

Impact des innovations techniques sur l'extraction du beurre de karité en Afrique de l'Ouest

Gouyahali SON^{1*}, Siédouba Georges YE¹, Abdoulaye KABORE¹,
Youssef TONI¹, Roger NEBIE²

Résumé

Ces dernières années l'extraction du beurre de karité est devenue une activité génératrice de revenus pour les femmes en Afrique de l'Ouest, en raison de l'intérêt de ce produit sur le marché international. Pour accroître la production et réduire la pénibilité, trois barattes ont été mises au point au Ghana, au Bénin et au Burkina Faso. La présente étude a permis d'évaluer les performances techniques de ces différentes barattes, tout en mettant en évidence la pertinence de ces technologies par rapport à la méthode d'extraction traditionnelle par barattage. Les résultats montrent que la mécanisation du barattage réduit la durée du malaxage de 24 à 34 mn / cycle et améliore la productivité : 1 kg/mn de pâte contre 0,24 kg/mn pour le barattage manuel. Toutefois, le taux d'extraction est meilleur par la méthode traditionnelle : 87,89 % contre un taux moyen de 76,76 % pour les barattes. Les performances des barattes évaluées sont quasiment équivalentes et le choix dépend de l'ergonomie et des conditions socio-économiques des utilisateurs.

Mot-clés : beurre de karité, extraction par barattage, durée des opérations, productivité.

Impact of technical innovations on the shea butter extraction in West Africa

Abstract

Shea butter has become an incoming generating activity for West African women in these last years because of its interest on international market. To increase the production and reduce the painfulness, three kneaders were developed in Ghana, Benin and Burkina Faso. This study has assessed there technical performance, while highlighting its relevance technologies compared to the traditional kneading method. The results show that the mechanization of kneading reduces the duration of mixing from 24 to 34 mn/cycle and improves productivity: 1 kg/mn against 0, 24 kg/mn in manual kneading. However, the extraction rate is better by traditional method: 87, 89 % compared with an average mean: 76,76 % for kneaders. The kneaders evaluated, are equivalent and the choice depends on the socio-economic conditions of users.

Keywords: shea butter, extraction by kneading, duration of operations, productivity.

¹ Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, 03 BP 7043 Ouagadougou 03, Burkina Faso
tél. (226) 50 36 37 86

² Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, 03 BP 7043 Ouagadougou 03, Burkina Faso
tél. (226) 50 35 70 21

* Auteur correspondant : dm@fasonet.bf

Introduction

Le karité (*Vitellaria paradoxa*), ou shea tree en anglais, est un arbre fruitier sauvage indigène des savanes semi-arides et subhumides de 18 pays d'Afrique subsaharienne entre 600 et 1500 mm/an (BONKOUNGOU, 2002). Avec 10 % de la production en Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso est le troisième producteur après le Nigéria (61 %) et le Mali (12 %), (CNUCED, 2006).

Les amandes de karité contiennent entre 45 et 55 % de matière grasse (FAO, 1991). Les industriels des pays du Nord préfèrent avoir un meilleur contrôle de la qualité du beurre, en assurant eux-mêmes l'extraction (DIAWARA *et al.* (1), 2007). Selon l'Institut National de la Statistique et Démographie, l'exportation des amandes de karité a généré près de 12 millions de dollars en 2003 au Burkina Faso. La matière grasse des amandes de karité est utilisée dans les industries des pays du Nord dans les produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (ZIBA et YAMEOGO, 2002). Le marché local du beurre, quant à lui, se caractérise par une consommation de plus en plus diversifiée (consommation des ménages en l'état, fabrication de produits cosmétiques par de petites unités locales, fabrication des savons, etc.). Ces usages font des amandes et du beurre de karité des produits du commerce international. L'extraction du beurre de karité est une activité génératrice de revenu qui mobilise plus de 1 340 groupements de femmes soit environ 500 000 femmes (DIAWARA *et al.* (1), 2007). C'est pourquoi les gouvernements ont porté une attention particulière à cette activité qui concerne cette couche sociale la plus vulnérable.

