

Organisation des usines de décorticage mécanique de noix de cajou

G. DUVERNEUIL et L. HAENDLER*

ORGANISATION DES USINES DE DECORTICAGE MECANIQUE
DE NOIX DE CAJOU

G. DUVERNEUIL et L. HAENDLER (IFAC)

Fruits, Oct. 1973, vol. 28, n°10, p. 711-736.

RESUME - Un précédent article : «Évolution des méthodes de traitement des noix de cajou», présentait au lecteur les machines de cette industrie. Ici, on examine la manière dont on peut les utiliser.

Il peut y avoir une grande diversité de modes d'organisation et seuls, les cas généraux ont été décrits. Ils concernent d'une part, l'ensemble de l'usine : la conception d'ensemble, le diagramme général de traitement, la distribution des locaux, l'utilisation des surfaces, la trésorerie de fonctionnement ; et d'autre part, les ateliers à fonctions précises : ateliers de stockage des noix, de nettoyage et de calibrage, de «fragilisation», de décorticage, de sélection ou triage, de mondage ou dépelliculage, de fritures et emballage, d'extrait de baume, d'entretien.

Les personnes peu familiarisées avec l'industrie s'imaginent parfois qu'une usine parfaite devrait être un moyen de production mécanique à l'organisation immuable, dans lequel il suffirait d'introduire des matières premières et de l'énergie afin d'en recueillir à la sortie les produits transformés.

Une telle usine est concevable.

Des sociétés d'«engineering» se sont appliquées ces dernières années à répandre le mythe de l'infailibilité de ce système parmi le grand public et les milieux financiers. Ceux qui ont cru de telles allégations au point de priver l'usine d'une direction technique compétente, ont vite déchanté.

Nous pourrions citer à ce propos plusieurs exemples d'échecs récents d'usines de décorticage de noix de cajou. En effet, l'organisation d'une usine comme celle de tout ce qui est une activité vivante est nécessairement évolutive. Une usine est un organisme vivant. Elle n'est pas composée de cellules mais de machines. Elle n'a pas d'organes mais des ateliers spécialisés dans une fonction. On ne parle pas de son métabolisme, mais de son organisation de production. L'influx nerveux lui vient de l'équipe de direction et son réflexe de défense vitale s'appelle l'esprit d'entreprise.

Le métabolisme d'un être vivant dépend de son espèce, de sa constitution, de son âge, de son activité, de son environnement et de son équilibre hormonal et psychique. C'est dans des termes semblables que nous entendons parler de l'organisation d'une usine selon sa catégorie, sa taille, son activité, son environnement, son équilibre financier et l'esprit qui anime ses dirigeants.

Même si la conception et l'existence de l'usine ont pu être établies sans que l'esprit d'entreprise les ait induites (il est dommage que l'existence puisse dans ce cas précéder l'essence), ce sera cet esprit d'entreprise qui devra assurer l'évolution et la continuité de la vie de l'usine.

Alors, disons simplement que nous ne pourrions pas examiner toutes les variations de l'organisation d'une usine tant la diversité des situations est grande.

Plus que toute machine perfectionnée de production, l'esprit d'un directeur est une assurance de succès. De celui-ci viendront les nouvelles adaptations de l'organisation à toute situation imprévue. Notre propos se limitera à l'examen des cas rencontrés dans différentes usines, au sujet de la conception d'ensemble, puis de l'organisation propre de chaque atelier.

* - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC), 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

ORGANISATION SELON LA CONCEPTION D'ENSEMBLE

Les éléments qui déterminent la conception d'ensemble d'une usine sont : le diagramme général de traitement, la distribution des locaux, l'utilisation des surfaces, la trésorerie de fonctionnement.

Ces éléments de la conception d'ensemble détermineront une organisation générale initiale à laquelle il sera bien difficile par la suite d'apporter des améliorations à peu de frais en période de fonctionnement. C'est pourquoi le plus grand soin doit être apporté à l'examen de ces détails lors de l'établissement d'un projet d'usine.

Diagramme général du traitement.

Rappelons que le traitement des noix commence au moment même de la cueillette ; il se poursuit au niveau de l'exploitation agricole jusqu'à l'ensachage des noix propres et sèches destinées au traitement en usine.

Une note sur les instructions de récolte doit être diffusée auprès des producteurs, afin de fournir l'usine en noix convenant bien au travail à effectuer.

Dans une usine de décortiquage de noix, le travail est organisé en ateliers : stockage, conditionnement et calibrage, «fragilisation» des coques, décortiquage, tris, séchage et mondage des amandes, friture et emballage, extraction du baume, entretien et production d'énergie (figure 1).

Distribution des locaux. Organisation du plan de masse.

Comme le diagramme de traitement ne varie pas beaucoup d'une usine à l'autre, quels que soient les procédés et les machines employés, on aura intérêt à rendre cette distribution aussi souple et extensible que possible au niveau de chaque atelier en conservant la distribution d'origine.

Ce n'est vraiment pas particulier au décortiquage de noix de cajou, mais ceci concerne de nombreuses autres industries.

Une usine de décortiquage de noix de cajou est assez souvent composée de 5 ou 6 bâtiments aux fonctions bien précises. Les ateliers y sont distincts et parfois occupent des bâtiments spéciaux afin de diminuer les risques d'incendie ou de faciliter la surveillance.

Un bâtiment est, généralement, réservé aux opérations de stockage (conservation et alotissement des noix). Il est proche des aires de séchage et du bureau d'achat. Le sol est au niveau d'un quai de manutention ; à une extrémité, les véhicules légers et «karts» à fourches peuvent y avoir accès par une rampe.

Un second bâtiment est souvent spécialement destiné à abriter les ateliers de nettoyage, calibrage et préparation des noix. Il peut comporter la chaufferie ou en être proche. Il peut y avoir un bâtiment spécial abritant la chaufferie, le séchoir à amandes et l'atelier d'extraction du baume.

Lorsque le décortiquage est manuel, au maillet ou à la pince, il est conseillé de prévoir un bâtiment spécial pour cet atelier afin d'en faciliter la surveillance.

Lorsque le dépelliculage est manuel, les tris, par qualités, sont simultanés ; lorsqu'il est mécanique, les inévitables recyclages d'amandes mal dépelliculées, obligent aussi à faire les tris dans le même bâtiment que le dépelliculage.

L'atelier d'extraction du baume des coques vides est, le plus souvent, un peu à l'écart des ateliers de préparation des amandes, mais proche de la chaufferie, car le pressurage des coques se fait à chaud et les coques extraites sont le plus souvent brûlées.

Un bâtiment situé à l'entrée de l'usine abrite éventuellement : le magasin d'achat, les bureaux (commercial, technique et surveillance), l'atelier de tri par grades, l'atelier d'emballage, le magasin de produits finis, l'atelier d'entretien, le garage.

Très souvent, les usines anciennes présentent une disposition désordonnée de bâtiments disparates et situés de manière irrationnelle. Une implantation à l'origine très pratique,

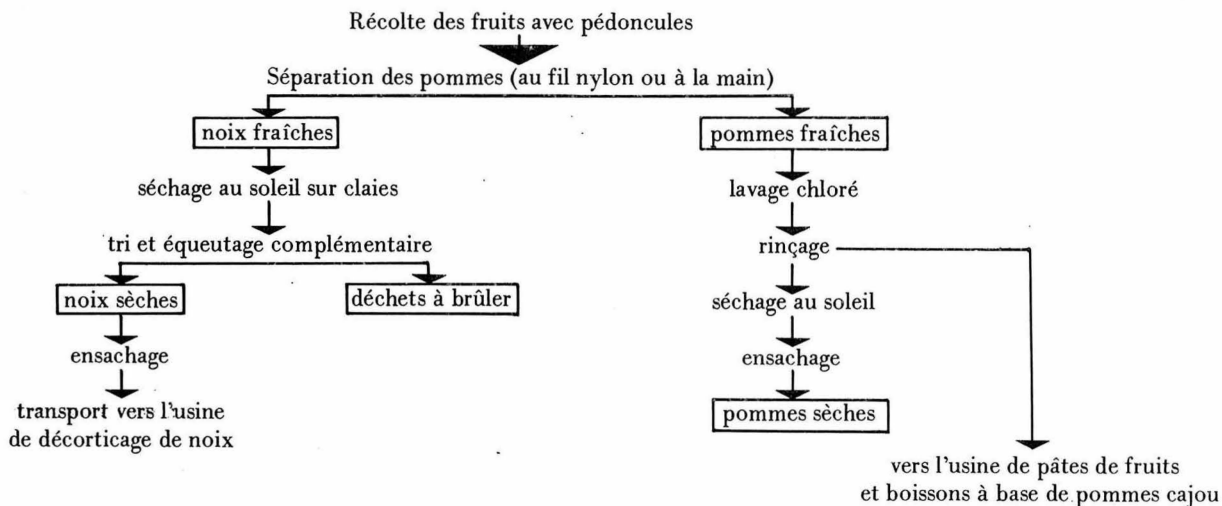
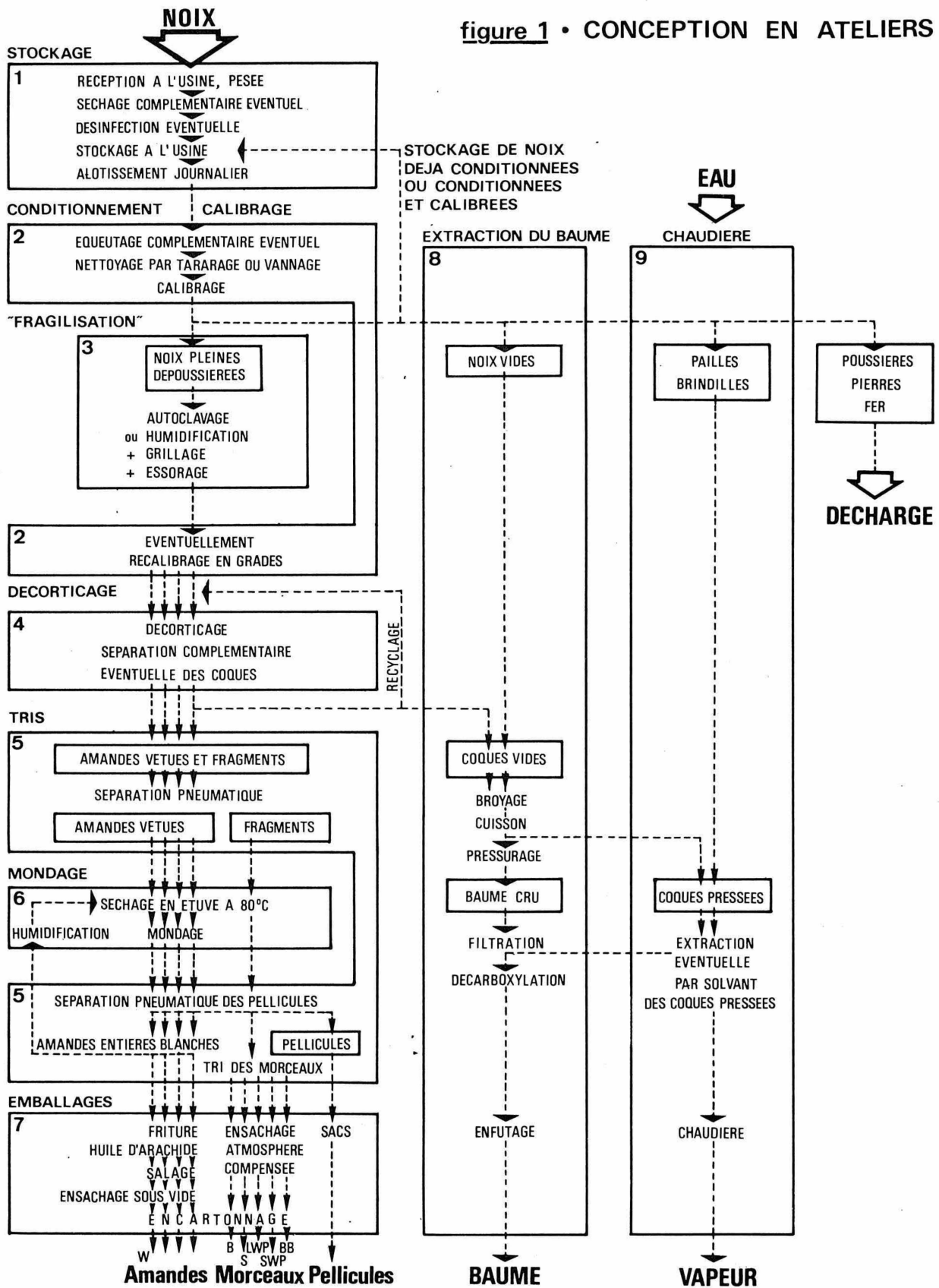


