylédons les plus foncés.

Toujours dans un même lot, les fèves dont la coque est d'une teinte brun clair tirant sur le jaune paille présentent environ dix fois moins souvent de moisissures internes que celles à coque gris noirâtre. Enfin, dans les observations de l'auteur, les fèves à amande très compacte n'étaient jamais attaquées par les moisissures alors que celles dont les replis des cotylédons étaient largement séparés, en présentaient dans 10 à 50% des cas.

La liaison entre la probabilité de la présence de moisissures internes et ces deux derniers caractères au moins - compacité de l'amande (et, par conséquent, densité de la fève) et couleur de la coque est susceptible d'être exploitée dans la pratique. Il est prévu de prochains essais de triage du produit, basés sur la couleur interne, à l'aide d'appareils commerciaux. Il n'est malheureusement pas certain que les cellules photo-électriques de ces appareils puissent séparer assez rigoureusement les fèves dont la teinte est légèrement bleutée de celles dont la couleur tire nettement vers le rouge et les jaunes. De plus leur débit horaire est réduit.

Par contre des essais préliminaires de triage densimétrique ont donné des résultats très encourageants. L'appareil utilisé est basé sur le principe suivant: un courant d'air, pulsé de haut en haut et également réparti traverse une table oscillante inclinable dans le sens longitudinal et le sens transversal. Les produits les plus lourds, entraînés par les oscillations, sortent à une extrémité de cette table de travail et les produits légers, soutenus par le courant d'air ascendant, sont récupérés à l'autre extrémité.

Dans le cas du cacao la plupart des fèves moisies, mitees et germées et la presque totalité des fèves plates se retrouvent parmi les produits légers. En contre partie les fèves ardoisées et les fèves violettes sont plus abondantes parmi les produits lourds. Cependant, d'un lot inexportable comportant initialement 11,6% de fèves moisies, on a pu tirer environ 85% de cacao "limite" avec un débit horaire de 1.800 kilogrammes et 90% en abaissant ce débit à 1.200 kg/heure. Avec un lot de classement "limite" dont le pourcentage initial de fèves moisies atteignait 7,9% on a pu, ou bien obtenir 75 à 80% de cacao "supérieur", les 20 à 25% restants étant éliminés en "hors normes", ou bien ne conserver que 25 à 30% du lot initial en type "supérieur" de façon à ce que l'autre partie du reste de classement "limite" avec, au plus, 10% de fèves moisies

Pour des lots dont le pourcentage de fèves moisies excède assez peu les normes du conditionnement, ce mode de triage paraît donc très rentable d'autant plus que les résultats pourront certainement être améliorés au cours des essais ultérieurs par certaines modifications mineures de l'appareil, par des réglages mieux étudiés et enfin par un éventuel recyclage des produits de densité intermédiaire. Par contre, pour les lots très fortement atteints, présentant plus de 30% de fèves moisies la rentabilité, sinon l'efficacité, de l'opération ne semble pas certaine.

Il est donc possible d'agir efficacement contre le "vice propre" du cacao depuis la récolte des cabosses jusqu'à l'exportation du produit marchand. Cependant les mesures les plus simples restent les plus efficaces et les plus rentables: une fermentation bien conduite éliminant les fèves des cabosses anormales, un séchage rapide et suffisamment poussé et, plus encore peut être, une exportation suivant d'aussi près que possible la préparation du produit, doivent suffire dans presque tous les cas à assurer au cacao marchand une qualité satisfaisante que les moisissures internes ne peuvent abaisser notablement. Mais lorsque toutes ces conditions n'ont pu être réunies, on peut encore prévenir un développement exagéré des moisissures. Des magasins bien conçus retarderont la reprise



d'humidité par le produit et l'usage du polyéthylène, soit pour doubler les sacs, soit sous forme de baches recouvrant les piles de sacs, paraît permettre de conserver longtemps à peu près inchangée la teneur en eau d'un cacao préalablement bien séché. Les méthodes visent à détruire les moisissures avant qu'elles se soient développées d'une manière visible à l'intérieur des fèves. Elles semblent d'application plus restreinte, que l'on envisage les fumigations, les radiations ionisantes ou le rayonnement infra-rouge. Ce dernier pourrait cependant être utile dans le cas de lots mal séchés.