L'extraction de la matière grasse des amandes peut se faire par pressage à partir des broyats, par cuisson ou par barattage de la pâte (YAMEOGO et BAMBA, 2005). C'est dans ce contexte que pour faciliter l'accès des femmes au marché international que des presses à karité et des barattes ont été développées en Afrique de l'Ouest. Toutefois, la fiabilité et les performances techniques sont mal connues (YAMEOGO et BAMBA, 2005), ce qui engendre des difficultés de choix pour les utilisateurs. C'est pour contribuer à une meilleure connaissance des barattes développées que cette étude d'évaluation technique a été entreprise en comparaison avec la méthode traditionnelle manuelle de barattage.

Matériel et méthodes

Quatre types de barattes ont été identifiés en Afrique de l'Ouest. Il s'agit de :

- la baratte à cuve horizontale, d'une capacité de 15 à 20 kg de pâte à moteur électrique de 2,5 kW, développée par M. Sory, un artisan de Banfora au Burkina Faso qui n'a pu être évalué par suite de défaillances mécaniques ;
- la baratte manuelle à cuve verticale du Centre Ecologique Albert Schweitzer (CEAS), d'une capacité de 30 kg de pâte (figure 1) ;
- la baratte à cuve verticale d'une capacité de 30 kg de pâte, animée par un moteur thermique ou électrique de 11kW de Gratis Foundation du Ghana (figure 2) ;
- la baratte COBEMAG du Bénin de 30 kg de pâte, également à cuve verticale (figure 3), animée par un moteur thermique de 4,8 kW.

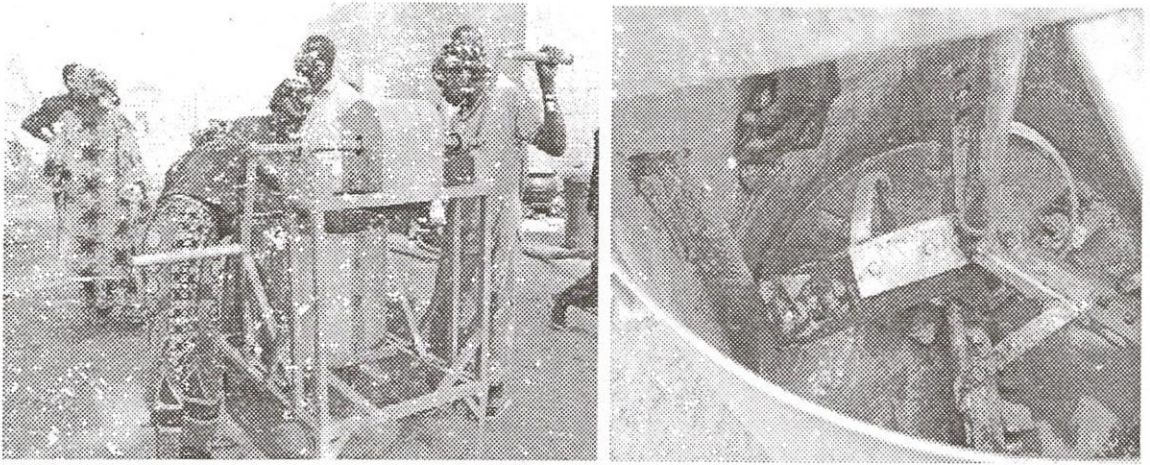


Figure 1. Vues extérieure et intérieure de la baratte manuelle CEAS.