figure 1 • CONCEPTION EN ATELIERS



mais ne permettant pas l'extension de certains ateliers dans les meilleures conditions, en est généralement la cause.

Deux implantations d'usines tiennent compte des futures extensions. L'une consiste à disposer les bâtiments séparés et orientés de manière à ce qu'ils puissent être allongés sans modification du circuit ni des installations existantes. L'autre utilise une surface couverte bien compacte et d'un seul tenant où, en cas d'extension, on pourra réimplanter rationnellement les machines.

La première implantation (figure 2) prévaut dans le cas du travail manuel, et la seconde (figure 3) dans celui du travail très mécanisé. Dans ce dernier cas, la moindre surface couverte et les plus grandes possibilités de réorganisation des ateliers sont appréciées.

Nous ne connaissons qu'un exemple d'usine répartie sur plusieurs étages. Dans ce cas, les difficultés de conception initiale et de modifications ultérieures semblent plus coûteuses que le gain en appareils de manutention mécanique réalisé.

Utilisation des surfaces.

Le chapitre des investissements concernant le terrain peut être assez important en zone urbaine, mais quand l'usine projetée demande beaucoup de main-d'oeuvre, elle ne peut prendre place qu'au voisinage d'une agglomération. Il devient alors plus rentable de limiter le terrain urbain à la stricte surface nécessaire aux ateliers de « fragilisation », décorticage, tris, mondage, emballage, extraction et entretien, soit de 6.000 à 9.000 m². Mais l'usine devra disposer d'un second terrain plus vaste, 9.000 à 15.000 m², si possible dans une zone agricole de climat sec, commodément reliée, par des moyens de communication bon marché, à l'usine et aux zones de production. C'est ce second terrain qui comportera les vastes aires de séchage, d'où l'importance du climat et du faible coût du mètre carré ainsi que les magasins de stockage, le service d'achats et l'atelier de nettoyage et calibrage des noix.

Cette disposition avec usine principale et atelier annexe existe en Inde, au Mozambique et au Brésil, dans le cas de sociétés assez importantes, mais ne semble pas conseillable s'il s'agit d'un début d'industrialisation ou d'une petite usine, à cause des difficultés de coordination et des risques de frais en double. Par exemple, dans le cas où le traitement des pommes est envisagé, il sera nécessaire d'avoir également une chaufferie à l'usine, située près de la zone de production, etc. Il ne pourra pas non plus être question d'utiliser à certaines périodes le personnel du décorticage à la confiterie, et réciproquement.

Pour des raisons à la fois d'économie, d'organisation et de diversification des fabrications, il semble préférable d'implanter l'usine à proximité de la zone de production quitte à la mécaniser davantage. Un terrain de 9.000 à 20.000 m² selon la forme peut convenir.

Viabilité.

Quand une implantation rapide est souhaitée, la viabilité est à réaliser en priorité. On a toujours avantage à établir

la clôture définitive du terrain aussitôt après le nivellement. Il ne faudra pas tarder à assainir le terrain et à l'approvisionner en eau. Les travaux de voirie et l'aire de séchage seront réalisés aussitôt après par une même entreprise.

Ossatures.

Cinq ou six hangars de 10 à 12 m de large par 30 à 40 m de long sont généralement nécessaires. Un des hangars doit être exclusivement réservé au stockage des noix, un à leur préparation et un autre aux bureaux et magasins divers ; il restera 2 ou 3 hangars pour l'usine proprement dite selon la technique de décorticage employée.

Maçonnerie et aménagements.

Une fois les hangars en place, on élèvera les murs et cloisons, on fera les massifs des machines, les écoulements d'eau et les chapes, puis la mise en place des huisseries, les travaux de plomberie, les installations sociales et l'installation électrique.

Sécurité.

Dans cette rubrique il faut compter la serrurerie, l'alarme, les extincteurs et l'installation du téléphone.

Véhicules.

Le matériel de base comprend généralement une voiture ou camionnette de fonction, un camion et un chariot de manutention, (fourche ou plateau selon le mode de magasinage envisagé).

Mobilier.

Dans cette rubrique, il faudra compter le mobilier de bureau, les pupitres de surveillants, les casiers de pointage, les vestiaires, les tables de tri, les tabourets, les établis.

Trésorerie de fonctionnement.

Ces dernières années on a pu voir proposer des projets dans lesquels l'organisation générale avait été faite sans se soucier du fait qu'une meilleure distribution des locaux, un stockage en vrac ou en semi-vmac, une utilisation des coques comme combustible, etc., sont autant d'éléments de réduction de la trésorerie de fonctionnement.

Sous la rubrique « frais de campagne », on regroupe l'ensemble des dépenses de fonctionnement nécessaires pour clore le premier exercice et qui doivent être évaluées localement pour permettre d'établir un projet.

Salaires et charges.

Certains limitent cette dépense à un emprunt de 2 à 6 mois en estimant que les premières rentrées d'argent frais par vente d'amandes, couvriront ensuite largement cette dépense. Il faut considérer que la somme nécessaire pour ce poste est généralement importante.

Achat des noix.

En deux mois il faut dépenser, sans aucune rentrée d'argent compensatrice, l'ensemble du prix des noix néces-

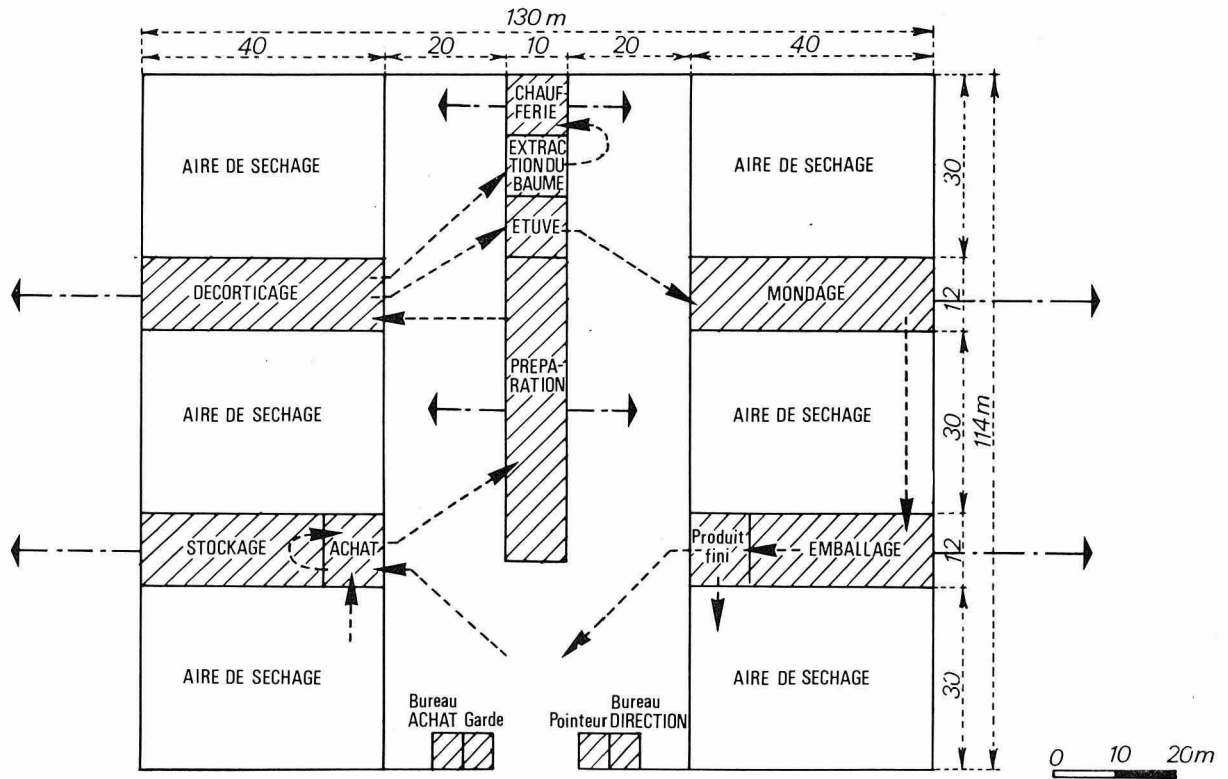


figure 2 • USINE ORGANISEE EN ATELIERS SEPRES.

