

INFORMATIONS TECHNIQUES

Technologie et composition des tourteaux de Madagascar

par R. DAUMAS

Parmi les produits agricoles en constante progression, notamment dans les pays en voie de développement, figurent les graines oléagineuses.

La consommation mondiale de corps gras qui s'accroît régulièrement, suit l'évolution du niveau de vie des populations et il est à remarquer que de nombreux pays autrefois exportateurs de graines oléagineuses, consacrent actuellement la plus grosse partie de leur production à la satisfaction des besoins nationaux. Le développement de cette industrie agricole à l'aide de matériel moderne permet d'obtenir : corps gras et sous-produits de traitement des graines oléagineuses d'une qualité sans cesse améliorée.

Le plan de développement agricole de Madagascar comporte en bonne place, l'extension de la culture des arachides ainsi que l'augmentation de la production du coprah sur la côte ouest. La naissance de la culture du cotonnier dans le sud-ouest de Madagascar viendra encore accroître le volume de graines oléagineuses disponibles pour l'huilerie.

Cette augmentation de la production de matières grasses a pour conséquence directe de livrer sur le marché le sous-produit du traitement des graines que constitue : le *tourteau*.

Son utilisation dans l'alimentation animale n'est pas très ancienne et c'est surtout avec l'essor pris par les aliments équilibrés, que l'on s'est porté à la recherche des éléments de base de ces rations. La course s'est dirigée plus spécialement sur les « protéines », ce mot qui court dans toutes les bouches et que l'on considère presque comme une unité, alors qu'il est une

réunion complexe et variable. C'est donc comme source de protéine que le tourteau a pris une importance croissante dans l'alimentation animale et l'on peut dire que dans beaucoup de pays, dont Madagascar, c'est à peu près la seule source de protides végétaux. Elle allie à une teneur élevée en matières azotées un prix relativement bas comparé aux autres produits azotés.

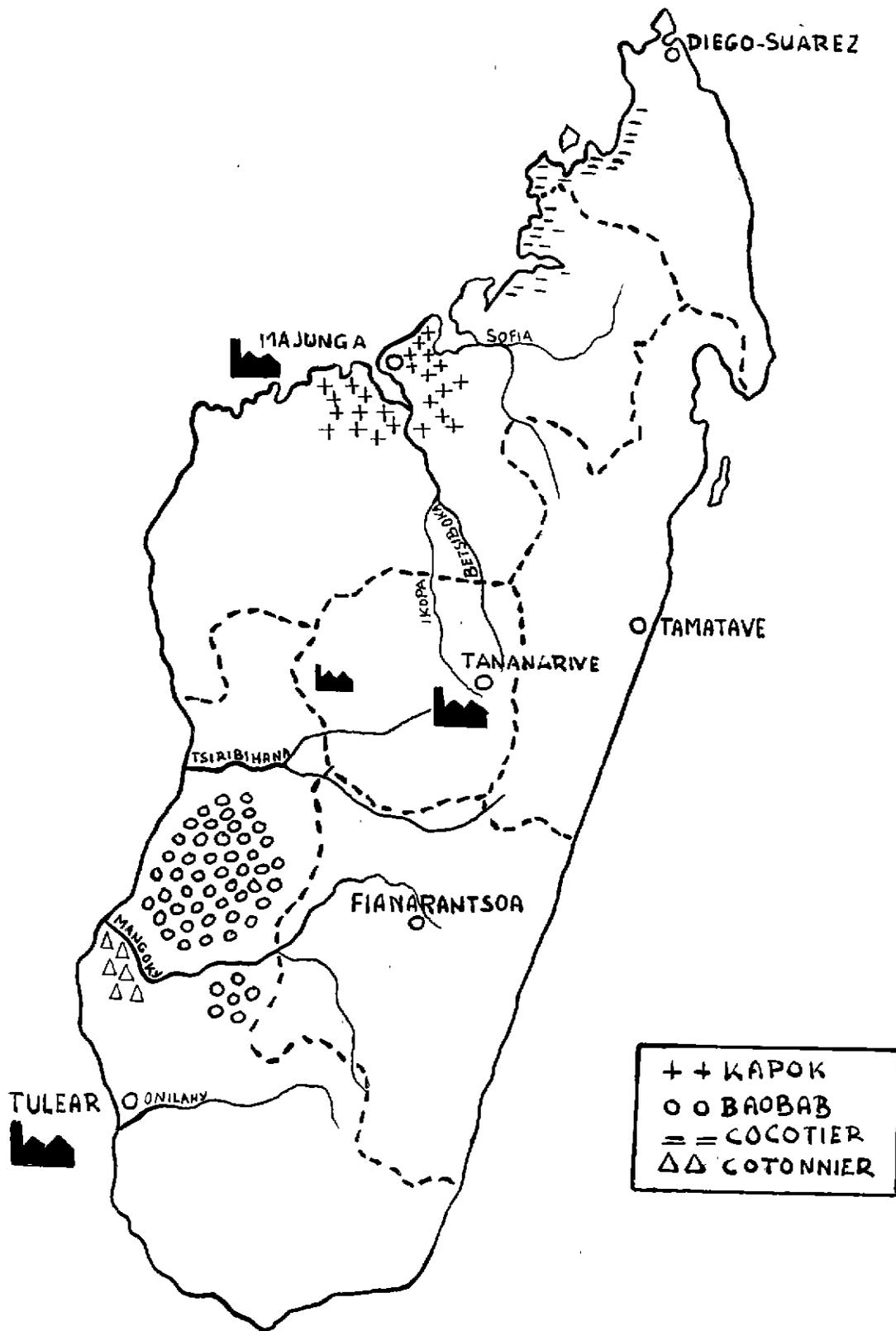
Il était nécessaire, à une époque où l'élevage malgache commence à se développer sur des bases rationnelles, de rassembler les données acquises sur la production de tourteau et de la compléter par des déterminations supplémentaires, propres à guider le nutritionniste dans l'établissement de l'équilibre biologique.

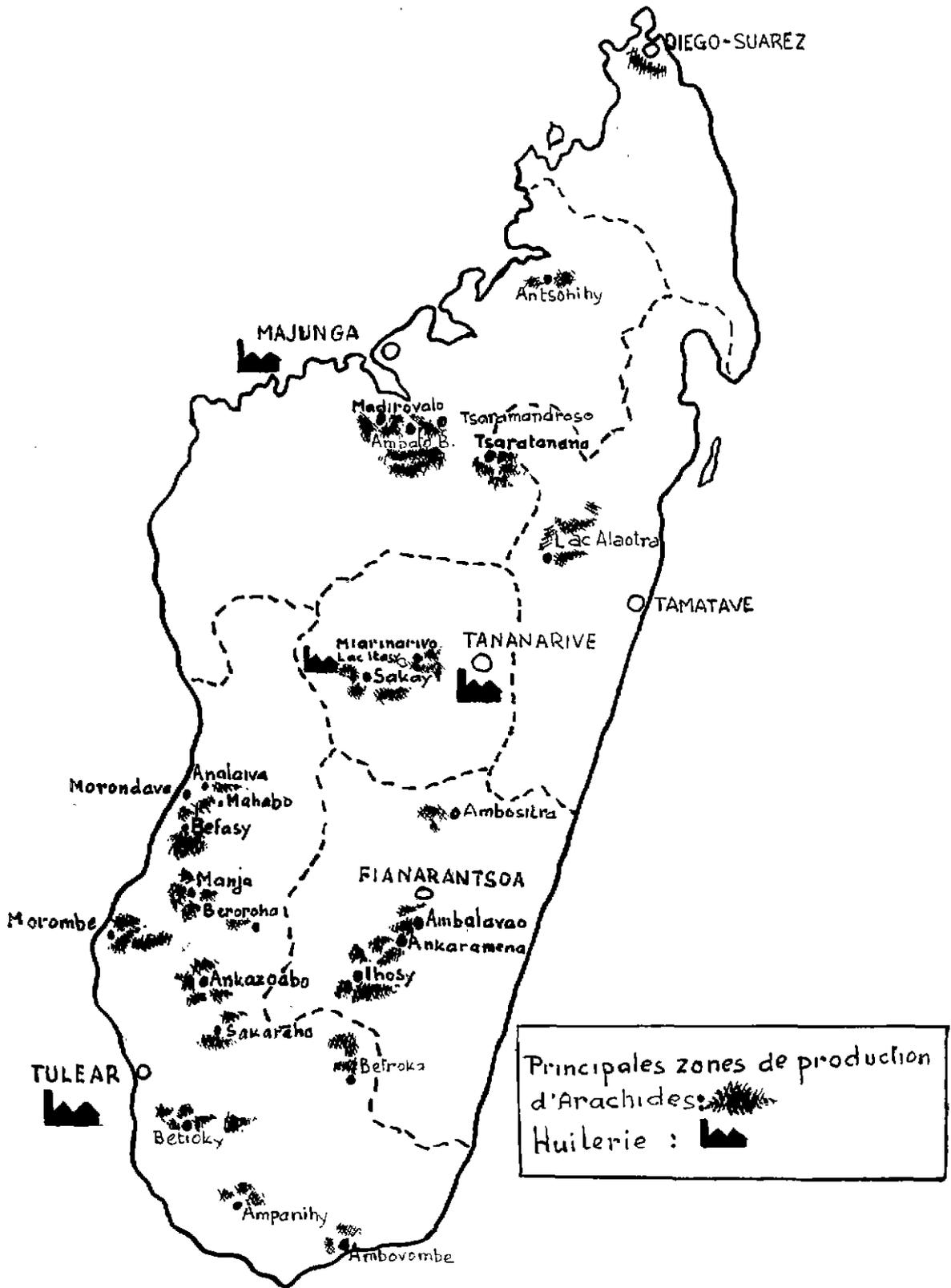
LES RÉGIONS DE PRODUCTION

La variété des climats et des terrains de Madagascar a entraîné une diversification des cultures qui l'oppose en cela à beaucoup d'autres pays africains. Dans le cas des graines oléagineuses, la répartition s'est faite d'abord en fonction de la nature du terrain, mais elle s'est ensuite concentrée autour des lieux de traitement des graines pour former quelques zones réparties inégalement dans la Grande Ile. Trois centres de traitement des graines oléagineuses fonctionnent actuellement.

Les hauts plateaux.

La région de Tananarive, avec plusieurs huileries, traite les arachides en provenance des environs immédiats (Itasy, Miarinarivo) ainsi que celles d'Antsirabe dont la production n'est pas très régulière. Selon le Bureau des Statistiques, la production d'arachides dans cette région pour l'année 1960 s'élevait à 3.180 tonnes.





En 1961, et pour la même région, cette production s'élève à 4.500 tonnes montrant un développement important de cette culture sur les Hauts-Plateaux.

La région du Lac Alaotra peut être rattachée à la région de Tananarive en ce qui concerne le traitement de l'arachide. Après triage de la qualité dite « de bouche » et décorticage des écarts de triage, ceux-ci sont acheminés par chemin de fer sur Tananarive pour y être traités en huilerie.