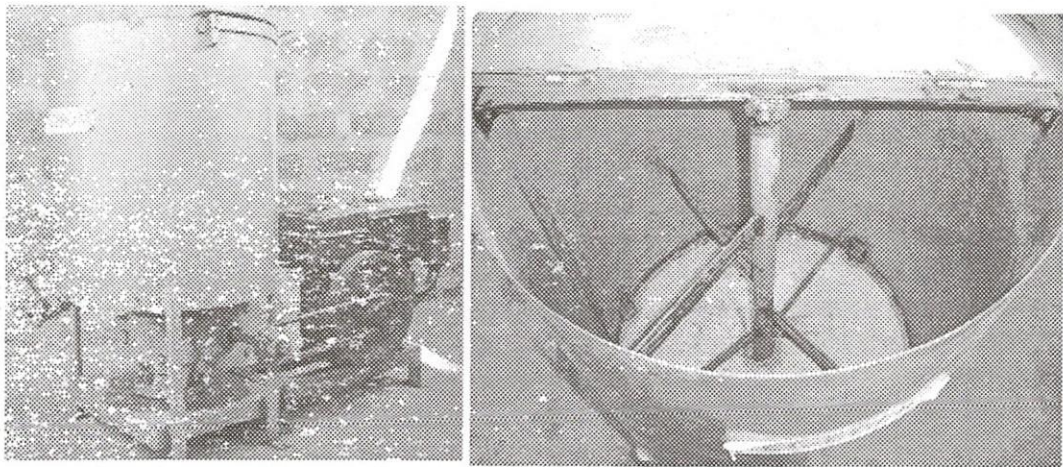


Figure 2. Vues extérieure et intérieure de la baratte COBEMAG.

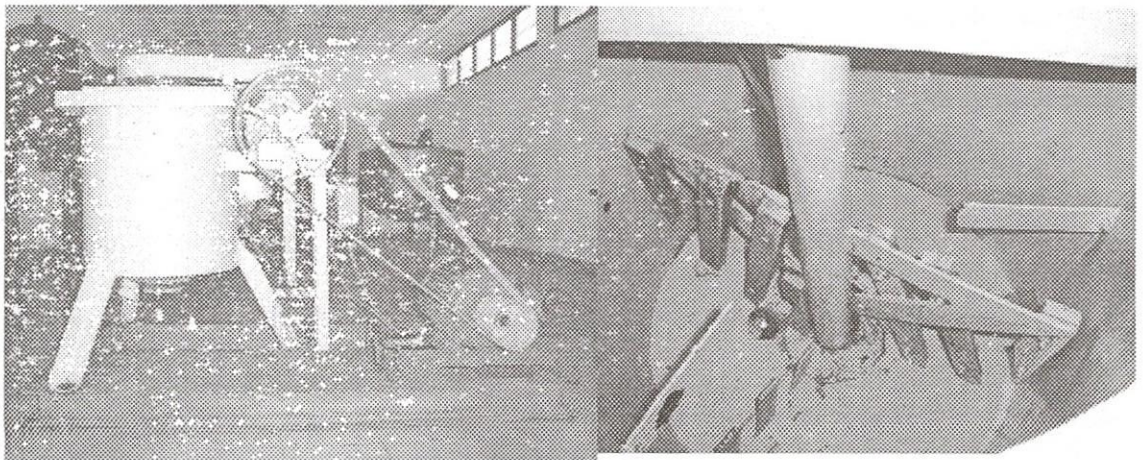


Figure 3. Vues extérieure et intérieure de la baratte Gratis Foundation.

Ces barattes diffèrent entre elles par les puissances mises en jeu, la configuration des châssis et transmissions, les poids, les vitesses de rotation, la forme, la disposition et le nombre de pâles. Les matériaux utilisés pour la cuve en contact avec le produit à traiter ne sont pas en acier inoxydable sauf la cuve horizontale de la baratte de Sory.

Les amandes utilisées proviennent de la même zone écologique, de la même année de récolte et du même procédé de traitement des noix et amandes. Ces amandes ont été triées, lavées, séchées, broyées, torréfiées et moulues dans les mêmes conditions. L'évaluation a été réalisée en trois séries d'essais. Il a été observé que la température de la pâte à la sortie du moulin se situe entre 75 et 78 °C, ce qui nécessite un refroidissement. La pâte obtenue est refroidie pendant une nuit dans des bassines plastiques pour la première série et dans des bassines en aluminium pour la dernière série. Quant à la prise en compte de la température ambiante, les travaux ont toujours démarré tôt le matin, pour se donner plus de chances de terminer le barattage avant les heures chaudes de la journée.