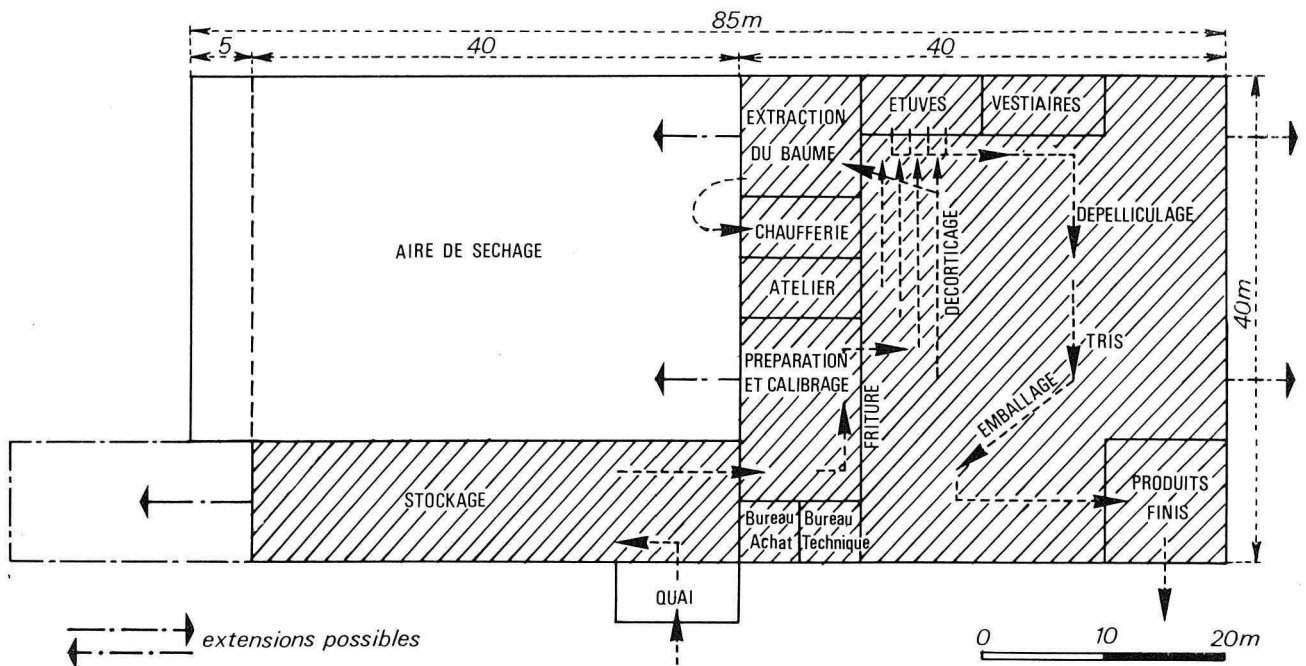


figure 3 • USINE ORGANISEE EN SURFACE COUVERTE D'UN SEUL TENANT.

saires à une année de travail, ce qui, dans le cas de 500 tonnes annuelles à 25.000 F CFA rendues usine en bonne qualité, représenterait 12,5 millions de F CFA. Ce capital emprunté ne pourra être remboursé qu'après 7 à 10 mois de travail à la suite des ventes d'amandes.

Sacs vides.

Cette dépense doit être prévue avant la campagne. La première année elle représente un investissement important, mais les années suivantes il faudra renouveler les sacs par roulement. Le stockage en vrac réduit ce poste.

Matériaux pour l'emballage des amandes.

Cette dépense est également antérieure au fonctionnement de quelques mois et ne peut être couverte qu'après quelques mois de travail.

Achat de combustibles, eau et électricité.

Le paiement des fournisseurs débutera avant les premières ventes. Il y a intérêt à utiliser les coques vides.

Matériaux d'entretien.

Il est possible de faire des achats au tout dernier moment pour les huiles de graissage, les abrasifs, les décapants et les

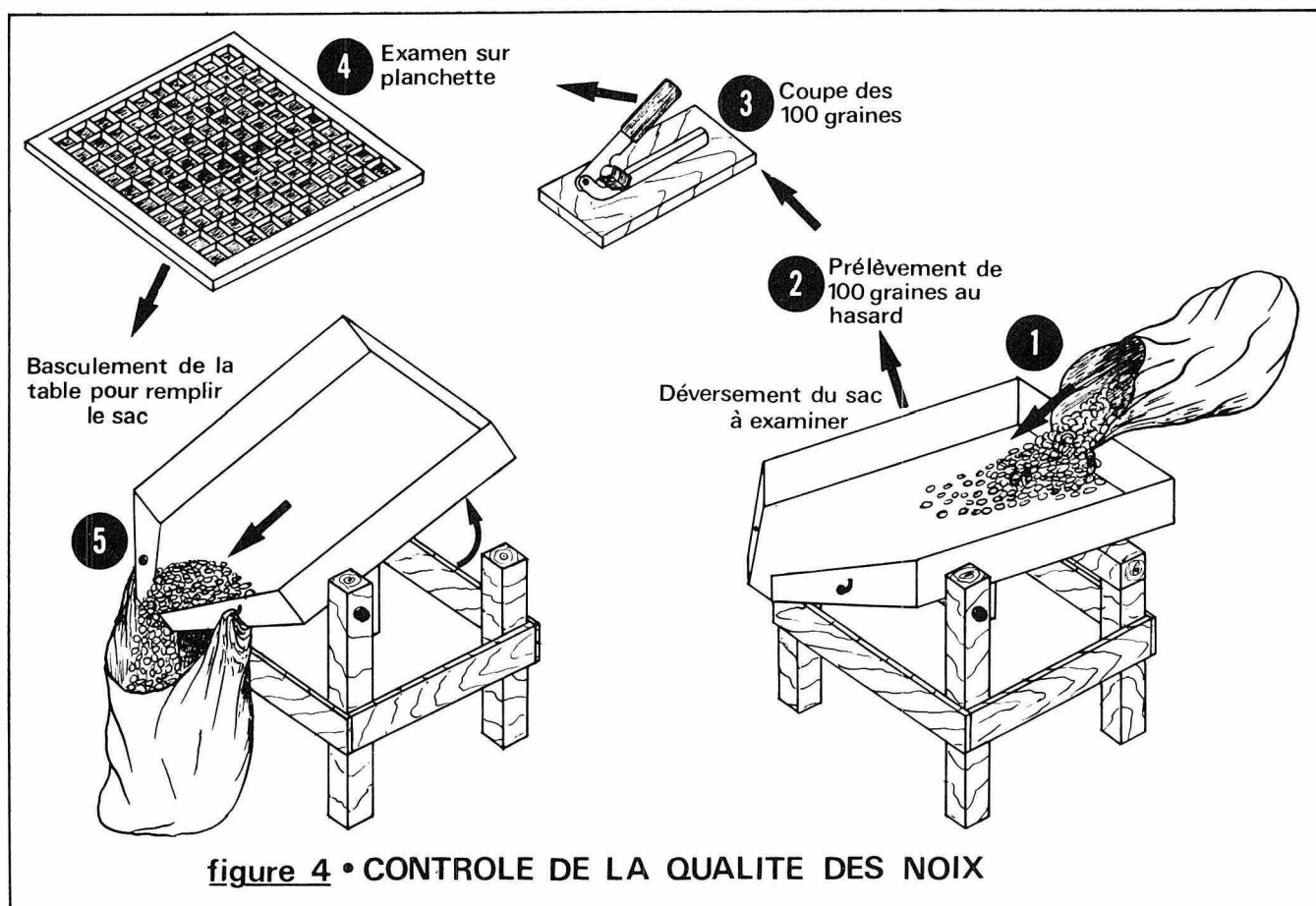
gaz en bouteilles. Ce poste est relativement moins important que les précédents mais ne doit pas être négligé dans l'organisation de l'usine. L'entretien des sols, ossatures, etc., devra être facilité par l'emploi de matériaux appropriés. Nous examinons quelques points particuliers, atelier par atelier.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE STOCKAGE DES NOIX

Les travaux de cet atelier consistent à réceptionner les noix, vérifier les lots, acheter les noix, sécher les noix mal préparées, les désinfecter (si besoin est) pour les entreposer dans les meilleures conditions de conservation, et en délivrer quotidiennement un lot correspondant au travail de l'usine.

Achats des produits.

Généralement cet atelier est directement dirigé par l'aide-comptable, responsable des achats, il dispose : d'une écritoire, d'une table d'examen des échantillons de noix, d'une bascule de 500 kg. La figure 4 représente, outre la table d'examen, un modèle de pince d'examen et de planchette à 100 cases permettant de faire le compte direct du pourcentage de noix mauvaises.



Il est normal que les noix sales ou mal séchées soient achetées moins cher, même si on les destine au traitement immédiat. On pourra s'inspirer des modalités de réception en usage aux Indes et au Mozambique. Pour l'étude en laboratoire, une méthode d'examen a été mise au point à la Station IFAC de Majunga. L'acheteur dispose souvent d'un barème donnant le prix en fonction du pourcentage de mauvaises noix.

Séchage des noix.

Aire de séchage des noix.

Il faut insister sur la nécessité d'une bonne préparation des noix chez les producteurs. Malgré tout il est sage de prévoir à l'usine une aire de séchage au soleil.

Le séchage au soleil présenterait, sur le séchage au séchoir agricole classique, les deux avantages d'un moindre investissement et d'une meilleure efficacité, quant à la maturation des noix, grâce à l'action des rayons ultra-violet.

Il est conseillé de ne répartir les noix sur l'aire de séchage que quand celle-ci a déjà été suffisamment chauffée par le soleil.

En cas de pluie subite, on regroupe les noix en tas et on les bâche rapidement.

Cette aire doit être aussi proche que possible du magasin de stockage. Elle doit être enclose et facile à surveiller par le

responsable du stockage, avoir une pente minimum de 2 p. cent et être entrecoupée de rigoles facilitant l'écoulement rapide de l'eau de pluie tous les 5 à 10 mètres, être exempte de graviers et cailloux, sécher rapidement après une pluie, être de couleur sombre pour emmagasiner la chaleur.