Enfin, un lot dont la qualité se trouve abaissée par le "vice propre" peut être, très rentablement, reconditionné par un triage densimétrique éventuellement associé à un second triage basé sur la teinte extérieure des fèves.

#### RESUME

Les moisissures internes (ou "vice propre") des fèves de cacao fermentées restent le plus grave défaut de ce produit dans les pays africains de langue française. Les mesures que l'on peut envisager sont de trois ordres:

1. Il convient d'abord d'effectuer la fermentation et le séchage de telle sorte que le cacao coure le moins possible de risques de se moisir. L'état des cabosses récoltées, la conduite et surtout la durée de la fermentation, la rapidité du séchage jouent un rôle considérable.
2. Le produit doit être conservé dans des conditions de milieu défavorables au développement des organismes responsables. L'architecture des bâtiments de stockage doit en particulier, chercher à limiter la reprise d'humidité par le cacao. Lorsque l'exportation est tardive l'usage du polyéthylène s'est montré intéressant à cet égard.

Comme il est possible que la pénétration des moisissures dans la fève ait lieu très précocement, on a cherché à les éliminer avant que leur développement ne soit devenu commercialement visible. Des essais de traitements par fumigation à l'oxyde d'éthylène, par radiations ionisantes et par rayonnements infra-rouge, ont été effectués ou sont en cours.

3. Grâce aux corrélations qui existent entre la probabilité qu'une fève d'être moisie intérieurement et certains caractères de cette fève (couleur externe et densité en particulier) on peut améliorer la qualité d'un lot commercial. Des essais préliminaires de triage densimétrique ont donné des résultats très encourageants.

#### SUMMARY

The internal mould (moisissures internes ou "vice propre") of the fermented cacao bean is still considered the major defect of this product in the French-speaking countries of West Africa.

Measures to prevent mould development in the fermented bean are described below:-

1. It is first of all considered essential to ferment and dry the cacao in such a manner as to reduce the possible danger of mould development in the bean. The maturity of the pods harvested, the way of fermenting and the time of this process, as well as the shortness of the drying of the beans, are important.
2. The product has to be stored under conditions unfavourable for the development of the organisms responsible for the formation of mould. The storage rooms have to be constructed in such a manner as to avoid the uptake of humidity by the cacao. If the export of cacao is delayed, the use of polyethylene bags has proved helpful in this respect.
3. Since it is possible that mould penetrates the beans at a very early stage, efforts have been made to prevent the development of the organism before it became commercially visible. Several treatments have been tried, including fumigation with ethyl oxide, ionised radiation and by radiation of infra-red light.
4. Since a correlation between the probability that a bean has internal mould and certain characters of this bean (outside colour, and density in particular) exist, it has been possible to improve the quality of a commercial lot. Preliminary experiments with densimetric sorting have given encouraging results.



## RESUMEN

Los hongos internos (moisissures internes ou "vice-propre") en las almendras fermentadas de cacao son considerados todavía como un defecto grande de este producto en los países de habla francesa del Africa Occidental.

A continuación se describen las medidas para prevenir el desarrollo de hongos en almendras fermentadas:

1. Se considera primero esencial fermentar y secar el cacao de tal manera que reduzca el posible peligro de desarrollo de hongos en las almendras. Son importantes los factores como la madurez de la mazorca cosechada, la forma y tiempo de fermentación y el período del secado.
2. El producto tiene que almacenarse en condiciones desfavorables para el desarrollo de los organismos responsables para el crecimiento del hongo. Los cuartos de almacenaje deben ser contruidos de tal manera que no permitan que el cacao absorba la humedad. Si se demora la exportación del cacao, el uso de bolsas de polietileno ha mostrado ser provechoso para este objeto.
3. Ya que es posible que los hongos penetren en las almendras muy temprano, se ha hecho esfuerzos para prevenir el desarrollo del organismo antes de que sea comercialmente visible. Se han tratado algunos tratamientos, incluyendo fumigaciones con óxido etílico, radiaciones ionizantes y radiaciones con luz infra-roja.
4. Del hecho que existe una correlación entre la probabilidad que una almendra tenga moho internamente y algunas características de esta almendra (color externo y densidad en particular), ha sido posible mejorar la calidad del cacao comercial. Experimentos preliminares de clasificación por densimetría han dado resultados alentadores.

## PRINCIPALES REFERENCIAS

- ALLERS, G. & PUJEBET, G. Moyens de stopper les moisissures du cacao lors du stockage. (Non publié)
- BUNTING, R.H. Défactive cacao. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1928, pp. 37-43, 1929.
- Fungi occurring in cacao beans. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1928, pp. 44-57, 1929.

- CIFERRI, R. Studien über Kakao. I. Untersuchungen über den muffigen Geruch der Kakaobohnen. Centralbl. für Bact., Ab.2, LXXI, 17, pp. 80-93, 1927.
- \_\_\_\_\_ Studies on cacao. Journ.Dept.Agric. Puerto Rico, XV, 3, pp. 223-286, 1931.
- DADE, H.A. Internal moulding of prepared cacao. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1928, pp. 74-100, 1929.
- \_\_\_\_\_ A note on the sun-drying of cacao. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1930, pp. 107-108, 1931.
- HAHN, Mde D., RUYSSSEN, B. & RENAUD, R. Note préliminaire sur le reconditionnement du cacao marchand par triage densimétrique. Café, Cacao, Thé, (à paraître), 1960.
- LAYCOCK, T. An investigation of the causes of mouldiness of cured cacao. Seventh Ann. Bull. Agric. Dept. Nigeria, pp. 5-16, 1928.
- \_\_\_\_\_ Experiments on the fermentation and moulding of cacao. Ninth Ann. Bull. Agric. Dept. Nigeria, pp. 5-26, 1930.
- PASSMORE, F.R. A survey of damage by insects and moulds to West African cacao before storage in Europe - Season 1930-31. Bull. Imp. Inst., XXX, 3, pp. 296-305, 1932.
- RENAUD, R. Influence de l'état des cabosses sur le rendement et la qualité du cacao marchand. Bull. Centre Rech. Agron. Bingerville, 5, pp. 26-35, 1952.
- \_\_\_\_\_ Les moisissures du cacao marchand. Bull. Centre Rech. Agron., Bingerville, 7, pp. 45-64, 1953.
- \_\_\_\_\_ La qualité du cacao. Les moisissures des fèves fermentées. L'Agron. Trop., IX, 5, pp. 563-583, 1954.
- \_\_\_\_\_ Note sur quelques facteurs modifiant la sensibilité aux moisissures des fèves de cacao marchand. Bull. Centre Rech. Agron. Bingerville, 11, pp. 71-93, 1955.
- SAUDA, G. Etude sur le stockage des cafés et cacao à Douala. Café, Cacao, Thé, I, 1, pp. 10-17, 1957.
- SCOTT, J.L. Preliminary observations on the moisture content and hygroscopicity of cacao beans. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1928, pp. 58-73, 1929.
- SCOTT, A. & HUDSON, W.R. Effect of sea water on mould in cacao beans. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1927, pp. 62-66, 1928.
- STEEMSON, B.T. Investigations into the relative humidity in cacao stores. Gold Coast Dept. of Agric. Year Book 1929, pp. 45-53, 1930.
- WILBAUX, R. Recherches préliminaires sur la préparation du cacao. Publ. INEAC, Série techn., no. 15, 71 pp., 1937.



# VIII INTER-AMERICAN CACAO CONFERENCE

TRINIDAD AND TOBAGO

15-25 JUNE, 1960

PROCEEDINGS

N<sup>o</sup> 349

146 B.14429