La première série des essais a concerné le barattage manuel. La deuxième série a concerné le barattage mécanique avec les barattes de CEAS et de la COBEMAG et de manière alternative. Cette alternance a pour objet la prise en compte de l'impact de l'évolution de la température ambiante au cours des essais. La troisième série a concerné l'utilisation de la baratte de Gratis Foundation.

La mise en œuvre de ce travail expérimental a nécessité l'intervention de femmes très expérimentées dans la méthode manuelle traditionnelle et ayant une connaissance du barattage mécanisé. Ces compétences ont été sélectionnées au sein de l'association Ragussi qui est reconnue pour la production du beurre biologique à l'exportation. Cette équipe a assuré toutes les opérations préparatoires de la matière première jusqu'à la fin des opérations d'extraction pour toutes séries d'essais. Pour le barattage manuel, deux groupes de ces femmes ont travaillé en trois répétitions avec des quantités choisies librement, variant entre 9 et 12 kg de pâte, en fonction de leur capacité physique. Pour les barattes, il a été utilisé des quantités de 20 ; 25 et 30 kg de pâte avec au moins trois répétitions par baratte.

L'expérimentation a été basée sur l'observation et les mesures sans modifications majeures des habitudes de travail des femmes, afin de profiter au maximum de leur savoir-faire. Pour minimiser les risques d'erreur de mesures des dispositions ont été prises. Il s'agit :

- du maintien des mêmes acteurs dans les postes de travail pendant tous les essais ;
- des méthodes et équipements de mesures qui sont restés les mêmes avec les mêmes opérateurs durant tous les essais.

Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés portent sur le poids et les températures de la pâte (début et fin de chaque opération) et par lot et la durée du malaxage, du chargement de la pâte dans les barattes, du barattage et du prélèvement de l'émulsion.

Le matériel de mesures utilisé se compose :

- d'une balance industrielle OHAUS (capacité : 100 kg ; précision 10 g ; résolution d'arrondissement 0,01 kg) pour la mesure des quantités de pâte ;
- d'une balance de laboratoire SARTORIUS (Poids maximal 3100 g ; Précision : 0,1 g) pour la mesure du poids de l'huile obtenue après décantation ;

- d'un thermomètre Ckectemp 1 (Etendue de mesure : -50 °C/+150 °C ; Précision : ± 0,3 °C à ± 0,5 °C ; Résolution d'affichage : 0,1 °C ; Longueur de la sonde : 160 mm) pour les relevés de la température ambiante ;
- d'un thermomètre Waterproof (Etendue de mesure : -50 °C/+300 °C ; Précision : ±1 °C ; Résolution d'affichage : 0,1 °C ; Longueur de la sonde : 125 mm) pour les mesures de température de la pâte et de l'huile ;
- d'un chronomètre digital pour la détermination des durées d'opération ;
- d'un compte-tour pour la mesure de la vitesse de rotation des barattes.

Les observations ont porté sur l'ergonomie des équipements, la demande énergétique et la pénibilité des opérations, etc.

A partir des résultats des mesures, il a été calculé :

- le rendement pondéral : $(\text{Poids de l'huile décantée}) / (\text{Poids de la pâte utilisée}) \times 100$;
- le taux d'extraction : $(\text{Poids de l'huile décantée}) / (\text{Poids de la pâte utilisée} \times \text{Teneur en matière grasse des amandes}) \times 100$;
- la productivité horaire pour déterminer la quantité de pâte travaillée (malaxage, barattage) en une unité de temps par opératrice.