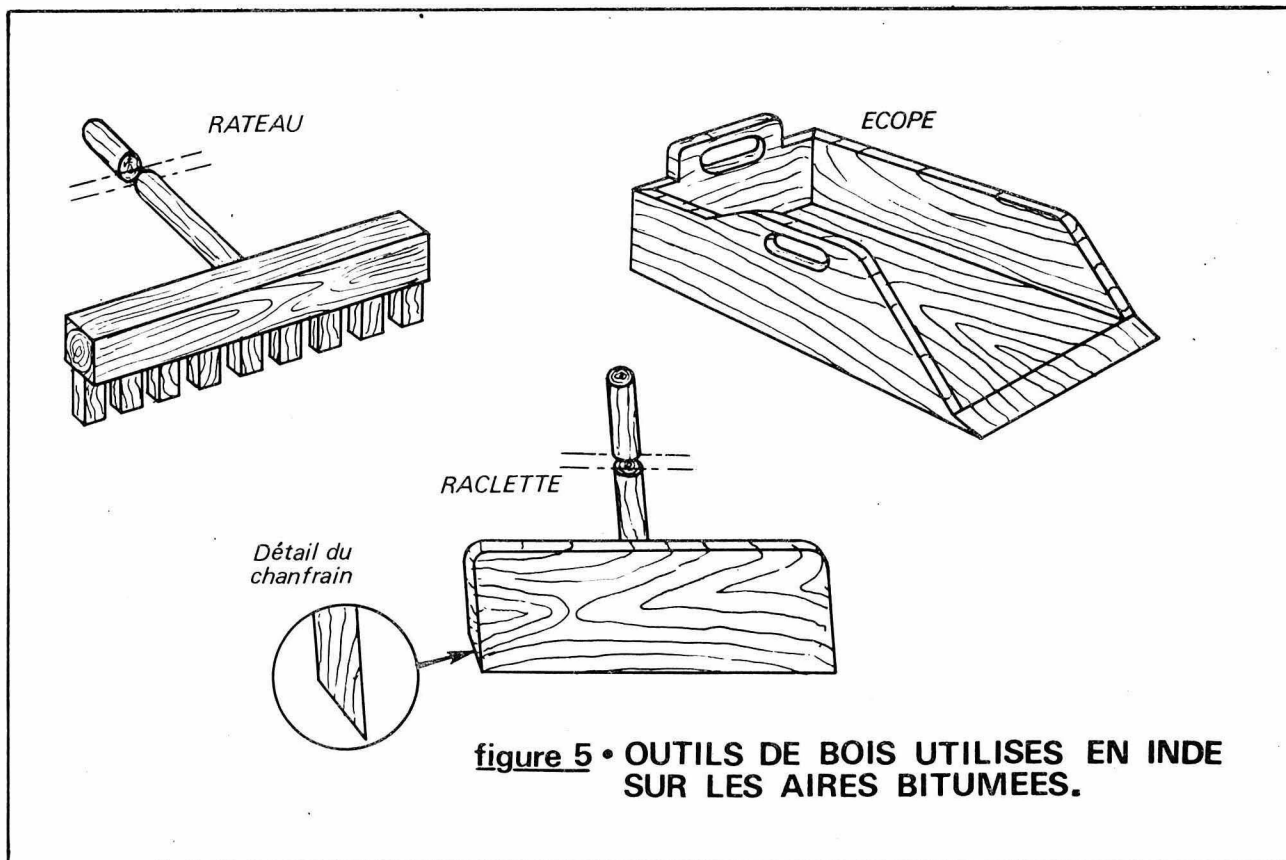
Il est souhaitable d'en confier l'exécution à l'entreprise qui se charge de faire les routes d'accès. On peut, par exemple, les faire réaliser en revêtement routier de type «Salvicim», badigeonné au «Flint-kot» SHELL.

Dans les options prévoyant un moindre investissement, les transports des noix, depuis le magasin sur l'aire de séchage et retour, se font avec des chariots ou des brouettes. Dans les options plus mécanisées, on emploiera de préférence un matériel de transport pneumatique.

En Inde, les rateaux (pour remuer continuellement les noix au soleil), les raclettes (pour les remettre en tas) et les écopés (pour la remise en sac), représentés sur la figure 5, sont exécutés dans l'atelier de l'usine, en bois afin de ne pas blesser les noix et de ne pas endommager la surface peinte en noir de l'aire de séchage.

Séchoir agricole.

Bien que donnant de moins bons résultats que le séchage solaire, dans l'impossibilité d'utiliser celui-ci, il est possible d'employer des séchoirs agricoles en tôle perforée et ventilation forcée. Cette solution est extrêmement coûteuse en



investissement et frais de fonctionnement, à moins que l'on utilise les coques extraites comme source de chaleur.

Magasin de stockage.

On devra y entreposer les noix de toute la campagne permettant de continuer à faire fonctionner l'usine encore 8 à 9 mois après la fin de la récolte.

Pour une usine traitant 600 tonnes par an, il faut donc prévoir un stockage de longue durée pour 450 à 500 tonnes sur 500 m². Pour que ce stockage soit possible, il faut que les noix aient entre 5 et 7 p. cent d'humidité. On peut mesurer cette dernière avec les appareils classiques de contrôle d'humidité employés par les grainetiers, à condition de les étalonner pour les cajous (même problème que pour les amandes).

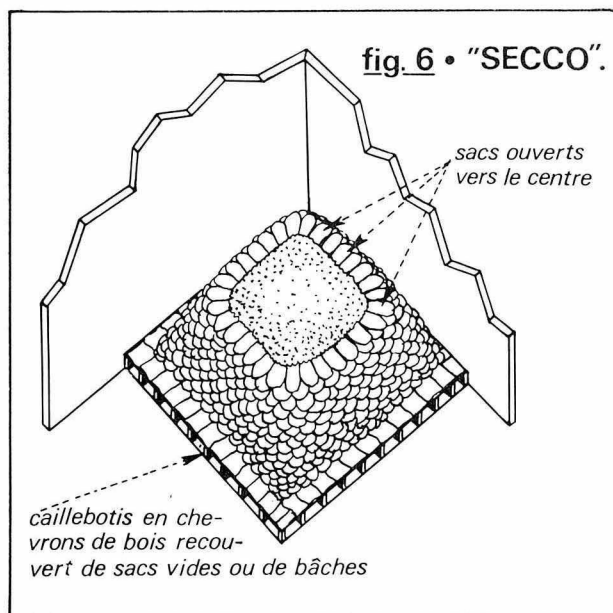
Stockage en sacs.

Lès noix, destinées au traitement immédiat ou à être séchées avant stockage de longue durée, sont entreposées en sacs sur caillebotis faits localement ; c'est moins cher que des palettes.

Stockage en semi-*vrac*.

Quand on ne veut pas immobiliser un capital important en silos ou en sacs vides, il est conseillé de faire des «seccos». On appelle ainsi des tas retenus par un mur oblique de sacs pleins, orientés de manière à avoir l'orifice vers l'intérieur ; ils sont disposés comme les pierres d'un mur en pierres sèches (muro a secco en italien), d'où le nom (figure 6).

Il est conseillé d'établir un «secco» sur un caillebotis garni de sacs vides et non à même le sol ; de ménager un espace de surveillance tout autour et de ne jamais le rendre solidaire d'une paroi du bâtiment ou d'un élément de charpente. Inévitablement, dans ce cas, le «secco» ainsi constitué



prend son assise en s'affaissant un peu.

Stockage en *vrac*.

On peut utiliser les silos classiques à maïs. Le prix de ces installations en limite l'emploi aux pays à salaires très élevés, où cette installation est complétée par un séchoir agricole classique et des transporteurs mécaniques.

Appareils de manutention.

Il est possible de palettiser le stockage en sacs. Plus couramment, on utilise des diables ou même le portage à l'intérieur du magasin.

Ni la palettisation, ni le roulage des sacs, ne résolvent le problème de l'alimentation à la partie supérieure des machines ; il devient alors indispensable de compléter ces matériels par des élévateurs à godets, à tapis ou à vis, courants dans les industries grainetières.

La tendance évolutive actuelle est au transport pneumatique. Il résoud du même coup le transport horizontal et l'élévation en permettant, par un simple déplacement de tubes souples ou de vannes, d'établir différents circuits. Il s'adapte très bien au problème du semi-*vrac* et des transports concernant l'aire de séchage.

Désinfection des noix.

Pour le stockage de longue durée il est conseillé de protéger les noix contre les fourmis, les pyrales et surtout les charançons.

On considère généralement que les noix sont naturellement bien protégées par le baume de la coque. Certains insectes, les charançons par exemple, peuvent pénétrer près du hile et attaquer la coque dans une zone étroite, au niveau du germe, dépourvue de baume.

Sur les frais de fonctionnement, il sera utile de prévoir une petite somme pour l'achat de pesticides. Dans le cas d'infestation extrêmement grave, le traitement des noix, en chambre à vapeurs pesticides, pourrait être appliqué dans les mêmes conditions que pour les autres graines ; ceci après avis d'un spécialiste des problèmes de protection des récoltes. Il n'est pas nécessaire de construire des pièces spéciales car on utilisera les étuves à amandes.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE CONDITIONNEMENT, NETTOYAGE ET CALIBRAGE DES NOIX

Fonctions.

Le travail de cet atelier consiste à constituer les lots de noix quotidiens, débarrasser les noix de toute matière étrangère, trier les noix par calibres.

Il peut être intéressant de retourner ensuite les noix ainsi préparées à l'atelier de stockage afin de faire travailler ultérieurement toute l'usine sur un seul calibre à la fois. Cette méthode de travail n'est valable que si les machines de décorticage peuvent facilement s'adapter à différents cali-

bres, et si les moyens de manutention mécanique le permettent à frais minimes. Cette organisation est déjà en vigueur dans plusieurs usines modernes.

Le lavage des noix ne se fait qu'après le stockage par calibres. Dans les usines où le procédé de cuisson à la vapeur est employé, le lavage ne semble pas indispensable.

Nettoyage.

Les matières étrangères à retirer sont : poussières, terre, pierres, particules métalliques, fragments de pédoncule desséchés, morceaux d'écorce, noix vides, pailles et brindilles. Le nettoyage demande généralement le concours d'une opération à sec de «tararage» et d'un lavage.

Tararage.

Les buts de cette opération sont de fixer les particules

métalliques à l'aide d'une grille magnétique, séparer les grosses impuretés telles que mottes de terre, rondins, pierres, rats morts, etc., éliminer les pailles et fragments végétaux légers, souffler les poussières vers l'extérieur de l'usine où un cyclone de récupération peut être prévu, retirer les noix vides.

L'ensemble de ces opérations est facilement réalisé par un nettoyeur à céréales modifié comportant une grille magnétique et une soufflerie puissante.

A titre de comparaison, le système manuel permettant de faire ce travail est représenté figure 7. Il consiste à utiliser un van grillagé posé sur tréteaux. Deux femmes assurent le tri de part et d'autre. Elles retirent éventuellement les pédoncules avec un sécateur, mais ne peuvent enlever les noix vides que par trempage ultérieur dans le bac de lavage.