Les usines de Tananarive ont produit 850 tonnes de tourteau en 1958 (Rapport Pellegrin). La production pour l'année 1959 était moins importante du fait d'une mauvaise récolte d'arachide. A cette même période, les bespins réclamés pour la fabrication d'aliments animaux étaient évalués à 1.000 tonnes, et le développement de cette industrie laissait prévoir le chiffre de 1.600 tonnes pour 1961. Ces chiffres suffisent à montrer l'écart existant entre la production et les possibilités d'utilisation du tourteau d'arachide dans cette région.

La province de Majunga.

Le climat sec et chaud, ainsi que l'existence de nombreuses plaines alluvionnaires (Baiboa) ont permis le développement de la culture de l'arachide dans cette région. La production d'arachides en coques qui atteignait 5.100 tonnes en 1960 est principalement concentrée dans la région d'Ambato-Boeni, de Maevatanana et du Tsaratanana. Une forte partie de la production locale est exportée sous forme d'arachide dite « de bouche ». C'est ainsi qu'en 1958 sur une production de 5.900 tonnes, les sorties pour l'exportation ont atteint 3.736 tonnes.

Egalement, une part importante des tourteaux produits est dirigée vers la France ou la Réunion. Cela est dû en grande partie aux faibles possibilités d'utilisation locale de ce produit dont seulement 3 à 8 p. 100 peut être dirigé vers l'alimentation animale. Le prix élevé du transport vers les Hauts-Plateaux ne permet pas son écoulement dans cette direction qui, comme nous l'avons vu, pourrait aisément absorber cette production.

Les huileries de Majunga insuffisamment approvisionnées en arachide, traitent également le coprah récolté sur la côte ouest, et surtout

celui venant des Comores qui est amené par « botry » jusqu'aux usines. Il a même été signalé que ces usines sont obligées d'importer du coprah des Nouvelles-Hébrides pour satisfaire les besoins locaux de l'huilerie et surtout de la savonnerie.

La graine de bobab récoltée dans les régions de Morondava et de Morombe est également acheminée vers les huileries de Majunga. Elle donne une huile limpide appréciée par les populations autochtones. Dans les périodes de soudure, les graines de kapok récoltées dans les environs de Majunga sont également pressées pour en extraire l'huile.

La province de Tuléar.

Le sud-ouest de Madagascar constitue à l'heure actuelle la principale région productrice de graines oléagineuses. Le climat favorable à la culture de l'arachide a permis de produire en 1962 : 12.000 tonnes de graines en coques, mais le plan de développement agricole prévoit une forte extension de cette culture dans les années à venir. La concentration des usines de traitement s'est faite à Tuléar et a permis de produire, en 1958, 2.300 tonnes de tourteau.

Ces usines traitent également des quantités variables de coprah et de graines de baobab pour en extraire les produits de base utilisés en savonnerie.

La culture du cotonnier dans la vallée du Mangoky a dépassé actuellement le stade des essais et la production importante de coton-graines a permis à une huilerie de s'équiper en vue de leur traitement. C'est ainsi qu'en 1961, la production de tourteau de coton a atteint 523 tonnes. On peut espérer une croissance rapide de cette production du fait de l'extension des zones de culture du cotonnier dans d'autres vallées du sud-ouest.

La faible consommation locale et l'éloignement des centres utilisateurs font que la presque totalité du tourteau produit est exportée vers la Réunion, Maurice ou la France.

L'INDUSTRIE DES GRAINES OLÉAGINEUSES A MADAGASCAR

L'installation des usines de traitement des graines oléagineuses à Madagascar ne date

que de quelques années mais, du fait de l'exiguité de la production locale, elles n'ont pu suivre les progrès techniques de cette industrie.

L'ancien procédé de la presse hydraulique n'est pas employé à Madagascar et les différentes usines que nous avons visitées utilisent toutes le procédé de pression continue des graines selon la technique de l'*expeller*. Les pays industrialisés ont généralement remplacé ou complété celle-ci par l'extraction de l'huile au moyen de solvants variés. Ces perfectionnements ont eu pour résultat d'extraire une plus grande proportion de l'huile contenue dans la graine et de travailler à basse température par l'emploi d'extracteurs rotatifs.

Si ces résultats, joints à l'utilisation d'un personnel restreint, constituaient pour les pays industrialisés des atouts majeurs, ils avaient également pour conséquence de livrer dans le commerce un tourteau fortement déshuilé, donc, peu apte à rancir et dont les protéines soumises à une température peu élevée n'avaient subi aucune dégradation.

Mais ces usines nécessitaient des investissements considérables et ne pouvaient fonctionner normalement que si un tonnage important de graines était journellement fourni. Or, nous l'avons vu, la dispersion des zones de production, l'exiguité des tonnages produits jusqu'à ces dernières années, et le coût élevé du transport, ne permettaient pas l'installation de telles usines à Madagascar.

Du moins, la technique de l'*expeller* a-t-elle parallèlement à celle des solvants, subi de grandes améliorations qui n'ont que très rarement été suivies à Madagascar. A cela, on peut invoquer les fluctuations des productions qui ne pouvaient encourager l'installation de presses à grand débit et aussi l'impossibilité pour l'industriel de revendre sur place le matériel devenu inutilisable.

L'industrie de l'huilerie comprend actuellement une dizaine d'usines en fonctionnement et rassemble une trentaine de presses continues dont une faible proportion est constituée par des machines modernes.

Pour compléter le tableau, il nous suffira de dire que la plupart des usines ne travaillent qu'à la moitié ou au tiers de leur capacité.

Ceci va avoir comme conséquence de fournir un tourteau dont la teneur en huile est sujette

à de fortes variations en relation avec l'état d'ancienneté du matériel employé. Si les graines d'arachides correctement desséchées et traitées par une presse moderne fournissent un tourteau ne contenant que 4 à 5 p. 100 d'huile, il nous a été donné d'analyser des échantillons mal traités, ou traités dans un matériel usé, qui recélaient encore 12 à 15 p. 100 d'huile. Ces sont là évidemment des cas extrêmes et rares, mais l'on peut dire que les teneurs moyennes se situent entre 8 et 10 p. 100 du produit brut.

La diversité des moyens mécaniques mis en œuvre ainsi que les traitements variés subis par les graines au cours de leur extraction, nous ont engagé à étudier les répercussions de ces procédés sur la composition des tourteaux locaux et de juger de l'influence bonne ou mauvaise que peut avoir un procédé sur la qualité du produit obtenu.

TECHNIQUES ANALYTIQUES

Il nous a semblé utile de préciser, tout d'abord, les méthodes employées au cours de nos analyses car très souvent les résultats obtenus présentent d'importantes variations selon la technique utilisée.

Les déterminations courantes ont été faites selon les « techniques officielles d'analyse des produits destinés à l'alimentation animale ».

Nous précisons simplement que le calcul du taux de protides a donné lieu à l'utilisation du coefficient de 6,25, bien que LEROY et ses collaborateurs* conseillent l'utilisation du coefficient 5,7 pour le tourteau d'arachide et du coefficient 5,5 pour les autres tourteaux.

Il nous a paru utile de connaître également l'apport minéral qu'est susceptible de procurer le tourteau. Pour cela nous avons déterminé le phosphore par l'évaluation colorimétrique du composé jaune donné avec le réactif nitro vanadomolybdique.

Les chlorures ont été dosés par la méthode de CHARPENTIER VOHLARD après minéralisation et reprise par HCl. Le sodium et le potassium ont été évalués par photométrie de flamme

(*) « Contribution à l'étude de la composition chimique et de la valeur fourragère des aliments des animaux », LEROY A. FRANÇOIS, H. MAITREZAN, B. PERONNE. — Annales agronomiques, 1949, n° 5.

sur le produit de la minéralisation par voie humide à l'aide du mélange acide nitrique/acide perchlorique.

Le calcium et le magnésium sont également déterminés par photométrie de flamme sur le même liquide de destruction que le sodium et le potassium, mais après élimination des ions PO_4 et Fe^{+++} selon une technique que nous avons mise au point (A paraître).

Dans le domaine des oligo-éléments présentant une importance réelle en alimentation animale, nous avons déterminé les teneurs en fer sur les cendres de 1 g de substance reprises par l'acide chlorhydrique. Le dosage est effectué par l'évaluation de la coloration que donne le Fer avec l' α - α 'dipyridyle selon la technique de l'A. O. A. C. (8^e édition 1955).

Le manganèse a été déterminé sur les cendres obtenues à partir de 10 g de tourteau, la destruction a été complétée par une attaque sulfo-nitro-perchlorique. Sur le liquide exempt de matières organiques, on effectue la transformation du manganèse en permanganate sous l'action du periodate de potassium et l'on évalue colorimétriquement cette transformation.

Le cuivre et le zinc ont été dosés après minéralisation du tourteau par voie sèche suivie d'une mise en solution chlorhydrique et d'une extraction des métaux formant un complexe avec la dithizone. En présence d'HCl 0,02 N, le cuivre reste dans la phase organique et se sépare ainsi du zinc qui passe dans la solution acide.

Le zinc est dosé par la coloration qu'il donne avec la dithizone en milieu acide. Quant au cuivre qui est resté dans la phase organique, après évaporation de celle-ci en présence d'acide perchlorique, il est dosé par formation de diéthyl-dithiocarbamate et évaluation colorimétrique du composé.

Nous avons voulu compléter l'étude de la composition des tourteaux par le dosage de quelques vitamines du complexe B. Nous nous sommes bornés à la détermination de la thiamine, de la riboflavine et de la niacine que l'on trouve en quantité appréciable dans les tourteaux et qui jouent un rôle important dans l'alimentation des monogastriques.

L'évaluation de la thiamine a été effectuée par la méthode chimique qui utilise la transformation de la thiamine en un dérivé fluorescent :

le thiochrome, selon la technique de « l'association of Vitamin Chemists ».

La riboflavine a été évaluée par voie microbiologique selon la méthode de SNELL et WRIGHT modifiée par BARTON-WRIGHT et BOOTH qui utilisent *Lactobacillus Casei* comme germe.

La niacine a également été évaluée par microbiologie en utilisant la technique de SNELL et WRIGHT modifiée par KREHL et ses collaborateurs, puis par BARTON-WRIGHT.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS TOURTEAUX PRODUITS A MADAGASCAR

Afin de donner une idée d'ensemble de la production de tourteaux à Madagascar et de l'importance relative de chaque variété, nous avons groupé dans le tableau ci-dessous les quantités produites en 1961 par l'ensemble des usines.

Tourteau d'arachides	4.000 tonnes
Tourteau de baobab	615 —
Tourteau de coton	523 —
Tourteau de coprah	484 —
Tourteau de kapok	39 —

Il apparaît comme indubitable que l'arachide conservera dans les années à venir le chiffre de production le plus élevé. Le plan de développement de la culture de l'arachide prévoit une forte expansion des variétés dites d'huilerie et le rapport de l'I. R. A. M. à ce sujet donne les prévisions suivantes :

Années	Production de tourteau d'arachides
1963	6.600 tonnes
1965	10.200 —
1970	18.850 —
1977	29.000 —
1982	34.300 —

Dans l'ordre d'importance viennent ensuite les productions de baobab, de coton et de coprah dont les chiffres sont très voisins.

La production de coprah a subi de fortes variations dans les années précédentes et les importations pour les besoins locaux atteignaient chaque année des chiffres élevés. On peut cependant espérer dans les années à venir une aug-

mentation sensible de la production du fait du plan de développement des cocoteraies sur la côte nord-ouest.