Malgré les dispositions prises pour réduire les distorsions des mesures, il n'en demeure pas moins que des insuffisances ont pu se glisser dans la mise en œuvre des essais ; toutefois les effets négatifs peuvent être négligés.

Résultats et discussions

Les observations ont permis de constater que le barattage comporte les phases d'homogénéisation, de malaxage, de barattage proprement dit et de la remontée et du prélèvement de l'émulsion. En barattage mécanisé, il y a, en plus, le chargement de la pâte malaxée dans la baratte. En effet, lors du refroidissement de la pâte, il se forme une pellicule en surface due au dessèchement. L'homogénéisation a pour objet de briser cette pellicule et de rendre homogène tout le volume de la pâte mise en jeu. Le malaxage consécutif d'homogénéisation consiste à un pétrissage au cours duquel la couleur de la pâte évolue d'un marron foncé vers une couleur blanchâtre. C'est à cet état que le barattage commence et prend fin avec l'apparition d'un état crémeux dans la pâte qui devient facilement détachable de la main. En ce qui concerne le barattage mécanique, la pâte est mise dans la baratte dès la première phase de changement de couleur lors du malaxage. Au cours des essais, aussi bien en barattage manuel que mécanisé, on observe des ajouts d'eau dans la pâte à des fréquences et des quantités, selon le stade de l'opération.

Les mesures de températures initiales de la pâte au début du malaxage se situent entre 28 et 33 °C pour le barattage mécanisé et 36 et 42 °C en manuel (tableau I). Cette différence entre les deux méthodes est due au fait que la pâte de la première série a été stockée dans des bassines en plastique qui ont une faible conductibilité thermique. Il est à noter par ailleurs que la température de la pâte, à la température ambiante, a évolué de 42 °C à 28-32 °C entre le début et la fin du barattage manuel. Il est important d'utiliser des récipients de bonne conductibilité thermique (bassines en aluminium) pour stocker la pâte après mouture pour le refroidissement.

Tableau I. Température initiale de la pâte.

	CEAS	COBEMAG	Gratis	manuel
Moyenne (°C)	28,73	30,43	30,63	38,98
Ecart type	1,04	1,08	1,54	3,45

Le malaxage accompagné d'ajouts d'eau a permis de réduire les températures de la pâte à la fin de l'opération. Elles se situent entre 27,5 et 32 °C, aussi bien en manuel qu'en mécanisé (tableau II).

Tableau II. Températures de fin de malaxage.

	CEAS	COBEMAG	Gratis	manuel
Moyenne (°C)	29,37	30,88	28,52	30,58
Ecart type	0,7	0,88	0,99	1,02

Au cours des opérations de malaxage, lorsque la pâte est chaude (autour de 40 °c) l'opératrice suspend de temps à autre le malaxage pour la laisser refroidir à l'air ambiant afin de rester dans la bonne plage de viscosité, au lieu de continuer à ajouter de l'eau tiède. Quand la pâte est refroidie en dessous de 28 °C, elle devient plus visqueuse et demande plus d'efforts et de l'eau chaude pour diminuer la viscosité. La pâte est jugée prête à subir le barattage proprement dit quand elle présente une apparence brillante et que sa température est entre 27,5 et 32 °C, en barattage manuel. KASSAMBA (1997) propose une plage de température comprise entre 30 à 40 °C. Les résultats obtenus ont donc permis de donner plus de précision sur la température de fin de malaxage.

Les mesures en six répétitions en barattage manuel ont montré que la durée du malaxage est autant plus longue que la température initiale de la pâte est élevée (figure 4).

La durée du malaxage en barattage manuel demande au moins deux fois plus de temps qu'en barattage mécanisé, indépendamment des quantités de pâte mises en jeu (tableau III).