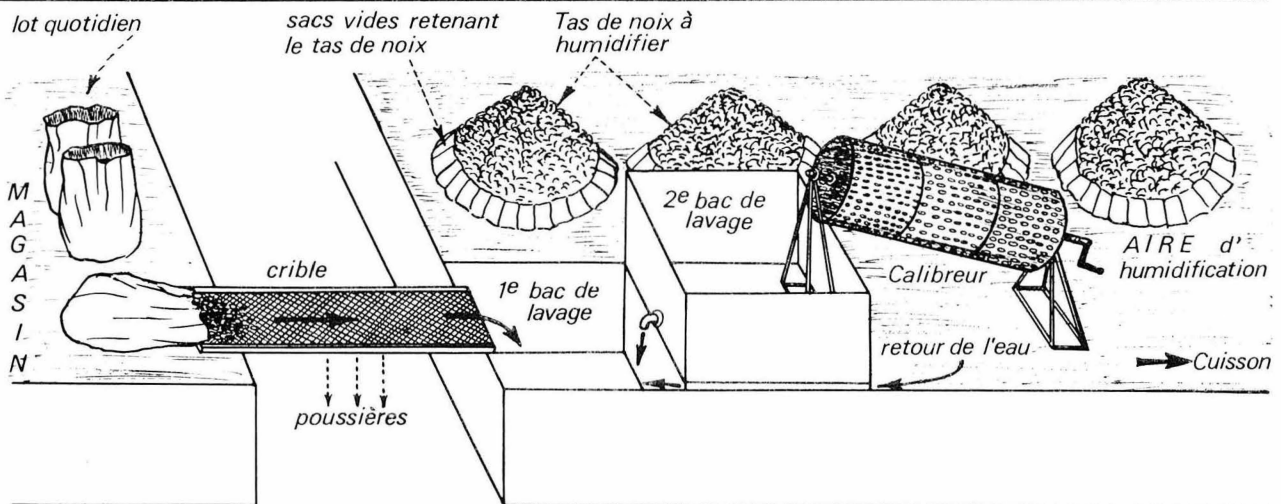


figure 7 • DEPOUSSIERAGE, LAVAGE, CALIBRAGE, HUMIDIFICATION. (atelier artisanal).

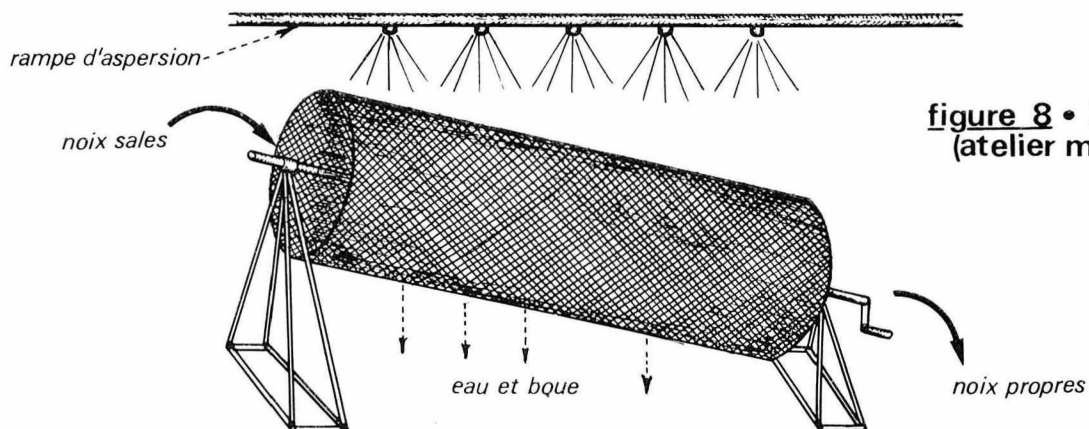


figure 8 • LAVEUR (atelier mécanisé)

Lavage.

Le meilleur laveur est constitué simplement par une rampe d'aspersion située au-dessus d'un cylindre grillagé, légèrement incliné et tournant lentement sur son axe (figure 8). Les noix cheminent en se frottant entre elles et sur le grillage, ce qui a pour effet de retirer la terre qui y serait encore collée.

Cette opération est indispensable pour nettoyer les noix destinées à être « fragilisées » par friture dans un bain de baume. Elle prend alors place avant l'humidification. Elle n'est pas nécessaire si on traite les noix à la vapeur.

Si on ne dispose pas d'eau courante, pour deux tonnes environ, le lavage peut se faire dans deux bacs successifs de 5 m³. On lave les noix 15 minutes dans chaque bac. Le second bac est de 50 cm plus haut que le premier, afin que l'on puisse décanter une partie de son eau dans le premier (figure 7).

Des bacs en ciment peuvent convenir : 80 cm de hauteur d'eau soit 90 cm de haut, 2,50 m de large, 2,50 m de long.

Le calibrage des noix.

La nécessité de calibrer les noix à traiter ne s'est imposée qu'au fur et à mesure des progrès de la mécanisation du traitement.

Trommels simples.

Déjà dans le cas du décortiquage manuel au maillet, le tri des petites, moyennes et grosses est nécessaire afin de faire subir aux noix un temps de friture différent selon leur

taille. Un simple tambour trommel en tôle mince perforée de trous de diamètre progressivement croissants suffisait.

Trommels épais.

Pour utiliser des décortiqueuses à couteaux, il devint nécessaire de trier les noix par classes de 2 en 2 mm selon la largeur totale, sans tenir compte de la constriction du hile. La première solution, mise au point par la firme OLTREMARE (figure 2, *Fruits*, vol. 28, n° 7-8, p. 564), consiste à réaliser un trommel en cribles plans épais de 25 mm, rapportés sur une carcasse de section hexagonale. Ces trieurs sont très difficiles à décrire, et seront vraisemblablement abandonnés pour être remplacés par des trieurs à alvéoles, à rainures ou à disques. Les trieurs circulaires décrivables à cribles épais sont aujourd'hui possibles grâce à l'emploi de jets creux de matière plastique centrifugée, mais ils sont relativement plus coûteux.

Trieurs à alvéoles.

Les essais de trieurs à alvéoles en godets ont été décevants car les restes de pédoncules faussent le calibrage en augmentant la longueur des noix. Il serait le meilleur en théorie car il donne la meilleure corrélation avec le poids. Par contre, les trieurs à alvéoles longues ou rainures permettent un classement correct selon la largeur, sans aucune gêne due aux restes de pédoncules et sans poser de problème particulier de retenue de noix (figure 9).

Calibreurs à rouleaux divergents.

Un classement, selon l'épaisseur, entre rouleaux diver-

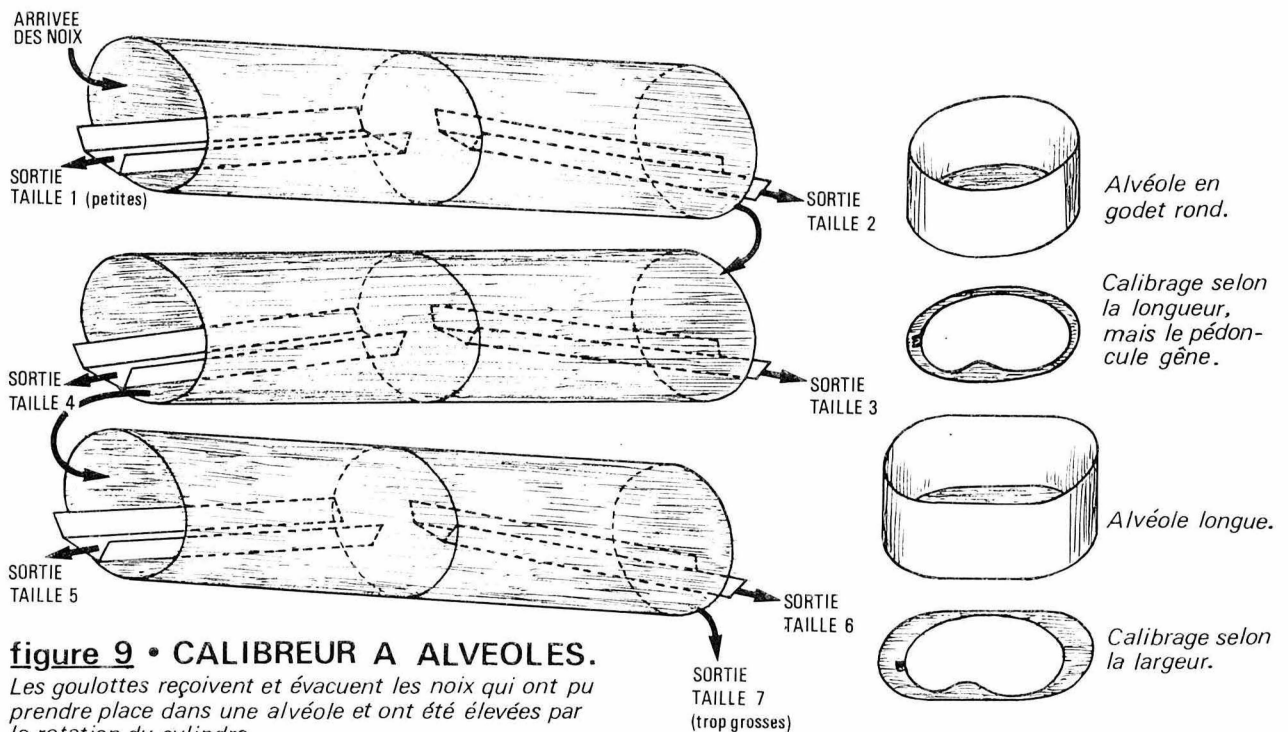


figure 9 • CALIBREUR A ALVEOLES.

Les goulottes reçoivent et évacuent les noix qui ont pu prendre place dans une alvéole et ont été élevées par la rotation du cylindre.

Exemple de tri préalable des noix par grades d'amandes réalisé en calibrant en classes d'épaisseurs et sous-classes de largeurs

Étude portant sur 80 kg de noix contenant 20.337 noix testées et 140 rejetées

Épaisseur (en mm)	Largeur (en mm)			
	moins de 19	de 19 à 21	de 21 à 24	plus de 24
moins de 11	rejet	rejet	rejet	rejet
de 11 à 14 -	W 450 2.550 noix	W 450 1.605 noix	W 320 495 noix	0 noix
de 14 à 16	W 450 3.342 noix	W 380 6.039 noix	W 320 2.940 noix	W 280 69 noix
de 16 à 17	W 380 213 noix	W 320 1.276 noix	W 280 1.125 noix	W 240 38 noix
de 17 à 20	W 320 4 noix	W 320 189 noix	W 280 414 noix	W 240 38 noix
plus de 20	rejet	rejet	rejet	rejet

W 450

W 380 (hors normes en Inde)

W 320

W 280

W 240

400 à 450 amandes par livre anglaise

340 à 380 amandes par livre anglaise

300 à 320 amandes par livre anglaise

260 à 280 amandes par livre anglaise

220 à 240 amandes par livre anglaise

gents est facile (figure 1, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 564). Il s'avère nécessaire non seulement avant certaines décortiqueuses, fraiseuses et certains concasseurs centrifuges, mais aussi pour obtenir une stricte classification par grades. Dans ce cas, on l'associe à une autre technique de classement, selon la largeur par exemple.