La culture du cotonnier n'est, par contre, qu'à ses débuts mais ceux-ci sont prometteurs, et les prévisions à long terme qui ont pu être faites permettent d'espérer une production importante de tourteau dans les années à venir.

La graine de baobab, bien que concurrencée par les autres productions, présentera toujours l'avantage d'un bas prix de revient qui lui permettra de maintenir son utilisation.

Il n'en est pas de même pour le kapok dont l'utilisation de la graine en huilerie n'est pas susceptible d'un développement important et qui risque fort de disparaître dans les années à venir.

C'est en nous basant sur leur ordre d'importance que nous étudions ces différentes graines oléagineuses et les sous-produits qu'elles fournissent.

Arachide

On traite la graine de *Arachis hypogea*, légumineuse dont plusieurs variétés sont cultivées à Madagascar, la plus anciennement utilisée est la variété « Valencia » que l'on trouve dans toutes les régions de l'île. C'est une arachide dite « mixte » qui produit des arachides de bouche, mais dont les graines abîmées ou trop petites sont dirigées vers l'huilerie. D'autres variétés sont actuellement cultivées dans diverses régions de Madagascar et font l'objet d'un développement poussé.

- Hybride 33.
- Mwitunde.
- Virginia Bunch.
- Petite espagnole.

Voici, d'après l'Institut de la Recherche Agonomique, la répartition des variétés par régions de production.

	Variété	Utilisation
Région de Diego-Suarez	Valencia Hybride 33	Mixte Huilerie
Région de Majunga	Valencia	Bouche
Hauts-Plateaux	Valencia Mwitunde	Bouche Huilerie
Alaotra	Valencia Mwitunde Virginia Bunch	Bouche Huilerie Bouche
Région du Betsileo	Valencia	Mixte
Région du sud-ouest	Valencia Hybride 33 Petite espagnole	Mixte Huilerie Huilerie

1. — Traitement.

a) Triage :

La graine enveloppée dans un tégument brunâtre appelé « pellicule » est contenue dans une coque ligneuse indéhiscence qui forme la gousse.

La gousse peut contenir une, deux ou trois graines, ce qui provoque des étranglements permettant de classer les produits en arachides dites « de bouche » pour les plus grosses, et arachides d'huilerie.

Le prix élevé des arachides de bouche entraîne les producteurs à trier tous leurs lots pour en vendre la plus grosse partie sous cette forme. La fraction restante, classée sous le terme « écarts de triage », est dirigée vers l'huilerie. Le service du Conditionnement, qui a fixé les normes nécessaires pour le classement des arachides, contrôle rigoureusement la qualité des produits exportés afin de maintenir leur valeur.

La grosseur des gousses peut être améliorée par l'utilisation de variétés nouvelles ou de façons culturales, mais il arrive très souvent qu'elles soient tâchées extérieurement par des moisissures, ce qui les rend impropres à la consommation directe. Les régions atteintes par ces maladies doivent détourner une partie des arachides de bouche vers l'huilerie.

Il importe enfin de signaler que certaines régions s'orientent plus particulièrement vers l'arachide d'huilerie, et que le « Plan Arachide » prévoit notamment le développement de cette culture et de la production d'huile.

Cet ensemble de considérations oblige les huileries à procéder dans la plupart des cas à un triage des arachides en coques. Cette opération est faite à la main par des femmes ou des enfants.

b) Nettoyage :

La gousse d'arachide située à une profondeur de 8 à 10 cm dans le sol, va entraîner au cours de la récolte une quantité variable de terre qui restera adhérente aux anfractuosités de la coque.

Selon la nature du terrain, nous pourrions obtenir des arachides très propres (régions sableuse et alluvionnaire de Majunga), ou des coques n'entraînant qu'une faible quantité de terre peu adhérente qui, par séchage et secouage, va se détacher rapidement (régions calcaires du sud) ; mais parfois la coque sera souillée par une terre argileuse adhérent fortement à

celle-ci et qui nécessitera le lavage des coques dans un tambour rotatif. C'est notamment ce qui se produit sur les Hauts-Plateaux.

Il est bien évident que ce lavage, qui est indispensable pour les arachides de bouche, peut ne pas être effectué dans le cas des produits destinés à l'huilerie. Il est alors nécessaire de procéder à un décortiquage particulièrement soigneux car la présence de coques au sein du tourteau aurait pour effet d'augmenter à la fois la teneur en cellulose et celle de silice, et nous verrons plus loin les inconvénients que cela représente pour l'alimentation animale.

Le lavage a, malheureusement, pour conséquence de nécessiter ensuite un séchage des arachides qui ne peut être fait que par étalement au soleil. Les récoltes ayant lieu surtout d'octobre à février, ceci se produit pendant la saison pluvieuse, ce qui gêne considérablement le séchage et oblige souvent le stockage en tas d'arachides encore humides. Il va sans dire que cet amoncellement d'arachides en coques ne tarde pas à fermenter et l'on observe au bout de quelques jours un échauffement important au centre du tas allant même jusqu'à un dégagement de vapeur au-dessus de celui-ci. Si cette fermentation a pour conséquence de provoquer le séchage des arachides, il est permis de craindre une altération profonde au sein même de l'amande et un développement abondant des moisissures.

c) *Décortiquage* :

L'ensemble des huileries de l'Ile procède à un décortiquage mécanique de la graine suivi d'une séparation des coques et des graines généralement à l'aide d'un tamis rotatif. Les coques sont utilisées comme combustible dans les chaudières. Ce n'est donc que l'amande entourée par la « pellicule » qui va être dirigée vers les presses.

L'importance de ce décortiquage préalable et le soin dont il doit être l'objet apparaîtront comme non exagérés lorsque l'on sait que l'amande de la graine contient de 2 à 4 p. 100 de cellulose, alors que la coque en contient de 60 à 65 p. 100. Les désordres qu'est susceptible de provoquer cette fraction indigestible chez les monogastriques, joints à l'abaissement du taux des matières protéiques du tourteau, montrent bien qu'il s'agit là d'une opération particulièrement importante dans le traitement des arachides. Il est donc permis de condamner la pratique qui

consiste à ajouter aux graines décortiquées une certaine proportion de coque dans le but de favoriser le passage à l'expeller.

La mince pellicule, brunâtre ou rose, selon la variété d'arachide, qui entoure l'amande semble jouer un rôle important dans la teneur en cellulose du tourteau obtenu. Nous avons eu l'occasion d'analyser des arachides décortiquées mais non dépelliculées de la variété « Mwitunde ». Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Humidité	7,08
Matières minérales	2,35
Lipides	43,06
Protides (N × 6,25)	27
Cellulose	8,53
E. N. A.	11,98

Si l'on considère que le passage à la presse a pour simple conséquence de provoquer une séparation de l'huile, nous voyons que les autres constituants de la graine se retrouveront intégralement dans le tourteau, ce qui laisse présager un taux de cellulose élevé.

Cet exemple suffit à montrer le rôle que peut jouer le spermodermes dans le taux de cellulose du tourteau. Les opérations de décortiquage et surtout de concassage provoquent souvent un dépelliculage partiel qui suffit à abaisser ce chiffre.

d) *Dégérmage* :

Certaines usines procèdent à un traitement supplémentaire des arachides décortiquées en vue d'en séparer le germe. Cette partie essentielle de la plante contient de nombreux enzymes susceptibles d'accélérer les processus de rancissement et d'oxydation au cours du stockage.

La séparation de cette fraction n'est pas très facile à réaliser. On procède après dépelliculage à un passage entre deux rouleaux dont l'écartement soigneusement calculé provoque l'arrachage du germe, mais également d'une fraction de l'amande.

e) *Concassage* :

Les amandes décortiquées et parfois dégermées s'acheminent progressivement vers l'opération ultime que constitue l'expression. Celle-ci ne peut se faire dans de bonnes conditions que sur des graines concassées.

La chaleur que l'on utilise pour provoquer l'éclatement des cellules et faciliter l'écoulement de l'huile sera d'autant plus efficace que les graines auront été fractionnées en deux ou trois morceaux. Cette opération est effectuée mécaniquement à l'aide d'un broyeur rapide.

C'est au cours de ce broyage, et sous l'action de la vitesse de rotation de la machine que se produit une séparation du spermodermes avec les conséquences que cela peut entraîner sur la teneur en cellulose du tourteau.

f) Expression :

Cette technique comprend deux opérations successives :

Le chauffage de la graine,
l'extraction de l'huile.

— Chauffage : les graines broyées passent dans un cylindre horizontal porté à haute température par de la vapeur circulant dans la double paroi. La température atteint habituellement 100 à 110° C dans le chauffeoir, et le passage des graines dure une demi-heure au cours de laquelle elles sont continuellement brassées.

— Extraction : les graines ainsi préparées sont entraînées par une vis sans fin vers un diaphragme où elles sont fortement pressées. La température est de l'ordre de 90 à 100° C, et la durée de passage varie de 10 à 15 mn.

Le tourteau apparaît sous forme de plaques d'autant plus brunes que la graine a été plus cuite. La teinte est généralement uniforme, sauf s'il y a eu mauvais réglage du diaphragme ou emploi d'une presse usée. Dans ce cas des fragments de graine non traités subsistent au sein du tourteau et sont reconnaissables à leur teinte claire.

Certaines usines préfèrent utiliser le traitement par double pression : les graines broyées et chauffées sont passées à un débit plus rapide et avec une pression moins forte que précédemment dans une première presse. Le tourteau résiduel contient environ 15 p. 100. d'huile. Il est alors broyé, puis passé dans une deuxième presse identique à la première mais dont la pression plus forte permet d'extraire une partie de l'huile résiduelle. Si ce procédé donne un tourteau plus épuisé, il y a lieu toutefois de craindre que le chauffage et le broyage répétés une deuxième

fois ne produisent une dégradation des constituants de la graine.

2. — Composition.

Le tourteau se présente sous forme de plaques légèrement arrondies de 10 cm de côté et qui portent les traces de la presse.

Le chauffage élevé auquel est soumise la graine a pour conséquence de provoquer une réaction entre les protéines et les hydrates de carbone, connue sous le nom de réaction de MAILLARD. C'est cette réaction qui produit la coloration brune du tourteau, d'autant plus foncée que la réaction s'est plus développée. Certaines usines utilisent le chauffage des graines en chaleur sèche et portent ainsi la température de la graine à 100° C, le tourteau obtenu est en général très foncé, mais les travaux de MATET et ses collaborateurs montrent que si le passage ne dépasse pas 45 mn, la valeur biologique n'est pas altérée.

Par contre d'autres usines, après chauffage de la graine à la température de 100° C par passage de vapeur surchauffée dans la double paroi, complètent ce traitement par l'injection de vapeur d'eau dans les graines en vue de faciliter l'éclatement des cellules.

La coloration du tourteau n'est pas modifiée mais les résultats obtenus par MATET montrent le danger de la chaleur humide sur la valeur biologique de l'arachide.

Nous avons rassemblé dans le tableau I les caractéristiques des arachides et les conditions de traitement propres à chaque tourteau analysé.

Après broyage et homogénéisation, les échantillons ont été analysés suivant les techniques officielles et les résultats, rapportés à 100 g de produit brut, ont été rassemblés dans le tableau II.