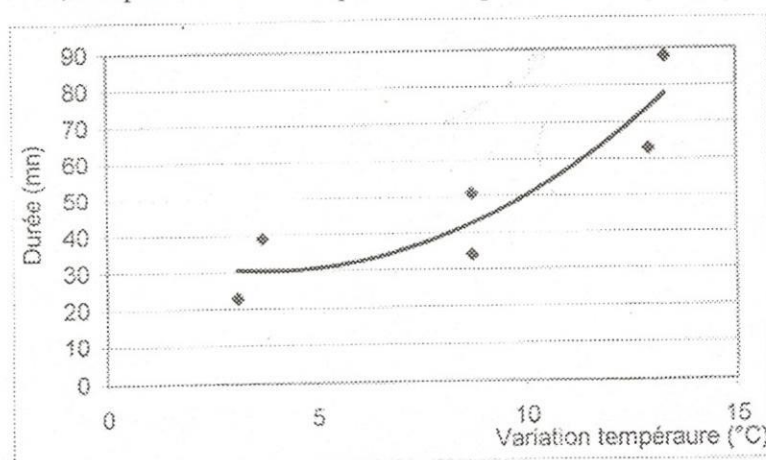
**Figure 4.** Evolution de la durée en fonction des variations des températures initiale et de fin de malaxage.

Tableau III. Durées de malaxage en barattage manuel et mécanique.

Opération	CEAS	COBEMAG	Gratis	manuel
Moyenne (mn)	18,67	20,50	16,33	49,67
Ecart type	3,05	3,11	5,74	23,32

La faible durée du malaxage dans le process mécanisé (18 mn \pm 4,88) s'explique par l'arrêt de l'opération dès le premier changement de la couleur de la pâte, alors que le barattage traditionnel manuel a une durée moyenne de 49,67 mn \pm 23,32.

La faible variation de la durée de malaxage entre les barattes pourrait être imputée à la maîtrise des équipements.

Le barattage qui succède au malaxage nécessite un rythme plus accéléré en barattage manuel comme mécanisé par rapport au malaxage. Si la plage de température de fin de barattage mécanique se situe entre 31 et 29 °C, celle du barattage manuel a été plus élevée dans le cadre de ces essais et a varié entre 33 et 30,5 °C (tableau IV).

Tableau IV. Température de fin de barattage.

Opération	CEAS	COBEMAG	Gratis	manuel
Moyenne (°C)	29,55	30,1	30,42	31,7
Ecart type	0,92	0,9	0,76	1,11

La durée du barattage varie entre 13 et 14 mn aussi bien en barattage mécanique que manuel. Les écarts moyens de température entre le début et la fin du barattage sont 1,37 °C \pm 1,09 en barattage mécanique et en manuel de 1,23 °C \pm 0,78.

En comparant les opérations du malaxage et du barattage, il ressort que la durée du malaxage et les variations de température de début et de fin de malaxage sont plus importantes en barattage manuel que mécanique. Pourtant KASSAMBA, 1997 et DIAWARA *et al.* (2), 2007 font remarquer que le succès du barattage réside dans l'harmonisation de trois facteurs que sont la température de la pâte, la quantité et la température de l'eau ajoutée à la pâte et le rythme du barattage. Les résultats montrent qu'un malaxage bien conduit facilite beaucoup le barattage. Toutefois, les variations de température au cours du barattage doivent rester faibles. En effet, la variation de la température de la pâte est difficile à maîtriser. L'effet du battage et surtout l'échange thermique qui se produit entre la pâte et le milieu ambiant entraînent une variation imprévisible de la température de la pâte. Cette variation est beaucoup plus constatée quand l'écart de température entre la pâte et le milieu ambiant est élevé et peut se traduire soit par une baisse ou une augmentation de la température de la pâte selon le gradient de transfert. C'est pour maintenir la température de la pâte dans une plage donnée que l'opératrice procède à des ajouts répétés d'eau au cours du barattage. Ces ajouts d'eau permettent aussi de vérifier le crémage de la pâte en fin de barattage.