Tri préalable des noix par grades.

En décortiquant séparément les noix classées par grades, on obtient directement, sans tri particulier, les amandes classées par grades. Ceci constitue une réelle économie de main-d'oeuvre et limite les risques de brisure au cours de cette opération manuelle sur amandes très fragiles.

Si le procédé de décorticage ne tient compte d'aucune des dimensions, le meilleur tri préalable des noix, par grade d'amande, est assuré par un classement pondéral. Dans cet esprit, plusieurs techniques de tri utilisées en graineterie sont également transposables au cas des noix de cajou : tables à double inclinaison, centrifugation une à une, godets basculants, etc.

**ORGANISATION DE L'ATELIER
DE «FRAGILISATION» DES NOIX**

Le travail de cet atelier consiste à faire subir aux noix un traitement tel que la coque devienne fragile (d'où le terme)

et se sépare d'une mince couche d'air de l'amande qui y était très intimement contenue.

Plusieurs techniques sont possibles à cette fin : grillage ou torréfaction, friture ou cuisson dans le baume, vaporisation ou cuisson à la vapeur.

Les deux premières techniques impliquent au préalable que les noix soient humidifiées et ressuyées, la dernière doit être complétée par un ressuyage ultérieur car elle combine l'humidification et la fragilisation.

D'autres techniques sont étudiées depuis plusieurs années mais n'ont pas encore donné de résultats pratiques ; par exemple, les techniques par surgélation, celles par variations de pression ou par ramollissement total de la coque. Toutes semblent avoir le vaporisation comme complément préalable.

Humidification et ressuyage.

Les cellules à baume doivent être gorgées d'eau au moment du grillage afin qu'elles éclatent à la chaleur.

L'humidité souhaitable se situe entre 13,5 et 17,5 p. cent selon le type de four, le temps de grillage ou de friture, et la température. Pour la friture, les noix doivent être séchées en surface afin que le bain de baume ne mousse pas, d'où l'utilité du ressuyage.

Humidification en bacs.

Avec les mois d'entreposage le temps d'humidification par trempage devient de plus en plus long et peut atteindre 13 heures.

Pour une personne habituée l'évaluation de l'humidification se fait avec l'ongle du pouce. Les premiers temps il est bon de contrôler l'humidité des échantillons par dosage.

Humidification en pluie.

L'humidification en pluie est plus longue, mais demande moins de matériel. Un tas de noix propres et calibrées, retenu à la périphérie par des sacs vides, est constitué sur la chape de ciment ; on l'arrose à intervalles réguliers la première journée et on le laisse ressuyer le lendemain (figure 7). Chaque arrosage donne un gain de 1 à 2 p. cent selon l'humidité de l'air.

Humidification par trempage en fûts.

Les noix lavées sont mises à tremper dans des fûts, à l'aide d'écopés de bois ou de quelques bidons percés.

Pour l'humidification on met 100 à 150 kg net de noix dans des fûts de 200 litres, du modèle à graisse consistante, dont on aura perforé les couvercles assujettis. Une vingtaine de fûts suffisent. Ces fûts sont sur un quai surélevé à un mètre qui draine vers le premier bac de lavage.

Une fois les noix dans les fûts et les couvercles assujettis, on remplit les fûts d'eau.

Quand le temps d'humidification est achevé on renverse les fûts. L'eau s'écoule par les couvercles perforés.

Main-d'oeuvre.

Dans le cas des fûts, trois manutentionnaires ouvrent les sacs, alimentent le tarare ou le bac, retirent les débris flottant dans les bacs, remuent les noix dans les bacs, transvasent les noix, etc.

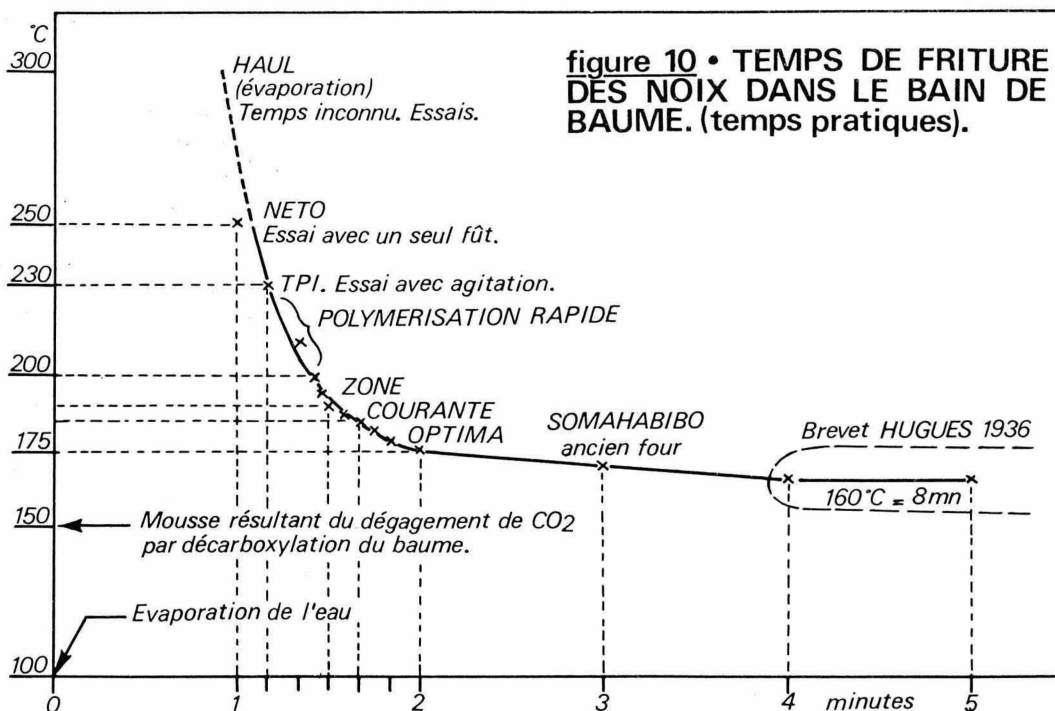
Pour l'humidification en pluie, il faut un responsable des arrosages en plus.

Grillage ou torréfaction.

Cette technique, très rudimentaire, ne peut être utilisée que dans le cas de petites unités de décorticage. Ces unités sont situées dans une région où les vapeurs de baume n'incommodent pas le voisinage. Elle donne des résultats médiocres. Nous ne la préconisons pas.

Les noix préalablement calibrées (3 à 4 classes), humidifiées et ressuyées en tas quelques heures seulement (6 à 8 heures suffisent généralement), sont introduites dans un cylindre de tôle. Ce dernier presque horizontal, de 4 à 5 m de long et 60 à 80 cm de diamètre (fûts vides soudés), est chauffé par un feu de coques vides (figure 3 et photo 3, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 564-565).

Les noix ainsi grillées s'écoulent ensuite sur des tôles perforées pour refroidir, puis sont cendrées avec la cendre du foyer et réparties dans les paniers de vannerie qui constituent les tâches des ouvrières.



Friture des noix.

Le principe de cette technique est le suivant : la coque de la noix (correctement humidifiée vers 13 p. cent et frite quelques minutes dans du baume cajou vers 180°C), va se trouver dilatée par la vapeur d'eau libérée. Ainsi l'amande est rendue libre de la coque. De plus, une partie du baume s'écoule et peut être récupérée.

La figure 10 montre la correspondance entre le temps et la température de cuisson pour des noix moyennes.

Pour plus d'information on lira, avec profit, les pages 34 à 42 du rapport FAO, 1969, de D.C. RUSSEL.

Dans les options possibles pour une usine de décortiquage, nous retiendrons seulement deux organisations pratiques : l'une bon marché, consiste à utiliser trois fûts, l'autre à acheter un matériel de fabrication courante.

Technique des trois fûts (figure 4, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 567).

Le matériel le plus rudimentaire consiste à disposer de trois cuves cylindriques ou fûts en épaisse tôle d'acier partiellement remplis de baume. Une tubulure servant de trop plein relie chaque fût à un réservoir recevant le baume brut produit.

Les deux premières cuves sont chauffées à 150 et 160°C et la troisième à 170°C, par des feux de coques. Chaque fût est muni d'un thermomètre protégé.

Un palan sur rail permet de faire passer un panier en acier perforé contenant 10 kg de noix, d'une cuve à l'autre, en le laissant une minute dans chaque cuve.

A la sortie du troisième fût, les noix sont déversées sur une tôle perforée en plan incliné, qui s'égoutte sur une tôle non perforée inclinée vers le fût recevant le baume.

Personnel.

Un préposé au chauffage et trois aides alimentent le feu avec les coques vides, surveillant les thermomètres, poussent les noix sur l'égouttoir avec des raclettes en bois et trempent les paniers de noix dans les fûts de baume.

Les friteuses continues.

La mécanisation de la friture peut être rendue totale si on équipe l'usine d'un bain de baume continu avec chauffage automatique au fuel et centrifugeuse continue d'égouttage. Mais dans le cas où l'alimentation et l'évacuation ne sont pas mécanisées, deux manoeuvres sont nécessaires à ce poste. Si on y ajoute un surveillant, il apparaît que le gain de main-d'oeuvre n'est pas considérable. Il en serait tout autrement dans le cas d'une usine importante.

La friteuse continue est un transporteur à vis (figure 5, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 567) ou un transporteur à chaînes (figure 6 de la même revue). Dans ce second type des raclettes font avancer les noix entre deux tôles d'acier perforées. L'ensemble est immergé dans un bac d'acier (7 mm d'épaisseur) partiellement rempli de baume. Le transporteur de la friteuse est du même type de construction qu'un transporteur horizontal pour farine et produits granuleux. Un

variateur de vitesse permet de modifier le temps de parcours des noix. Un thermostat règle la température. Le fond du bac est incliné pour assurer la vidange facile des déchets.

Si on s'équipe plus tard en machines automatiques de décortiquage à froid, le matériel de friture des noix en continu est inutilisable.

Les noix qui sortent d'une friteuse continue doivent être très correctement égouttées et refroidies.