Les tourteaux, et plus particulièrement celui d'arachide, ayant pour principal rôle d'apporter les protides nécessaires à l'équilibre de la ration, ce sont les variations que subit ce chiffre qui nous intéresseront en premier lieu. Les valeurs contenues dans le tableau ci-dessus montrent de très grandes variations dont il faut rechercher les causes :

a) La première raison, et la plus facile à invoquer, est la présence d'une fraction importante de substance pauvre en protides comme la pellicule ou la coque qui vient abaisser cette

Tableau n° I

Conditions de traitement des arachides

N°	Provenance	Variété d'Arachide traitée	Graines lavées	Décortiquées	Température du traitement	Durée du traitement (minutes)	Chaleur sèche ou humide	Traitements supplémentaires.
2	ANTSIRABE	Valencia	non	oui	100°	30	S	
3	TANANARIVE	Valencia	oui	oui	120°	35 - 45	H	
4	TANANARIVE	Valencia	oui	oui	120°	35 - 45	H	
5	TANANARIVE	Valencia	oui broyage	oui puis	120°	35 - 45	H	
					110°	45	S	
G ₁	ITASY	Buitenzorg	non	oui	80°	40	S	dégermage
G ₂	ITASY	Valencia	non	oui	80°	40	S	dégermage
P ₁	TANANARIVE	Valencia Mwitunde	non	oui	80°-90°	60	S	dégermage
K ₁	FLANARANTSOA	Valencia	non	partiel				
M ₁	MAJUNGA	Valencia	non	oui	110°	40	S	
M ₂	MAJUNGA	Valencia	non	oui	130°	30	S	
M ₃	MAJUNGA	Valencia	non	oui	80°-90°	60	S	
T ₁	TULEAR	H 33- Valencia	non	oui	110°	50	S	
T ₂	TULEAR	Valencia	non broyage	oui puis	110°	50	S	
					110°	50	S	
T ₃	TULEAR	Valencia petite espagnole	non	oui	110°	50	S	

valeur et augmenter celle de la cellulose, cela apparaît notamment pour les tourteaux 3, 4 et K₁.

b) une autre raison plus difficile à traduire est la variation de la teneur en protides en fonction de la variété et des régions. Un exemple nous est donné par les tourteaux G₁ et G₂ cultivés dans la même région et ayant subi le même traitement industriel. Les teneurs en cellulose et en lipides sont très voisines, par contre la valeur protidique est de 36,2 p. 100 pour le tourteau G₁ et 45,7 p. 100 pour le tourteau G₂. Le tourteau G₂ proviendrait d'arachide écarts de triage « Valencia », et le tourteau G₁ d'arachides « Buitenzorg ».

On voit toute l'importance que prend cette variation si l'on envisage d'établir la valeur du tour-

teau en fonction de sa teneur en protides comme cela se pratique pour les farines de viande.

Nous reviendrons plus longuement sur l'influence des lipides résiduels dans la conservation des tourteaux, mais il nous est possible dès maintenant de noter les chiffres élevés que nous avons observés dans les produits de Madagascar. Les valeurs moyennes signalées en Europe pour les tourteaux de pression oscillent autour de 6 p. 100 ; si nous établissons les valeurs moyennes par région à Madagascar, nous trouvons les chiffres ci-après :

- Région des Hauts-Plateaux 9,63
- Région de Majunga 9,70
- Région de Tuléar 8,03

Tableau n° II

Analyse des tourteaux

(Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut)

N°	Humidité	Matière sèche	Protides	Lipides	Cellulose	E.N.A.	Matières minérales
2	6,96	93,04	40,62	11,05	8,18	25,97	7,22
3	6,61	93,39	38,42	11,97	16,83	22,58	3,59
4	8,30	91,70	33,75	8,27	14,64	30,05	4,99
G1	9,20	90,80	36,20	11,84	5,30	33,20	5,80
G2	6,77	93,23	45,70	9,29	3,50	30,88	4,49
5							
1 seule pression	7,43	92,57	40,47	17,35	3,98	23,67	7,10
double pression	8,48	91,52	48,92	7,09	4,20	24,58	6,73
P ₁	8,76	91,24	48,95	8,68	4,39	23,69	5,53
K ₁	7,97	92,03	36,09	11,45	15,68	23,60	5,21
M ₁	7,58	92,42	42,76	7,89	6,41	28,18	7,18
M ₂	7,80	92,20	45,40	8,87	4,46	28,27	5,20
M ₃	6,97	93,03	45,67	12,34	4,66	25,19	5,17
T ₁	7,81 9,22	92,19 90,78	47,94 44,06	6,75 8,63	6,90 12,66	25,18 20,21	5,42 5,22
T ₂	7,96	92,04	42,42	9,03	8,88	25,59	6,12
T ₂	8,27	91,73	43,75	10,70	9,66	21,80	5,82
T ₂	7,65	92,35	43,15	6,66	17,23	18,22	6,49
T ₃	8,02	91,98	49,59	6,45	4,70	25,60	5,57

Seule la région de Tuléar, paraît se rapprocher des chiffres étrangers. Ceci est probablement en relation avec l'existence, pendant la plus grande partie de l'année, d'un climat sec et chaud qui favorise la dessiccation des arachides. Plusieurs huileries de la région signalent que les sacs d'arachides en coques sont empilés dans des hangars de façon à ménager entre eux une circulation d'air. La température atteint dans la journée 35° C, ce qui favorise le séchage des arachides qui restent dans ces entrepôts pendant deux mois environ.

Or, la présence d'arachides très sèches permet

un meilleur décorticage, un dépelliculage plus complet, et le travail de la presse est grandement facilité. De plus, les usines de la région de Tuléar sont abondamment approvisionnées en graines et peuvent travailler dans des conditions de rentabilité suffisante pour permettre un bon entretien du matériel.

Nous examinerons enfin la teneur en cellulose des tourteaux. Parmi les différentes productions nous noterons une certaine inconstance, elle peut être due au dépelliculage mais aussi à la variété envisagée.

C'est ainsi que nous avons étudié deux tour-

Tableau n° III

Analyse minérale des tourteaux

(Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut)

N°	PROVENANCE	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	P	Cl en ClNa	SiO ²	Mat. Minér.
2	ANTSIRABE	9,1	1330	495		47,90	2,79	3,28	9,9	623	46	2120	7220
3	TANANARIVE			100		2,39			8,4	449	32	420	3590
4	TANANARIVE	9,8	1333	137	376	3,55	5,05	7,68	10,3	642	24	1030	4990
5	Id à H ₄												
G ₁	ITASY	32	1250	85	341	3,04	2,05	5,4	50	721	42	240	4990
P ₁	TANANARIVE	14,4	1100	485						675	35	950	5530
K ₁	FIANARANTSOA			165						484		620	5210
M ₁	MAJUNGA	16	1373	95	427	75,16	4,67	2,8	5,3	607	67	1840	7180
M ₂	MAJUNGA	13,5	1350	123	395	54,78	1,55	2,08	7,5	583	24	980	5200
M ₃	MAJUNGA	16,4	1333	118	385	54,76	2,55	5,8	7,1	577	36	450	5170
T ₁	TULEAR	50	1533	118,7	313	1,93	8,3	5,6	5,7	696	53	1020	5420
T ₂	TULEAR	53	1333	131	272	3,59	1,25	4,4	8,7	520	28	1090	6120
T' ₂		61	1333	114	333	3,65	1,00	3,6	6,7	896	54	1230	5820
T ₃	TULEAR	9,4	1330	82	396					674		200	5570

teaux traités dans la même usine et avec les mêmes moyens mécaniques :

Cellulose

Tourteau obtenu à partir d'arachide
« Valencia » 5 p. 100

Tourteau obtenu à partir d'arachide
« Mwitunde » 7,8 p. 100

On peut considérer que la variété « Mwitunde » est parmi celles donnant les taux de cellulose les plus élevés et qu'un chiffre de 9 p. 100 est possible si le dépelliculage n'est pas opéré soigneusement. Au delà, l'apport de cellulose ne peut être dû qu'à la présence de coques. Il peut s'agir alors d'une mauvaise utilisation du matériel, mais il est un procédé également répandu qui consiste à ajouter des coques aux graines décortiquées pour favoriser l'extraction

de l'huile. Cette vieille pratique était surtout utilisée lorsque l'on procédait à plusieurs pressions successives, d'abord à froid, puis à chaud en vue d'obtenir des huiles de qualités différentes. Il nous est permis de douter de l'efficacité d'une telle pratique, car nous remarquons que les tourteaux les plus riches en cellulose sont généralement ceux qui contiennent les plus forts taux de lipides.

La constance des teneurs en matières minérales totales est de règle dans les graines végétales, seuls les engrais pourraient entraîner des variations sur certains éléments mais ils ne sont que rarement employés dans la culture de l'arachide. Ce chiffre ne peut donc subir des variations importantes que sous l'action d'un apport extérieur à la plante se produisant au cours des opérations que subissent les graines. Il a été

fréquemment signalé que des coques mal nettoyées et un décortiquage insuffisant peuvent avoir pour effet de produire une élévation du taux de silice, et corrélativement de la teneur en matières minérales.

A l'examen des valeurs figurant dans le tableau III, il apparaît que le taux de silice subit de profondes variations en relation avec cet apport exogène (échantillons n° 2 et T₃).

3. — *Matières minérales.*

L'étude de l'apport minéral que réalise le tourteau d'arachide s'est généralement limité aux teneurs en phosphore, calcium et fer. S'il s'agit là de minéraux dont l'influence se fait directement sentir sur l'animal, l'étude de plus en plus poussée du rôle des autres macro- et micro-éléments dans les phénomènes de la vie rend indispensable une étude plus poussée de la fraction minérale des tourteaux.

Nous avons rassemblé dans le tableau III les valeurs trouvées pour les différents échantillons.

Le groupe des macro-éléments est souvent interprété plus aisément à l'aide de rapports établis entre deux de ceux-ci dont l'équilibre dans l'organisme s'avère particulièrement favorable.

C'est ainsi que les ions K et Na contribuent grandement aux équilibres hydriques et acido-basique de l'organisme. Il est généralement admis chez les monogastriques un chiffre optimum de 4. Si les végétaux sont caractérisés par un excès de potassium qui donne au rapport $\frac{K}{Na}$ dans les foins la valeur de 18, ici les chiffres sont encore plus exagérés puisque la valeur de ce rapport atteint 130.

Les terrains très différents qui sont consacrés à la culture de l'arachide à Madagascar ne semblent pas influencer sur la richesse de la graine en calcium, bien que de nombreux auteurs aient insisté sur le rôle de cet élément dans l'augmentation de la production. Le rapport $\frac{Ca}{P}$ qui apparaît comme voisin de 0,21 devra être ramené à un chiffre voisin de 1,5 à l'aide d'un supplément de calcium. Ceci sera d'autant plus indispensable que les constituants de base des aliments concen-

trés : son de riz, tourteau et maïs, présentent tous trois une déficience en calcium.

Le magnésium figure à un taux relativement constant, indépendant de la nature du terrain de culture. Les valeurs qui oscillent entre 0,3 et 0,4 p. 100 permettent un apport suffisant à l'organisme animal qui n'utilise que de faibles quantités de cet élément.