En d'autres termes, les paramètres les plus importants à maîtriser durant les processus de barattage et le malaxage sont la température et la viscosité de la pâte. Ces deux paramètres sont déterminés par le savoir-faire des opératrices sans aucun instrument de mesure, aussi bien dans

le barattage mécanisé que manuel. Il en résulte le besoin de définir des instruments de contrôle du dosage de l'eau en fonction de la température de la pâte et de l'eau d'addition.

En outre, ces résultats montrent que la baratte quelle soit manuelle ou motorisée permet un gain de temps substantiel par rapport au barattage traditionnel manuel. En conséquence la durée du barattage mécanique est réduite.

Prélèvement de l'émulsion

A la fin du barattage, des ajouts de grandes quantités d'eau à température relativement proche de celle de la pâte sont effectués, tout en maintenant une agitation du mélange d'une part pour réduire la présence des broyats emprisonnés dans la masse crémeuse et d'autre part pour favoriser le flottement et le rassemblement de cette masse crémeuse afin de faciliter le prélèvement.

Au prélèvement de l'émulsion, les opératrices de Ragussi relèvent des difficultés en raison de l'encombrement dû à la transmission des barattes. Dans cette même logique, les systèmes de vidage des barattes méritent une attention pour améliorer la salubrité des lieux de travail et réduire la pénibilité du nettoyage de la cuve.

L'émulsion produite par barattage subit plusieurs lavages avant la cuisson, suivie de la décantation et de la filtration.

Productivité des barattes comparée au système manuel

Le tableau V synthétise l'efficacité d'extraction des différentes barattes et du système manuel. En barattage manuel, le taux d'extraction est 87,89% alors que le meilleur résultat avec les barattes est à 79,18 % avec celle de Gratis Foundation, suivies de la baratte CEAS (75,5 %) et celle de COBEMAG (74,34 %). Les rendements pondéraux sont dans le même ordre de performances. La faible performance de la baratte COBEMAG pourrait être liée à la forme et au nombre de pâles et/ou à la vitesse de rotation. En effet, aucune indication n'est disponible pour régler la vitesse du moteur thermique. Cette vitesse était faible au début de l'opération et plus accélérée lors de la phase apparition de l'émulsion. Il conviendrait de régler la vitesse de rotation à une vitesse équivalente à celle de la baratte Gratis foundation qui a une vitesse constante pour tirer des conclusions.

Tableau V. Rendements pondéraux et taux d'extraction obtenus des essais.

	Barattage manuel	Baratte CEAS	Baratte COBEMAG	Baratte Gratis
Rendement pondéral	42,73	39,54	38,93	41,47
Taux d'extraction (%)	87,89	75,5	74,34	79,18 ± 3,63

GRATIS FOUNDATION (2006) a obtenu des résultats de même ordre de grandeur : un rendement pondéral de 40,70 % en barattage manuel et de 41 % en barattage mécanique utilisant leur baratte. Aussi, les résultats obtenus sont très proches de ceux obtenus par les meilleures presses manuelles : 40 % pour la presse SRC et 43 % pour la presse ADMGA améliorée selon YE (2004). La méthode d'extraction par centrifugation a le plus faible rendement pondéral, 35 % maximum, selon COULIBALY *et al.* (2004).

Quant au taux d'extraction, la FAO (1991) indique que le barattage manuel permet d'obtenir un taux d'extraction de 78 %. Ce résultat, bien plus bas que celui obtenu dans les essais peut s'expliquer par l'amélioration du savoir-faire des transformatrices grâce à la formation reçue depuis les années 90.

Les barattes produisent 0,93 kg de pâte / minute et par opératrice contre 0,38 kg de pâte / minute, en barattage traditionnel manuel. Les barattes sont donc deux fois plus productives que le barattage traditionnel manuel. Les pertes dues au taux d'extraction sont vite rattrapées par le gain en productivité. Cet avantage essentiel des barattes permet aux transformatrices de répondre à la demande du marché international dans les délais avec un beurre plus homogène.