L'égouttage en centrifugeuses donne d'excellents résultats mais les appareils courants du commerce sont de prix et de caractéristiques nettement supérieurs à ce que justifie ce travail. Il n'y a pas besoin de grandes vitesses (400 à 600 RPM), mais un travail en continu est souhaitable. Le panier de la centrifugeuse doit être en acier inoxydable. Il est préférable de réchauffer la centrifugeuse avec les vapeurs du bain de baume pour faciliter l'essorage. Une des meilleures centrifugeuses continues est celle fabriquée par VERONESI à Bologne pour OLTREMARE.

Le refroidissement des noix peut débiter dans un cylindre grillagé bien ventilé et se poursuivre lors du calibrage par exemple.

Vaporisation ou traitement à la vapeur.

Le principe du vaporisation est connu et utilisé depuis longtemps, en Inde d'abord, puis à Haïti et au Brésil. Par suite du contact prolongé durant 30 minutes environ avec de la vapeur surchauffée, la coque de la noix se gonfle et l'amande devient alors plus libre, ce qui facilite le décortiquage.

Le vaporisation a été mécanisé ces dernières années et est déjà employé industriellement en continu dans des usines japonaises et anglaises.

Au Brésil, le matériel utilisé (figure 7, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 567) est simplement une tour garnie d'injecteurs de vapeur et de déflecteurs convenablement disposés. L'alimentation et la sortie ont été mécanisées dans les usines modernes du Mozambique et de Tanzanie.

Ce procédé est beaucoup moins coûteux à réaliser, à entretenir et à utiliser, que la friteuse traditionnelle à bain de baume.

Certains modèles de «blancheur» à vapeur ou cuiseurs à châtaignes, permettent une mécanisation intégrale de ce traitement en marche continue, à partir de matériel de fabrication courante (AUBERT-PERIGUEUX).

Il semble que si l'on emploie un «blancheur» on ait intérêt à humidifier préalablement les noix à l'eau chaude (SPENCE et PEIRCE).

Les noix qui sortent de l'autoclave ou du «blancheur» n'exsudent pas de baume mais sont un peu ramollies, chaudes et humides. Après une journée à l'air, elles redevennent dures et peuvent être décortiquées. Au Brésil, on égalise les noix déversées de l'autoclave en une couche d'une vingtaine de centimètres sur un plancher de bois. Le lendemain matin on les reprend pour l'usinage.

Par contre, si l'on désire poursuivre le traitement sans attendre, il faut refroidir et sécher les noix en continu. Un

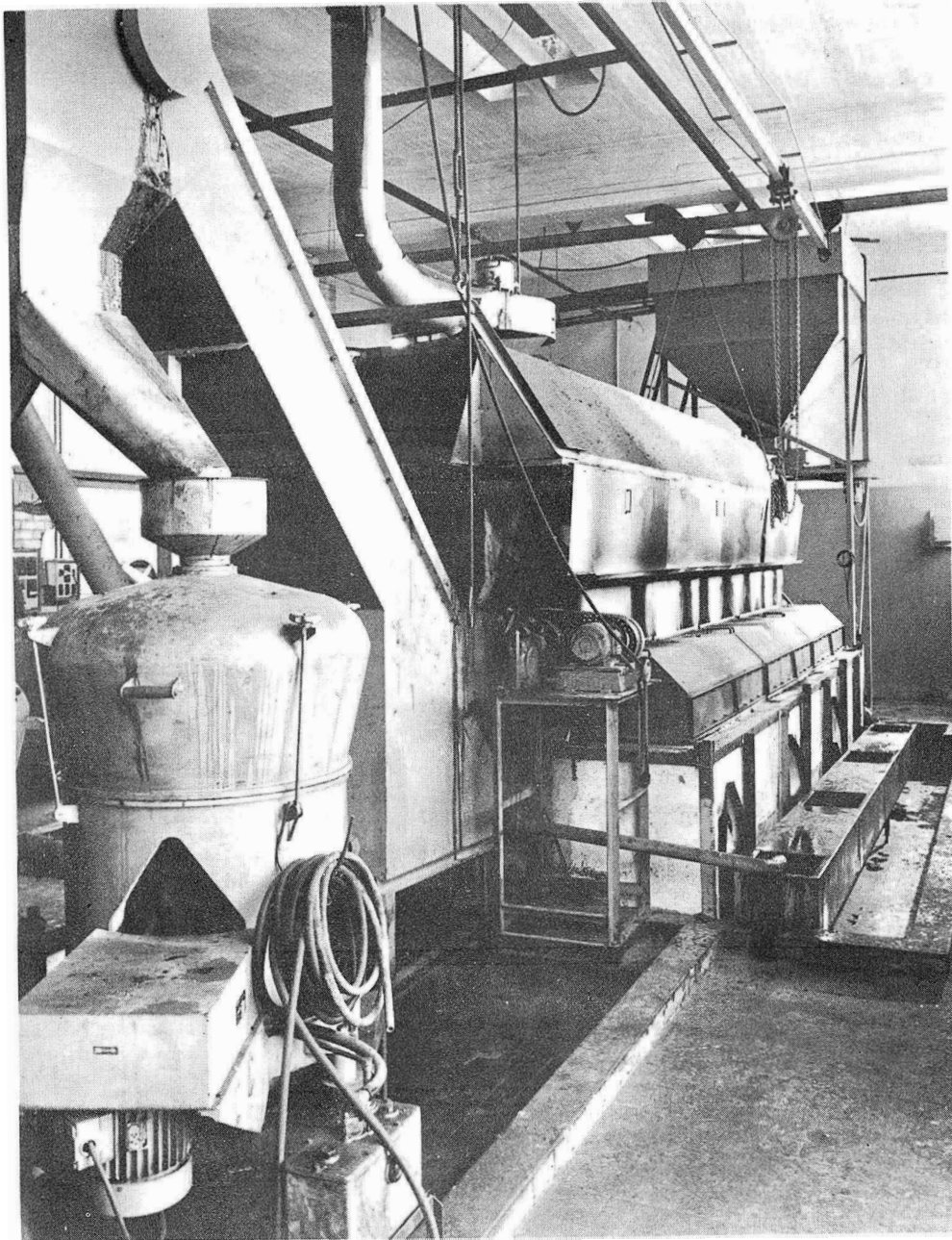


Photo 1. Appareillage de friture des noix pour les «fragiliser» dans une installation OLTREMARE. Au premier plan centrifugeuse Veronesi, pour l'essorage des noix sortant du bain de baume. (photo reproduite avec l'autorisation de OLTREMARE SPA).

simple tambour grillagé, légèrement incliné et puissamment ventilé, permet d'assurer le refroidissement et le séchage à peu de frais. On peut également utiliser à cet effet, la partie destinée au refroidissement d'un séchoir agricole de construction courante.

Le refroidissement des noix peut s'achever dans les calibreurs et les trémies d'attente des décortiqueuses, bien que nous ayons signalé précédemment que le calibrage préalable est souhaitable.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE DÉCORTICAGE

Le travail de cet atelier consiste à approvisionner en noix les postes de décortication, rompre la coque de chaque noix préparée, séparer les morceaux de coques, évacuer les morceaux de coques, retirer dans les plus brefs délais les amandes entières vêtues en évitant tout contact prolongé de celles-ci avec le baume.

Ces opérations peuvent être exécutées manuellement au moyen de maillets ou à l'aide de pinces spéciales. Dans le cas du décortication mécanique il n'existe pas encore de machine intégrée réalisant toutes les opérations mentionnées ; les constructeurs proposent généralement une suite de plusieurs appareils complémentaires.

Technique du décortication manuel au maillet.

Le concassage au maillet est le plus ancien et le plus simple procédé de décortication. Il a été élevé au rang d'une industrie, en Inde, par l'organisation rationnelle des ateliers disciplinés.

Il faut considérer que l'apparente simplicité n'est que relative, car l'ouvrière expérimentée doit maintenir la noix en équilibre sur son arête dorsale et la frapper d'un coup sec et un peu retenu, dans la région de la ligne de déhiscence proche du hile (entre le pédoncule et le hile). Un choc trop retenu oblige à retourner la noix pour donner d'autres coups supplémentaires et faire progresser la fente tout autour ; un choc trop appliqué, même de faible intensité, provoque le morcellement de l'amande. L'acquisition de l'intensité et de la précision du choc ne peut être considérée possible que pour des personnes adroites et entraînées.

C'est la technique de fragilisation par friture, dans un bain de baume, qui donne la meilleure préparation des noix pour la technique de décortication au maillet.

Il faut prendre soin de bien égoutter les noix, de les refroidir et de les rouler dans la cendre alcaline (celle des coques brûlées par exemple) pour neutraliser le baume qui, sinon, rongerait les doigts. Les personnes aux doigts sensibles peuvent, en plus, se frotter les mains à l'huile de coco ou avec toute autre huile adoucissante.

Matériel de décortication manuel.

Le matériel de décortication comprend une enclume et un marteau. L'enclume est une petite plaque de matériau dur (bois, pierre, fer). Le marteau est également très variable (80 à 120 g), et à un manche très court, rarement plus de

15 cm pour mieux retenir les coups. Si on utilise un rondin en bois dur, de 25 cm de long et 2 à 3 cm de diamètre, c'est avec le milieu du rondin que l'on frappe. Une enclume assez étroite est conseillée afin de mieux tenir la noix.

L'amande est, si nécessaire, retirée d'une des demi-coques avec une pointe de canif.

Dans certains pays, en Inde par exemple, les ouvrières qui décortiquent s'asseyent au niveau du sol sur des nattes ; ailleurs, on utilise des tables et bancs assemblés solidement (figure 11).

Organisation du décortication manuel.

Les surveillants du décortication préparent les tâches de leurs ouvrières dans des paniers sur une balance monoplateau ou avec une balance automatique de grainetier.

Le soir en quittant l'atelier, chaque décortiqueuse prend son panier pour le lendemain, y ajoute la quantité de cendres voulue et remue le tout. La cendre est prise à la chaufferie. On compte généralement 5 à 10 p. cent de cendre.

Une meilleure organisation consiste à décaler l'horaire des décortiqueuses de quelques heures par rapport aux grilleurs qui travaillent la nuit, car les noix fraîchement grillées se décortiquent mieux.

En Inde, une ouvrière fait de 5 à 10 kg d'amandes entières par jour, et seules les amandes entières sont payées. A Madagascar, la moyenne était voisine de 4,3 kg d'amandes toutes catégories ces dernières années.

En Afrique occidentale, dans les régions où il y a une main-d'oeuvre féminine habile, il faut faire des projets en comptant 4 kg d'amandes par jour, soit 20 kg de noix par ouvrière. Avec l'expérience, il faut espérer que ces rendements peuvent être améliorés lentement. Dans ces conditions, pour 2.400 kg, il faudra compter 120 à 160 ouvrières dirigées par un contremaître et quatre surveillants.