Le fer qui se situe à la limite entre les macro- et les micro-éléments est contenu en quantité importante dans toutes les graines de légumineuses. Si de faibles doses journalières suffisent à l'animal, nous observons ici de très fortes variations selon la région de culture. Les taux élevés sont donnés par la région de Majunga avec une valeur moyenne de 0,075 p. 100 ce qui fournira largement le fer nécessaire à la ration. Par contre, les autres régions fournissent un tourteau qui ne contient que 0,002 p. 100 de fer, quantité nettement insuffisante aux besoins journaliers.

Le cuivre, dont le rôle est étroitement lié à celui du fer, ne présentera pas les mêmes variations et suffira amplement aux besoins de l'organisme, ceux-ci se limitant à cinq parties par million de nourriture.

Le manganèse ne présente une réelle importance que pour la volaille où une quantité de 5 mg par kg d'aliment est jugée suffisante. La contribution du tourteau d'arachide est considérable puisqu'elle suffira dans la majorité des cas à fournir le manganèse nécessaire à l'ensemble de la ration.

Les variations ne sont pas très significatives, tout au plus pouvons-nous signaler une élévation des chiffres pour les prélèvements provenant des environs de Tananarive.

Les teneurs en chlorures exprimées en ClNa montrent des taux voisins qui seront sans grande importance dans la ration animale étant donné la forte quantité qui sera ajoutée à la ration pour combler le déficit en sodium déjà signalé.

4. — *Apport vitaminique.*

Malgré la teneur élevée en lipides, l'évaluation de la vitamine A n'a donné que des valeurs très faibles sans intérêt pour le nutritionniste. Beaucoup plus importantes apparaissent les teneurs en vitamines du groupe B dont les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après :

(Taux en mg/kg)

N ^o	Origine	Thiamine	Riboflavine	Niacine
2	Tananarive	6,08	1,53	234
4	Tananarive	6,17	1,49	208,7
M ₁	Majunga	4,87	1,61	208,5
M ₂	Majunga	4,73	1,92	210,8
M ₃	Majunga	6,44	1,67	224
T ₁	Tulear	7,51	1,91	236,8
T ₂	Tulear	5,95	1,39	202
T ₃	Tulear	5,91	1,59	212
G ₁	Itasy	8,66	1,33	233

Il faut noter la constance des chiffres obtenus sur les différents échantillons. Cela apparaît très nettement pour la riboflavine et la niacine, et à un degré moindre pour la thiamine. Il est rare que les variétés ou les façons culturales provoquent des changements importants dans le domaine des vitamines, mais ce sont surtout les traitements industriels, et notamment la chaleur, qui sont capables de provoquer des variations sensibles. En cela, nous devons porter notre attention sur la thiamine qui est un principe thermolabile. L'extraction des lipides par solvant réalise sur ce plan un procédé de choix et de référence car les traitements thermiques sont modérés, rapides et n'entraînent pas la destruction de la vitamine B₁. Les dosages effectués sur des tourteaux préparés par ces procédés ont donné une teneur en thiamine de 7,5 mg/kg comparable aux chiffres fournis par certains produits locaux.

Il en est de même en ce qui concerne la riboflavine et la niacine. Cet apport considérable de vitamines du complexe B indispensables à la volaille et à l'élevage porcin présente un intérêt supplémentaire pour l'emploi des tourteaux dans les rations.

Il faut également signaler, dans le domaine des vitamines indispensables, l'apport que réalisent les tourteaux dans le chapitre des tocophérols, les travaux de M. Dubois* ont montré que

le tourteau d'arachide fraîchement sorti des usines contient :

α-tocophérol 0,73 mg/100 g
 γ-tocophérol 0,36 mg/100 g

mais ces substances antioxydantes se détruisent rapidement au cours du stockage. Dans les conditions de température et d'humidité propres aux Hauts-Plateaux, ces substances disparaissent en un an. Ceci est en étroite relation avec la quantité importante de lipides présents dans les tourteaux de Madagascar.

5. — Conclusion.

Le tourteau d'arachide apparaît dans le présent et dans l'avenir comme le chef de file des sous-produits oléagineux destinés à l'alimentation animale. Répandu dans les différentes régions de l'île, il permet l'établissement d'aliments équilibrés sans l'intervention de transports coûteux.

Une mécanisation réduite souvent réalisée à l'aide de matériel usagé, ne peut fournir un produit de composition constante et nous avons signalé les inconvénients que cela représente pour l'éleveur. Pourtant les qualités du produit dans le domaine des protéines, des oligo-éléments et des vitamines, sont indubitables et méritent que l'on prenne conscience de leurs valeurs.

Tourteau de Coprah

Le cocotier, *Cocos nucifera* L., est un arbre très répandu dans les régions tropicales. Les conditions climatiques ont favorisé son développement sur la côte nord-ouest de l'île mais surtout dans les îles de Nossi-Bé et des Comores.

Le fruit mûr se présente sous forme d'une drupe qui comprend une bourre ligneuse représentant 35 p. 100 du poids du fruit.

Au-dessous de cette bourre se trouve la noix proprement dite formée d'une coque dure représentant 10 à 12 p. 100 du poids total. Elle contient, au début, un liquide laiteux et sucré : le lait de coco. Au cours de la maturation, un dépôt blanc se forme sur la paroi interne de la noix qui est gorgé de matières grasses. Un liquide très fluide

(*) DUBOIS (M^{me} M.) : Etude sur la teneur en tocophérols de certains tourteaux utilisés à Madagascar et de leurs variations au cours du stockage. — Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1963, 16, n° 2.

et clair rempli la cavité du fruit. C'est ce dépôt blanc qui, après dessiccation donnera le *coprah*.

Les noix sont fendues en deux et mises à sécher au soleil. Au bout de quelques jours et sous l'effet de la dessiccation, l'amande entourée de son spermoderme se détache de la coque. On termine manuellement cette opération et l'on achève sa dessiccation au soleil. La région des Comores beaucoup plus humide ne permet généralement pas d'obtenir un produit parfaitement sec. Ceci joint au transport par « botry » jusque vers les huileries de Majunga maintient très souvent le *coprah* dans des conditions favorables au rancissement.

1. — *Traitement.*

Les amandes se présentent sous forme de coques hémisphériques de 10 à 12 cm de long et de 1 à 2 cm d'épaisseur, d'aspect brunâtre et dont l'odeur caractéristique va de la noisette lorsque le produit a été bien conservé jusqu'à une odeur de savon lorsqu'un séchage insuffisant a provoqué le rancissement de la matière grasse.

Le *coprah* après avoir subi, si nécessaire, un séchage complémentaire est broyé mécaniquement pour être ensuite soumis à l'action des presses. Celles-ci sont généralement les mêmes que celles utilisées pour le traitement des arachides. Toutefois, il faut signaler que la matière grasse s'extrait plus facilement du *coprah* que de l'arachide.

Après broyage, les morceaux d'amandes passent dans un chauffoir dont la température n'excède pas 75° C. La durée de passage est identique au traitement de l'arachide c'est-à-dire de l'ordre de 30 à 40 mn, puis les fragments sont amenés à la presse où un seul passage permet d'obtenir un rendement de 50 à 60 p. 100 d'huile. Celle-ci n'est liquide qu'aux alentours de 20° C. Elle ne peut être utilisée pour l'alimentation que dans les régions côtières où elle reste à l'état liquide. Elle est plus généralement employée en savonnerie. Le passage à l'expeller fournit une proportion de 40 p. 100 environ d'un tourteau brun clair généralement moins coloré que celui d'arachide du fait d'une température moins importante durant le passage à la presse. L'odeur est très agréable et de nombreux auteurs s'accordent pour signaler qu'elle est très appréciée par le bétail.

La production pour l'année 1961 s'établit à 500 tonnes se répartissant ainsi :

Majunga 260 tonnes
Tuléar 240 —

Il s'agit d'une production secondaire lorsqu'on la compare à celle du tourteau d'arachide. La majeure partie de ce sous-produit est d'ailleurs expédiée vers l'île Maurice ou La Réunion, car les régions de production ne sont pas susceptibles d'utiliser sur place cet aliment.

2. — *Composition.*

La simplicité du traitement industriel ainsi que sa facilité va avoir pour première conséquence de fournir un tourteau dont la composition sera beaucoup plus constante. C'est ce que nous remarquons en examinant les résultats des échantillons provenant d'usines différentes dont les valeurs sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	1	7	8	9	17	PA
Humidité	8,78	8,40	8,69	8,36	8,53	15,97
Matière sèche	91,22	91,60	91,31	91,64	91,47	84,03
Protides	21,77	17,92	19,66	21,62	18,93	18,58
Lipides ..	14,75	10,97	10,03	8,58	14,78	12,62
Cellulose	6,09	10,96	10,63	8,74	12,67	6,31
E. N. A.	44,46	47,15	45,07	41,15	39,60	40,85
Matières Minérales	4,15	5,60	5,92	11,55	5,49	5,67

Dans le chapitre des protides, le *coprah* montre des taux bien inférieurs à ce que l'on a observé pour l'arachide, la valeur oscille autour de 20 p. 100 et l'on ne peut parler que d'un tourteau médiocre ; toutefois la température de traitement inférieure à celle de l'arachide aura pour effet de ne pas entraîner de détérioration importante des protéines.

Sur le plan des lipides résiduels, il s'avère que là encore plus que dans le tourteau d'arachide, le taux est très élevé. A quoi peut-on attribuer ces valeurs ?

La facilité d'extraction des lipides sous l'action d'une température de 60 à 80° C et d'une pression modérée devrait permettre un rendement plus élevé en huile et l'obtention d'un tourteau contenant moins de 9 p. 100 d'huile.

Le matériel utilisé pour le traitement du *coprah*

est, en général, le même que celui employé pour traiter les arachides, seule la température de chauffage est moins élevée.

Ces questions techniques devant être écartées, il semble plus logique d'invoquer la texture même du coprah pour trouver une raison à cette teneur élevée en lipides.

L'analyse du tourteau montre, en effet, un taux élevé de cellulose apportée en partie par le spermoderme de l'amande qui fait corps avec elle, mais aussi par l'amande elle-même dont les loges sont délimitées par des cloisons cellulosiques épaisses.

Cette trame cellulosique retient une quantité importante de lipides au cours du passage à la presse et c'est là la cause principale de cette teneur élevée en matières grasses.

3. — *Matières minérales.*

Le trait dominant des exigences minérales du cocotier réside dans une forte teneur du sol en potassium, l'un des tests utilisés pour juger d'un apport suffisant en potassium dans les cocoteraies consiste à doser cet élément dans le lait de coco.