Ergonomie du barattage

Le barattage traditionnel manuel est pénible et demande plus d'énergie. C'est pourquoi de faibles quantités (10 - 15 kg) sont barattées par cycle. Les barattes sont faciles à utiliser. Au barattage mécanisé, l'énergie humaine n'est sollicitée qu'au malaxage où la demande énergétique est faible. Toutefois, les charges financières dues à l'utilisation des barattes devront être évaluées pour s'assurer des avantages économiques par rapport au barattage manuel.

Conclusion

Outre la réduction de la pénibilité, la mécanisation du barattage a surtout amélioré la productivité d'au moins deux fois supérieure à celle du barattage traditionnel manuel et réduit la durée de la phase malaxage de 50 mn en moyenne à 19 mn en barattage mécanique. Le taux d'extraction est par contre meilleur en barattage traditionnel (87,89 %) contre une moyenne en mécanique de 76,34 % en barattage mécanique. La baratte Gratis Foundation du Ghana apparaît la meilleure en taux d'extraction, mais cette différence n'est pas significative pour guider un choix définitif. En effet, le choix dépend plus des conditions socio-économiques des acteurs, au regard des faibles différences entre les performances. Malgré l'apport des barattes, il est nécessaire d'y associer un système de contrôle de température du produit et des paramètres facilitant le dosage de l'eau, en plus des aspects ergonomiques. Toutefois, le succès du malaxage est fortement influencé par la température initiale de la pâte qui doit se situer entre 30 et 33 °C et par le dosage de l'eau en fonction de sa température. La température de fin malaxage est entre 27,5 et 32 °C et celle de la fin du barattage est 31 et 29 °C. La mécanisation du malaxage semble se justifier pour réduire la durée et le dosage de l'eau.

Références citées

CNUCED, 2006. Le Karité : production, consommation et marché. Disponible sur www.unctad.org/infocomm/francais/karite/plan.htm (consulté le 19/09/2007).

COULIBALY Y., OUEDRAOGO S., NICULESCU N. et KONATE N., 2004. Extraction de beurre de karité par centrifugation. *Revue Sud Sciences & Technologies*, N°13 - Décembre 2004, 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso, <http://www.2ie-edu.org/spip.php?article229> (consulté le 23/01/2009).

DIAWARA B., KONKOBO C., YAMEOGO C., PARKOUDA C. et GANO L., 2007 (1). Qualité et Karité au Burkina Faso. Rapport d'activité du projet FSP, CNRST/IRSAT/DTA, Ouagadougou, Burkina Faso, 75 p.

DIAWARA B., GANO L. et PARKOUDA C., 2007 (2). Guide de bonnes pratiques de production du beurre de karité. Manuel de formation. Projet d'appui technique à la Filière Karité (ProKarité). CNRST/IRSAT/DTA, Ouagadougou, Burkina Faso, 113 p.

FAO, 1991. Amélioration des procédés traditionnels de transformation de certains oléagineux et du manioc. Rome. Italie.

GRATIS FOUNDATION, 2006. Technical and performance analysis of shea butter processing technologies, Tema, Ghana, 17 p.

KASSAMBA B., 1997. Synthèse des techniques connues d'extraction et de conditionnement du beurre de karité au Burkina Faso. Rapport final CECI/Projet Filière Karité, Ouagadougou, Burkina Faso, 61 p.

YAMEOGO R. et BAMBA A., 2005. Evaluation des forces et faiblesses de la filière karité au Burkina Faso. Rapport d'études, IRSAT/CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso, 47 p.

YE S. G., 2004. Etude d'une presse à huile : Caractérisation technique des presses manuelles à karité existant au Burkina Faso et détermination de l'effort de concassage de l'amande de karité. Mémoire DEA en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 75 p.

ZIBA L. et YAMEOGO F., 2002. Les bienfaits du karité pour les populations des zones rurales, les communautés et les pays. Atelier international sur le traitement, la valorisation et le commerce du karité en Afrique, 4-6 mars 2002, Dakar, Sénégal, FAO et CFC, Edition 2004, pp. 80-83.