C'est ainsi que les terrains utilisés pour la culture du cocotier aux Comores présentent la composition suivante :

Ca 0 échangeable	3,66 p. 1000
Mg 0	2,35 p. 1000
K ² 0	0,391 p. 1000

Le retentissement sur la composition minérale du tourteau de coprah sera très visible en étudiant le tableau ci-dessous.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	1	7	8	9	17
Na	46,5	29,5	80	62	82
K	2.330	2.666	2.500	2.500	1.817
Ca	104	77	120	263	183
Mg	405	477	477	520	480
Fe	3,45	1,96	0,52	2,13	3,65
Cu	3,77	6,11	3,89	2,92	1,4
Zn	2,8	2,86	3,82	4,6	2,51
Mn	0,094	0,055	0,083	0,047	0,094
P	550	493	626	560	589
Cl	1,05	0,93	0,97	0,45	0,45
SiO ₂	1.550	290	140	4.520	670
Matières minérales	4.150	5.600	5.920	11.550	5.490

Avec un taux de 2,5 p. 100 en K et une élévation très faible du chiffre du sodium, la valeur du rapport $\frac{K}{Na}$ s'écarte peu de 40 et l'adjonction de chlorure de sodium à la ration apparaît comme indispensable.

Bien que vivant en général sur des sols riches en calcium échangeable, la teneur du coprah apparaît comme faible en cet élément ne fournissant qu'un chiffre très bas pour le rapport $\frac{Ca}{P}$.

La silice est normalement présente à un faible taux dans le tourteau de coprah, mais un apport exogène peut être provoqué par les opérations de séchage de l'amande qui se font sur des zones côtières ou des terrains siliceux. On observe alors une forte élévation de ce chiffre et de la

teneur en matières minérales qui peut doubler comme cela s'observe dans l'échantillon n° 9.

4. — *Apport vitaminique.*

Peu de travaux ont été consacrés à la richesse en vitamine du coprah. Nous avons complété l'étude du tourteau par la détermination des taux de thiamine, riboflavine et niacine.

Taux en mg/kg

Echantillons	1	7	9	17
Thiamine.....	0,927	0,474	0,859	0,435
Riboflavine	0,73	0,70	1,54	1,38
Niacine	28,4	28,4	29,4	24,8

A la différence des valeurs trouvées pour les échantillons de tourteau d'arachide, nous voyons ici des variations importantes entre les chiffres. Les renseignements pris ne nous permettent pas de dégager les causes de ces variations. C'est donc aux valeurs moyennes que nous nous reporterons pour juger de l'apport vitaminique dû au tourteau de coprah.

A l'exception de la riboflavine dont la valeur est du même ordre que l'arachide, les teneurs en thiamine et en niacine sont bien inférieures et atteignent seulement le dixième des quantités contenues dans le tourteau d'arachide.

Leur apport sera donc insuffisant pour assurer l'équilibre de la ration comme cela se produisait avec le tourteau d'arachide.

5. — Conclusion.

A la lumière de ces analyses il nous est possible de dégager les qualités et les défauts du tourteau de coprah.

Il réalise pour l'industriel un produit de choix permettant un rendement important en huile avec un travail rapide et facile. Pour l'utilisateur du tourteau, il présentera l'avantage d'une composition régulière et nous avons déjà signalé l'importance de ce facteur, mais il ne sera qu'un tourteau médiocre qui figurera au bas de la classification de ceux-ci. Son faible apport protéique, l'altérabilité des protéines à la chaleur, les déficits en sodium, en calcium et les taux moyens de vitamines ne pourront justifier son utilisation qu'à un prix relativement bas en comparaison du tourteau d'arachide. Il a de plus l'inconvénient de rancir facilement ce qui ne permettra son utilisation que dans les régions proches des zones de production.

Tourteau de baobab

Le baobab, répandu dans toute l'Afrique tropicale, pousse également à l'état spontané sur la côte ouest de Madagascar.

Le ramassage des graines est surtout concentré dans les régions de Morombe et de Morondava qui alimentent les huileries de la côte ouest : Tuléar et Majunga.

Les graines utilisées en huilerie sont celles de *Adansonia grandidieri*, bombacée qui est une variété voisine de l'espèce africaine *Adansonia digitata*. Il s'en différencie en particulier par la

concentration en huile plus importante dans l'espèce malgache.

	Teneur en huile de la graine
<i>Adansonia digitata</i>	11 à 14 p. 100
<i>Adansonia Grandidieri</i>	35 à 39 —

Le fruit apparaît sous forme d'une masse volumineuse de forme ronde ou ovoïde qui contient un grand nombre de graines dures noyées dans une pulpe farineuse. Ces graines d'aspect reniforme comprennent une enveloppe ligneuse fortement adhérente à l'amande. Les traitements mécaniques ne peuvent provoquer cette séparation qui est résolue dans le nord du Togo par un traitement à l'eau bouillante suivi d'un décorticage manuel*.

Les graines entourées d'une mince couche de pulpe sèche sont acheminées des régions productrices vers les huileries pour y être traitées. Pour l'année 1959, ces usines ont produit 300 tonnes de tourteau de baobab. Pour l'année 1961, la production dépasse 600 tonnes, avec une proportion de 90 p. 100 pour les huileries de Tuléar. Alors qu'autrefois le traitement ne se faisait que dans des périodes de soudure, il semble qu'actuellement une production plus constante tende à s'établir.

I. — Traitement.

La présence d'une coque ligneuse fortement adhérente aux cotylédons et représentant près de la moitié du poids de la graine va constituer l'obstacle majeur au traitement industriel de cette graine oléagineuse.

Un concassage puissant avant le passage à la presse est ici indispensable et se fait dans des broyeurs à rouleaux qui fournissent un mélange contenant 45 p. 100 de coques et 55 p. 100 d'amandes. La forte proportion de matières ligneuses contenues dans cet ensemble oblige la plupart des usines à réserver certaines presses pour le traitement des graines de baobab et de kapok. Le chauffoir est porté à haute température (105 à 110° C) et la presse est réglée avec un diaphragme de sortie très réduit dans le but d'en augmenter l'efficacité.

(*) BUSSON et PÉRISSÉ. — *Médecine tropicale*, 1957, 17, n° 3.

La richesse particulière des graines de la région de Morombe, Morondava, permet d'extraire jusqu'à 30 p. 100 d'huile sur les 37 p. 100 présents. Cette huile, d'une belle couleur jaune est appréciée par les populations de la côte ouest. Du fait de sa faible odeur, elle peut être utilisée en savonnerie et présente l'avantage de ne subir que très lentement le phénomène du rancissement. Elle s'acidifie peu au cours du stockage.

Le tourteau obtenu se présente en plaques brunes où l'on distingue des parties très foncées correspondant à la coque. L'odeur est agréable et ne varie pas sous l'influence du stockage comme cela se produit avec les tourteaux de coprah et d'arachide.

2. — Composition.

Nous basant sur la teneur en protides, il est juste de classer le tourteau de baobab dans la catégorie des tourteaux pauvres.

On pourra ainsi le comparer avec le tourteau de coprah qui entre dans la même catégorie mais est beaucoup plus connu des nutritionnistes et des éleveurs.

Sa teneur en protides apparaît pourtant comme essentiellement variable sans que l'on puisse vraiment en connaître la cause.

Les études effectuées sur la graine d'*Adansonia digitata* donnent une teneur normale de 35 à 38 p. 100 de protides, alors que les graines d'*Adansonia Grandidieri* en provenance de la région de Morombe nous ont fourni un taux de 11,36 p. 100 de protides ; les taux élevés en protides des productions de Majunga pourraient être expliqués par un mélange de graines des deux variétés de baobab (échantillon 12 et 13).

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	12	13	18	19'	19"	SI
Humidité	8,56	7,21	7,50	8,09	7,97	8,96
Matière sèche	91,44	92,79	92,50	91,91	92,03	91,04
Protides	27,6	23,79	17,14	18,64	18,06	17,18
Lipides	8,29	7,30	10,03	7,65	5,68	5,43
Cellulose	18,76	12,77	15,60	12,91	16,61	29,85
E. N. A.	29,70	41,97	42,75	45,90	44,25	29,22
Matières minérales	7,17	6,96	6,98	6,81	7,43	9,36

D'après une étude récente des graines de baobab due à BUSSON et PÉRISSE, les protides sont caractérisées par les teneurs ci-dessous en acides aminés.

Composition en acides aminés

	Poudre humide	N = 16 p. 100		Poudre humide	N = 16 p. 100
Acide aspartique	3,41	8,81	Méthionine	0,50	1,29
Thréonine	1,25	3,23	Isoleucine	1,47	3,80
Serine	2,00	5,16	Leucine	2,62	6,77
Acide glutamique	8,20	21,18	Tyrosine	1,12	2,89
Proline	1,35	3,48	Phénylalanine	1,96	5,06
Glycine	2,28	5,90	Histidine	0,93	2,40
Alanine	1,30	3,36	Lysine	1,45	3,74
Valine	2,09	5,40	Arginine	3,59	9,27

Il y a lieu de remarquer notamment la richesse en lysine, de cette graine (déficit : 48 p. 100) par comparaison avec l'arachide dont le déficit par rapport à la protéine de l'œuf atteint 58 p. 100.

Le taux de lipides résiduels de ce tourteau est assez semblable aux autres sous-produits provenant de presses continues, mais il faut rappeler que l'huile de baobab, par sa composition, présente la particularité d'être faiblement acide et de ne subir que très lentement les phénomènes de rancissement.

Comme l'on pouvait s'y attendre du fait du mode de traitement de la graine, la teneur en cellulose est particulièrement élevée dans le tourteau. Cet élément, apporté par la coque, est une cellulose fortement lignifiée et donc particulièrement indigestible. L'utilisation du tourteau de baobab ne pourra se faire qu'en mélange avec d'autres constituants très peu celluloses.

Afin de donner un ordre de grandeur dans l'échelle des valeurs fourragères des aliments, nous avons déterminé celle-ci en utilisant la

technique de CHARLET-LERY, FRANCOIS et LEROY : un tourteau de baobab titrant 18,7 p.100 de cellulose Weende a donné suivant la méthode ci-dessus un taux de lignine de 7,08 p. 100 et un coefficient de digestibilité de 64,8 p. 100. La valeur fourragère d'un tel tourteau est de 0,68 U. F./kg.

3. — Matières minérales.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	12	13	18	19	SI
Na.....	13,7	16,4	30	66	
K.....	1.454	1.550	1.456	1.616	
Ca.....	320	283	233	235	506
Mg.....	468	583	423	416	
Fe.....	2,13	2,18	2,95	1,69	
Cu.....	4,45	2,65	4,1	5	
Zn.....	5	2,8	4,6	3,8	
Mn.....	0,042	0,036	0,05	0,042	
P.....	855	708	707	729	593
Cl.....	0,05	0,24	0,05	0,05	
Si O ² ...	350	770	240		3.920
Matières minérales	7.170	6.960	6.980	6.810	9.360

Le domaine des métaux alcalins donne des valeurs en tous points comparables avec ce qui a été vu pour le tourteau d'arachide et le rapport $\frac{K}{Na}$ ne s'écarte que très peu du chiffre de 45 qui apparaît comme assez constant dans les différents tourteaux.

C'est principalement le taux de calcium qui présente ici des valeurs nettement plus fortes permettant de considérer ce tourteau comme très peu déficitaire. Le chiffre du rapport $\frac{Ca}{P}$ s'en trouve relevé et atteint ainsi la valeur de 0,4. Il nous faut mentionner également la richesse en calcium de la pulpe farineuse qui entoure les graines. Celle-ci a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Calcium 320 mg/100 g
Phosphore 108 mg/100 g

On voit tout l'intérêt qu'il y aurait à conserver cette pulpe lors de la séparation des graines et à la mélanger au tourteau après passage à la presse.

Sans attacher une importance particulière à la teneur en magnésium, il nous faut toutefois signaler que le rapport fait apparaître un chiffre déficitaire en magnésium, mais celui-ci peut être comblé par les autres constituants de la ration ou plus aisément par l'addition de tourteau d'arachide.

Dans le domaine des oligo-éléments, il nous faut mentionner un taux très faible en fer contrastant avec un apport satisfaisant de cuivre. Les teneurs en manganèse et en zinc ne subissent que peu de variations.

4. — Apport vitaminique.

Taux en mg/kg

Echantillons	12	13	18	19
Thiamine.....	0,084	0,423	0,237	0,389
Riboflavine ...	1,42	1,07	1,17	1,08
Niacine	19,3	13,4	11,6	11,06

Les travaux de TOURY * et ses collaborateurs sur la graine de *Adansonia digitata* montraient un taux élevé des vitamines C et B₁. Ce dernier atteignait la valeur de 1,8 mg p. 100 dans la graine entière. Des dosages effectués sur la graine d'*Adansonia Grandidieri*, fraîchement récoltée, ont donné des chiffres bien inférieurs et la valeur moyenne s'établit à 0,450 mg/100 g. Nous avons là encore un aspect de la différence existant entre ces deux espèces. Les tourteaux issus de ces graines vont montrer des taux relativement faibles en thiamine et présentant entre eux des différences considérables.

Nous avons déjà signalé le caractère thermolabile de la thiamine et par-là même la destruction qu'elle subit au cours des traitements thermiques que nécessite l'extraction de l'huile. Sans tenir compte de l'échantillon n° 12 dont nous supposons une destruction au cours du stockage des graines, le tourteau de baobab ne réalisera qu'un apport moyen de thiamine bien inférieur aux autres productions.

La riboflavine et la niacine évaluée par les techniques microbiologiques montrent des valeurs

(*) J. TOURRY, P. LUNVEN, R. GIORGI et M. JACQUESSON. *Annales nutrition*, 1957, (5) : 99 XI

également inférieures à celles observées pour les tourteaux de coprah et d'arachide. Dans l'ensemble le tourteau de baobab suffira à peine à combler les besoins vitaminiques du bétail.

5. — Conclusion.

Nous nous sommes étendus un peu plus longuement sur la graine de baobab et sur le tourteau qu'elle est susceptible de fournir car ces produits sont mal connus des utilisateurs. Si quelques études ont été consacrées au baobab d'Afrique Occidentale, rares sont les travaux sur le baobab malgache.

Nous avons vu au cours de cette étude que les graines d'*Adansonia Grandidieri* présentent des différences sensibles avec celles d'*Adansonia digitata*. Si la graine du baobab de Madagascar est riche en huile, elle montre par contre une faible teneur en protides.

Du point de vue alimentation animale, il est certain que cela aura un grand retentissement sur son utilisation, l'apport réalisé par le produit local ne sera que très médiocre et son utilisation n'est possible qu'en complément d'une ration.

Mais il faut bien concevoir que le tourteau ne réalise que le sous-produit du traitement des graines oléagineuses dont l'huile doit apporter le principal bénéfice à l'usinier. Le traitement des graines de baobab, du fait de son rendement élevé, peut être envisagé à Madagascar. Il procurerait ainsi à l'élevage un tourteau à bas prix de revient qui, s'il ne peut à lui seul réaliser l'apport de protides nécessaires est capable cependant en divers points de venir compléter d'autres produits végétaux.

Sa richesse en calcium, en lysine et son stockage facile, représentent déjà des données non négligeables qui motivent son utilisation dans l'alimentation animale.

Tourteau de kapok

Les environs de Majunga présentent de nombreux kapokiers : *Eriodendron anfractuosum*, bombacées dont la graine constitue le sous-produit de la récolte des fibres. Alors que la production de fibres de kapok s'accroît lentement, les quantités de graines traitées en huilerie subissent des fluctuations importantes.

C'est ainsi que les usines de Majunga qui avaient traité 120 tonnes de graines en 1958

n'en ont pressé que 40 en 1961. La cause principale de ces variations vient du faible rendement en huile de la graine qui ne justifie son traitement que dans les périodes difficiles où les autres graines oléagineuses sont insuffisantes à assurer la production d'huile nécessaire à la population locale.

1. — Traitement.

Les capsules brisées laissent échapper de petites graines noires, sphériques, glabres, qui ont de 4 à 6 mm de diamètre. La coque dure est difficile à séparer de l'amande qui contient une huile comestible renfermant 30 p. 100 d'acide palmitique et qui présente un point de fusion de 21 à 23° C. Son utilisation en alimentation n'est possible que sur la côte où elle conserve son aspect liquide.

Le traitement consiste en un broyage de la graine entière, suivi d'un chauffage destiné à rendre l'huile plus fluide, et à faire éclater les cellules. La température réalisée dans le chauffeoir atteint 100 à 110° C pendant 15 à 20 minutes, les graines sont ensuite soumises à la presse qui extrait 70 p. 100 de l'huile contenue dans la graine.

L'usure rapide de la presse provoquée par la dureté des graines, jointe au faible rendement en huile (16 à 17 p. 100) n'encourage pas les industriels à développer cette production locale qui, malgré un bas prix d'achat de la matière première, ne laisse qu'un faible bénéfice.

2. — Composition.

Le rendement en tourteau atteint le chiffre élevé de 60 p. 100 dont nous donnons la composition dans le tableau ci-dessous :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	6	10	11
Humidité	7,18	9,78	8,74
Matière sèche	92,82	90,22	91,26
Protides	15,97	25,83	32,07
Lipides	7,22	8,41	9,46
Cellulose	13,86	19,60	16,43
E. N. A.	46,79	29,40	26,74
Matières minérales ...	8,98	6,98	6,56

Les échantillons de tourteau de kapok que nous avons analysés provenaient des huileries de Majunga. Le tourteau est de couleur très foncée et dégage une odeur de savon, il se brise facilement en menus fragments.

Il nous est difficile de classer ce tourteau dans une catégorie bien définie en fonction de sa richesse en protides, car nous constatons que sur les trois échantillons analysés, cette valeur passe de 15 à 32 p. 100. La cause de cette variation ne peut être trouvée dans un décortiquage plus ou moins complet de la graine ou dans une extraction plus ou moins poussée de l'huile car les teneurs en cellulose et en lipides sont là pour éliminer ces hypothèses. Il semble qu'il faille plutôt attribuer ces variations à des espèces différentes ou à des stades de végétation plus ou moins avancés. Ce fait a d'ailleurs été déjà signalé et CURASSON dans son ouvrage « les Pâturages et les aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales » donne les chiffres obtenus avec deux échantillons différents :

	Afrique Occidentale	Kenya
Protéine	15,02	27,0
Extrait éthéré.....	3,5	7,1
Cellulose	10,5	25,8
E. N. A.	51,79	10,3

Si dans ce cas on peut évoquer l'origine, il ne peut en être de même dans les échantillons que nous mentionnons et qui viennent tous trois des environs de Majunga. Il y a là une cause inconnue mais qui engendre une difficulté d'utilisation pour l'incorporation dans un aliment équilibré. Il faut ajouter à cela que des essais effectués sur différents animaux de ferme ont montré des valeurs nutritives très faibles ou nulles et même des phénomènes d'intoxication chez le porc.

À côté de ce taux variable de protides vient s'ajouter une proportion élevée de cellulose dont le chiffre moyen évalué à 17 p. 100 viendra s'opposer à l'utilisation dans de fortes proportions chez les monogastriques ou la volaille.

3. — *Matières minérales.*

Dans le domaine des matières minérales, le taux apparaît comme relativement constant

s'il n'est pas perturbé par un apport exogène de silice comme cela se présente pour l'échantillon n° 6.

Le déficit du rapport $\frac{K}{Na}$ est ici également très accentué, mais par contre, nous sommes frappés par la valeur élevée en calcium qui permet d'avoir des rapports $\frac{Ca}{P}$ allant de 0,46 à 0,70.

De même le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ se situera autour de 1,4 pouvant ainsi corriger de nombreux constituants de la ration et amener ce rapport vers une valeur proche du chiffre optimum.

Les oligo-éléments présentent des chiffres comparables aux autres tourteaux et qui suffiront dans l'ensemble à satisfaire les besoins vitaux.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	6	10	11
Na	34,5	14,5	13,4
K	1.833	1.650	1.550
Ca	482	478	493
Mg	676	650	680
Fe.....	21,85	1,32	1,92
Cu	3,67	4,07	4,17
Zn	3,04	4,2	5,3
Mn	4,6	4,2	4,3
P	689	949	1.056
Cl.....	0,21	0,07	0,10
Si O ²	3.330	560	350
Matières minérales .	8.980	6.980	6.560

4. — *Apport vitaminique.*

Taux en mg/kg

Echantillons	6	10	11
Thiamine	0,145	0,050	0,045
Riboflavine	1,80	1,83	1,72
Niacine	11,7	19,97	18,6

Prenant toujours le tourteau d'arachide comme point de repère, on observe un énorme déficit de la teneur en thiamine.

La teneur en riboflavine est très voisine des autres tourteaux et le taux de niacine s'avère comparable aux autres tourteaux (coprah et baobab).

5. — Conclusion.

En nous basant sur les chiffres de l'analyse, nous voyons que cette production est difficilement utilisable dans la fabrication des aliments composés du fait de sa variabilité et de son taux élevé en cellulose. Il présente par contre l'avantage de réaliser un apport de calcium non négligeable et de constituer une source de protéines à bon marché. Mais nous ne pensons pas que cela suffise à encourager l'utilisation d'un tourteau dont la faible valeur nutritive et les difficultés que représente le traitement des graines, constituent deux raisons majeures s'opposant à son développement.

l'espèce *Gossypium hirsutum* dont on utilise les variétés *Acala 4-42*, *Acala 15.17 C* et *Stoneville 3 B*.

Les graines débarrassées de leurs fibres se présentent sous forme de boules blanches dont l'aspect duveteux vient de la présence de nombreux poils courts qui forment le « linter ». Lorsqu'on l'enlève, la graine apparaît comme une petite masse ovoïde de 7 à 10 mm de long, brun noirâtre. Un spermodermé épais et dur recouvre l'amande de couleur jaune.

1. — Traitement.

De la constitution de la graine, nous déduisons la suite des opérations à entreprendre pour séparer l'huile du reste de l'amande.

Le premier point va consister en un traitement mécanique de la graine qui va la débarrasser du linter. Elle est ensuite brisée grossièrement en vue de séparer l'amande du spermodermé,

Quantités exprimées en milliers de tonnes

Années	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Production de coton-graine	2,6	3,6	4,8	6,1	8,2	11,2	15,5	20	24	26	26
Production de tourteau	0,7	1	1,3	1,6	2,2	3	4,2	5,4	6,5	7,2	7,2

Tourteau de coton

La vallée du Bas-Mangoky, dans le sud-ouest de Madagascar, a été choisie pour le développement de la culture du cotonnier et les graines obtenues après récolte des fibres sont acheminées sur Tuléar où elles sont traitées en huilerie.

L'utilisation du tourteau de coton en nutrition animale est largement développée et constitue un produit de choix pour l'établissement des aliments concentrés. La production n'a été vraiment importante qu'à partir de l'année 1961 où elle a atteint 523 tonnes. Elle ira sans cesse croissant au cours des années à venir et les prévisions communiquées par la Compagnie française pour le développement des fibres textiles permettent de classer cette production, immédiatement après l'arachide.

Le coton cultivé à Madagascar appartient à

l'action d'une soufflerie ou le passage sur des tamis, parfait cette séparation qui donne des amandes brisées et débarrassées de leur enveloppe. Un broyage plus complet va permettre à celles-ci d'être amenées dans le chauffoir, où le passage se fait à une température de 95 à 100° C pendant 15 mn, le transfert dans la presse élève légèrement cette température mais le séjour ne dure que quelques minutes si bien que l'on peut admettre que le tourteau n'a jamais dépassé la température de 110° C.

Malgré ce traitement efficace, le rendement en huile est faible et ne dépasse jamais 17 p. 100 alors que les dosages effectués sur la graine entière délintée indiquent une teneur de 26 p. 100.

2. — Composition.

A la sortie de l'expeller, on obtient un tourteau jaune, d'odeur agréable, et qui a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillon	23
Humidité	6,01
Matière sèche	93,99
Protides	46,36
Lipides	9,23
Cellulose	4,95
E. N. A.	26,07
Matières minérales.....	7,38

De par sa teneur en protides, nous devons rapprocher ce tourteau de celui d'arachide et le classer dans les tourteaux riches.

Nous pouvons également constater le faible taux de cellulose, signe d'un décortiquage efficace.

Sans nous étendre sur la valeur protéique du tourteau de coton, il nous suffira de rappeler les travaux d'OLCOTT et FONTAINE * qui ont montré la baisse de cette valeur provoquée par un autoclavage plus ou moins poussé de la graine.

3. — Matières minérales.

Sur le plan des éléments minéraux, le tourteau de coton se rapproche beaucoup du tourteau d'arachide.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillon	23
Na.....	22,5
K	1.750
Ca	89
Mg.....	308
Fe	2,77
Cu	2,95
Zn	5,8
Mn.....	2,5
P	1.343
Cl	0,034
Si O ²	0,28
Matières minérales.....	7.380

(*) Cités par R. JACQUOT et R. FERRANDO : « Les Tourteaux ».

Les éléments alcalins sont particulièrement perturbés et le rapport $\frac{K}{Na}$ sera déséquilibré avec une valeur de 77.

De même le rapport phosphocalcique présentera un chiffre très bas : $\frac{Ca}{P} = 0,06$. Il est donc évident que la supplémentation en Na et surtout en Ca devra être importante pour rétablir des valeurs favorables à l'utilisation animale.

4. — Apport vitaminique.

L'apport vitaminique réalisé par le tourteau de coton est rassemblé dans le tableau ci-dessous :

Taux en mg/kg

Echantillons	23.
Thiamine	5,10
Riboflavine	2,37
Miacine	26,8

La valeur obtenue pour la thiamine est du même ordre que les chiffres trouvés avec le tourteau d'arachide. La richesse en riboflavine apparaît, par contre, plus élevée, mais le taux de niacine inférieur à l'arachide se rapproche de celui du coprah.

5. — Conclusion.

Nous pouvons résumer le tableau du coton en disant qu'il se caractérise comme un tourteau riche en protides et en vitamines, qu'il se rapproche ainsi de l'arachide, en faisant toutefois une réserve sur la qualité des protéines.

Nous ne pouvons terminer ce paragraphe sur le coton sans mentionner l'existence d'un principe toxique contenu dans le tégument de la graine : le gossypol. Le dosage effectué sur l'échantillon analysé a montré un taux très faible de ce principe (0,025 p. 100). Bien qu'il soit impossible de se baser sur ce chiffre pour en tirer une conclusion du fait des variations que subit ce taux de gossypol selon les variétés, les terrains et les conditions culturales, il est cependant permis d'invoquer le décortiquage efficace auquel est soumise la graine pour justifier ce chiffre ; l'action de la chaleur est susceptible de contribuer également à cette détoxication.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'extension de la culture des graines oléagineuses est prévue dans les objectifs immédiats du plan de développement de la République Malgache.

Les prévisions permettent d'espérer une production de 80.000 tonnes d'arachides en 1972 et 120.000 tonnes en 1982. Pour le coton, les services responsables pensent produire 24.000 tonnes de graines en 1970. Quant aux autres graines dont l'importance est moindre, elles contribueront à la satisfaction des besoins de Madagascar en matières grasses.

Le traitement industriel des oléagineux intéresse tout particulièrement le service de l'élevage en lui fournissant les tourteaux dont l'utilisation alimentaire s'avère chaque jour plus importante. Leur emploi est indispensable dans la constitution de rations équilibrées telles que les conçoivent les nutritionnistes. Pour réaliser cela, la qualité des produits doit être constante et le prix de revient le plus bas possible. Réaliser ces deux impératifs est particulièrement délicat. Il nécessite l'utilisation d'un matériel entretenu avec soin afin que la chaîne des opérations qui transforme la graine en tourteau ne comporte aucun maillon défaillant. Quant à l'abaissement du prix de revient, il pourra se faire d'abord par un taux d'extraction plus élevé, et en cela nous rejoignons les conditions ci-dessus exposées, mais il sera facilité par l'utilisation des sous-productions à bas prix de revient comme le tourteau de baobab. En le mélangeant avec le tourteau d'arachide, il sera possible d'obtenir un composé riche en protéides, dont la teneur en cellulose sera acceptable, et qui, pour les autres constituants, sera plus équilibré que chacun des deux pris séparément.

A côté des avantages que présente la production locale de graines oléagineuses et ses utilisations possibles, nous nous devons de signaler les défauts que l'on rencontre et dont le principal est la proportion élevée d'huile résiduelle.

Le passage dans les presses de type ancien usées a pour conséquence de laisser un résidu huileux qui atteint le chiffre moyen de 10 p. 100 avec des écarts parfois énormes. Cette huile qui a été fortement chauffée est particulièrement apte à rancir du fait de la destruction d'une

grande partie des antioxydants naturels de la graine.

Les phénomènes complexes du rancissement vont se développer à un rythme rapide qui sera fonction des conditions de stockage : on assistera à un développement abondant des peroxydes et à une acidification sans cesse croissante qui, en quelques mois, atteindra 50 p. 100 des acides gras. L'influence du climat ne semble pas jouer un rôle de premier plan puisque ce rancissement est d'une importance voisine dans les différentes régions de Madagascar.

A cela, un seul remède peut être proposé : procéder à une extraction par les solvants qui va réduire le taux des lipides résiduels à 1 p. 100.

Sans provoquer un bouleversement complet de l'industrie des graines oléagineuses, il peut être envisagé un premier traitement des graines correctement décortiquées puis pressées dans les usines actuelles, ce qui livrerait un tourteau contenant de 8 à 10 p. 100 d'huile.

L'ensemble de la production d'une région serait alors repris par une usine d'extraction par solvant qui procéderait à la récupération de l'huile résiduelle et livrerait un tourteau ne contenant que très peu de lipides. Le coût d'une telle installation et les tonnages importants qui sont nécessaires à son bon fonctionnement, une vingtaine de tonnes par jour, obligent à une concentration des usines pour assurer un fonctionnement rationnel.

Si nous nous plaçons du point de vue élevage, ce procédé aurait l'avantage de livrer sur le marché un produit plus facile à stocker, mais il aurait également pour résultat de permettre un meilleur rendement en huile et une valorisation plus complète des graines oléagineuses.

Nous ne ferons que signaler en passant tout l'intérêt que présente une telle usine pour le traitement des sons de riz dont la teneur en huile, habituellement de 12 p. 100, peut atteindre 16 à 20 p. 100 et présentent comme dans le cas des tourteaux les mêmes problèmes de stockage et de conservation.

Si les lipides résiduels constituent le premier obstacle à vaincre, nous nous devons de signaler également les accidents causés par l'ingestion de tourteau d'arachide infesté par un champignon : *Aspergillus flavus*.

La présence de nombreuses hépatites toxiques chez le porc nourri avec des rations riches en

tourteau d'arachide a orienté nos travaux vers la recherche d'un principe toxique secrété par une moisissure. Les chercheurs du « Tropical Products Institute » de Londres, et du « Central Veterinary Laboratory » de Cambridge, qui avaient les premiers signalé l'existence de cette substance, ont mis au point une technique d'extraction et de concentration qui rendait possible un test de toxicité sur des canetons*.

Les travaux effectués par les différents services du Laboratoire central de l'élevage de Tananarive viennent d'apporter la preuve de la présence de ce facteur toxique dans un échantillon de tourteau d'arachide qui a causé de nombreux accidents chez le porc.

En attendant que le problème de la lutte contre ce champignon soit résolu, un test rapide sur canetons a été mis au point qui permet d'éliminer les tourteaux toxiques. Les travaux se poursuivent pour l'identification du principe toxique et pour la recherche des anti-fongiques capables d'éviter cette pollution.

Comment peut-on envisager dans l'avenir la production de tourteaux à Madagascar ?

(*) SARGEANT (K.), O'KELLY (J.) CARNAGHAN (R. B.A.) et ALLCROFT (R.). *Vet. Record*, Vol. 1961, 73 (46) : 1219.

Il nous sera facile de résumer la situation : une production de graines oléagineuses sans cesse croissante ainsi que le développement de nouvelles cultures permettront d'alimenter les presses existantes.

La question de la production de l'élément de base peut donc être considérée comme résolue.

C'est principalement vers le matériel de traitement de ces graines que quelques améliorations sont indispensables : en premier lieu, l'existence d'une unité d'extraction des tourteaux par les solvants, ceci s'appliquant au produit sortant des presses actuelles. Ensuite, il serait nécessaire que les opérations de triage et de décortilage soient effectuées avec le plus grand soin afin d'éviter des variations continuelles dans la composition du produit obtenu. Cela ne nécessite pas la modification des installations existantes mais simplement le réglage précis des machines employées à cet effet et le contrôle continu de leur fonctionnement.

Si ces conditions étaient réalisées, la fabrication des aliments équilibrés du bétail serait grandement facilitée et le développement simultané des graines oléagineuses et de l'élevage pourrait être envisagé avec confiance.

Laboratoire Central de l'Elevage
« J. Carougeau »
TANANARIVE.

BIBLIOGRAPHIE

1. GOLSE (J.). — **Précis de matière médicale.**
2. HENRY (Y.). — **Plantes à huile** (Armand Colin, Editeur).
3. JACQUOT (R.), LE BARS (H.), SIMONNET (H.). — **Données générales sur la nutrition et l'alimentation** (J. B. Baillière, Editeurs).
4. JACQUOT (R.) et FERRANDO (R.). — **Les « Tourteaux »**. — (Vigot Frères, Editeurs).
5. ULRICH (R.). — **La vie des fruits** (Manon et Cie, Editeurs).
6. **Institut de recherches agronomiques à Madagascar.** — L'arachide à Madagascar. Etude agronomique.
7. **Commissariat général au plan économique Malgache.** — (République Malgache). Evolution 1950-60. Tananarive, juin 1962.