Nous n'avons pas cru bon de retenir ce mode archaïque de décortication dans l'organisation à conseiller pour une nouvelle industrie. Les pages 43 et 48 du rapport de D.C. RUSSEL donnent davantage d'explications sur cette technique manuelle pratiquée en Inde jusqu'à l'heure actuelle.

Décortication à la pince.

Dans tous les pays producteurs de noix de cajou, il est facile de faire réaliser sur place, par un atelier de mécanique agricole, un atelier de réparations d'automobiles, ou même simplement par l'atelier de l'usine, des petites pinces d'établi. Ces pinces sont garnies de lames dont les tranchants épousent les contours d'une noix d'un calibre donné. Au moyen d'une pédale et d'un levier, ou simplement d'un levier à deux pivotements, sont assurés deux mouvements successifs. Le premier détermine le tranchage de la périphérie de la noix correctement mise en place ; le second a pour but de séparer les deux demi-coques (*Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 569-571).

On peut aussi se procurer de telles pinces, plus perfectionnées, chez des constructeurs spécialisés qui ont fait breveter des modèles.

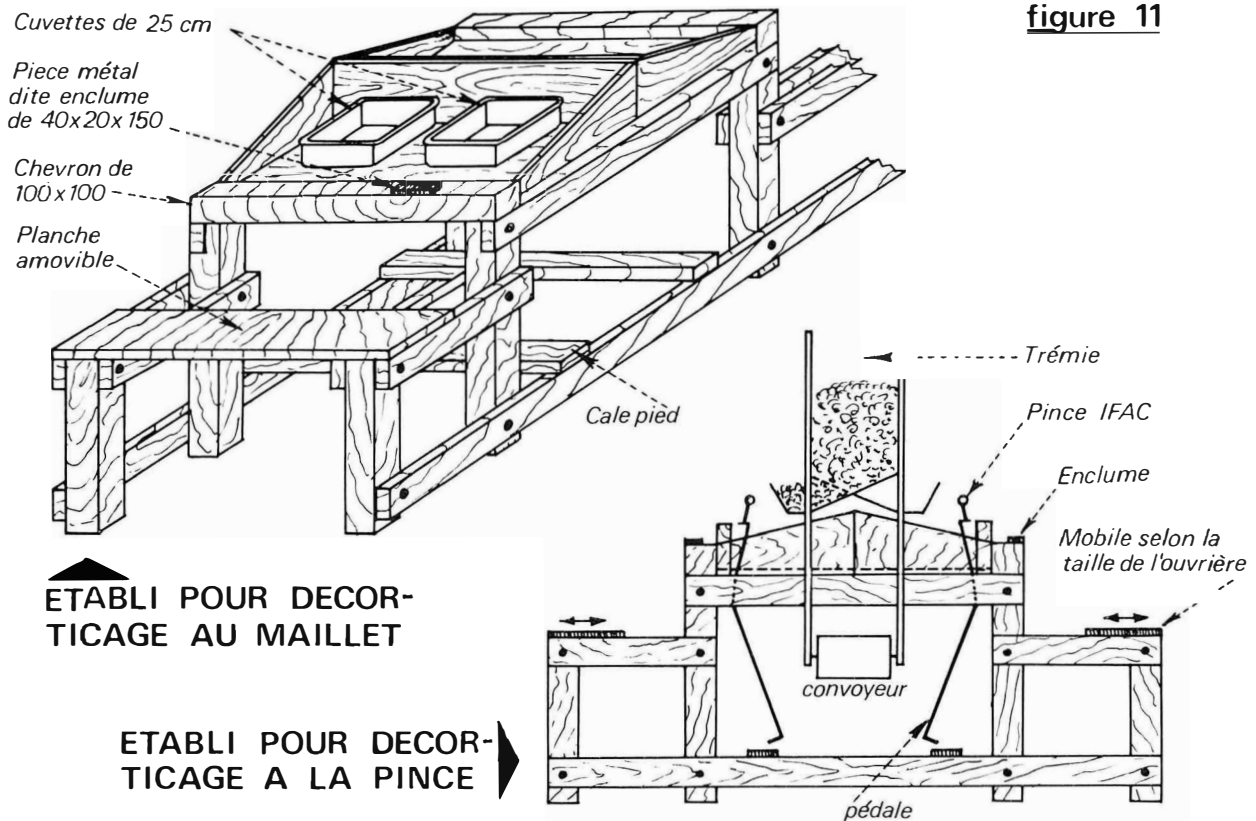


figure 11

A première vue cette étape vers la mécanisation pourrait paraître modeste. Le terme étape se comprend d'autant mieux que ces pinces simples sont déjà des éléments de décortiqueuses automatiques ou semi-automatiques à couteaux. Pourtant les rendements au décortilage avec ces pinces sont très honorables.

Au Brésil, une ouvrière, ouvre à la pince, en moyenne 80 kg de noix en 8 heures, en produisant environ 240 kg d'amandes par tonne de noix. Si un bon calibrage préalable des noix a été fait, on peut atteindre 80 à 90 p. cent d'amandes entières. Ce résultat est obtenu sur grosses noix uniquement.

Il faut donc se rendre à l'évidence que cette technique supporte économiquement la comparaison d'une part avec le décortilage manuel, et d'autre part avec certains procédés mécaniques coûteux. Considérons simplement ici qu'il faudrait à une ouvrière plus de trois journées au maillet et seulement une demi-journée avec une machine de type OLTREMARE pour faire le même travail qu'avec une pince en 8 heures ; les investissements dans les trois cas cités sont évidemment très différents...

Certaines pinces, comme les décortiqueuses automatiques à couteaux, ne permettent pas de libérer l'amande à tous les coups ; une des demi-coques la retient. Au Brésil et au Mozambique on emploie souvent une seconde ouvrière dite assistante, pour finir le décortilage en séparant au plus vite les amandes des coques (figure 11, *Fruits*, vol. 28, n° 7-8, p. 570). D'autres pinces plus complètes (figure 12 de la même revue) améliorent cette séparation.

Dans certaines usines brésiliennes l'assistante a été partiellement remplacée par une installation classique de tri grainier qui comprend un crible vibrant à trous d'environ 14 mm et deux séparateurs pneumatiques. Le premier séparateur reçoit le refus du tamis vibrant. Il laisse s'écouler les noix mal ouvertes et soulève les coques vides jusque sur le tapis allant à l'atelier d'extraction du baume. Le second séparateur reçoit les produits tamisés. Il laisse s'écouler les amandes entières et soulève les fragments de coques et d'amandes. Une telle organisation de tri est valable pour 15 à 20 pinces. Une ouvrière est éventuellement chargée d'achever les noix mal ouvertes (voir plus loin « Atelier de tri »).

Pince finisseuse en cours d'étude.

Un prototype expérimental de pince de décortiquage manuelle assurant trois fonctions successives : incision de la coque, ouverture de la noix et extraction de l'amande, a été étudié et breveté par l'IFAC (figure 12, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 572).

La troisième fonction ou extraction de l'amande est exécutée par un dispositif dit « casse-dos » en fin de course du levier d'ouverture. Elle est nouvelle pour ce genre d'appareil. Elle a pour principaux avantages d'augmenter le pourcentage d'amandes entières, de diminuer le risque de contamination par le baume et de n'employer qu'une seule personne par pince.

Un autre but de cette étude était de remplacer tous les mouvements alternatifs coulissants par des rotations autour d'axes. Celles-ci sont toujours plus précises, plus rapides et occasionnent une moindre usure ; avantages importants si l'on souhaite pouvoir mécaniser le procédé.

L'étude permet de préciser aussi que, pour simplifier les angles de coupe et éviter l'encrassement des lames, il était souhaitable de remplacer les lames doubles superposées (deux épaisseurs de tranchants avec un léger intervalle entre elles) par une lame dorsale séparée en secteurs. Ces secteurs alternativement fixes et mobiles, constituent une seule ligne de coupe et se nettoient par eux-mêmes lors de l'ouverture d'une noix.

Enfin, l'étude permet d'expérimenter, avec succès, un dispositif simple de centrage automatique de la lame ventrale ; ceci afin que la pointe de cette dernière vienne toujours au niveau du hile et que la pression des lames soit également répartie sur la périphérie de la coque. Les pénétrations trop profondes d'une des lames jusqu'à l'amande sont ainsi évitées.

L'ensemble de cette étude répondait à la double préoccupation de pouvoir disposer, dans des délais très brefs, de pinces manuelles dans les régions où le développement du décortiquage artisanal est possible, tout en acquérant une expérience pour une construction éventuelle de décortiqueuses automatiques à partir de ces pinces prises comme éléments constitutifs.

Au cours de cette étude il fut également possible de déterminer qu'un ouvrier peu familiarisé avec l'emploi de ce matériel, arrive à produire environ 5 kg d'amandes entières en une journée de 8 heures, dans les conditions normales de travail de Madagascar.

Le rendement en amandes entières, au cours des essais, était de plus de 80 p. cent malgré l'absence d'un calibrage rigoureux qui eut sans peine permis d'atteindre plus de 90 p. cent. Ce chiffre est très satisfaisant et il permet de conclure que le décortiquage mécanique peut atteindre un niveau de haute qualité dans les années prochaines, ceci avec du matériel simple et robuste. Il serait également possible qu'une usine s'équipe en pinces manuelles dans un premier temps et convertisse ensuite celles-ci en machines automatiques.

Décortiqueuses automatiques.

Tout le matériel d'une usine de décortiquage mécanique peut s'acheter séparément, sauf les décortiqueuses automatiques. Celles actuellement disponibles à la vente sont proposées avec l'usine complète par l'une de ces six sociétés, citées dans l'ordre de leur venue sur le marché :

- OLTREMARE, via Parigi 13, Bologna (Italie), qui occupe la première place sur le marché (*Fruits*, 1972, vol. 27, n°9, p. 648).
- METALURGICA LUSO-ITALIANO cf. F. TONELLI, C.P. 2374, Lourenço Marques (Mozambique), demandait une participation aux affaires.
- CASHEW Co, n° 12 -8 Chome, Nishi-Ogu, Arakawa-ku, Tokyo (Japon), demande une participation majoritaire.
- PEIRCE & LESLIE, 35 Crutched Friars, London E.C.3 (Angleterre), demande une participation majoritaire.
- STURTEVANT-HELBER, 33 rue Saint-Jean, 27-Louviers (France), occupe la troisième place après les pinces manuelles (photo 2).
- CAFL, 42-Saint-Chamond (France), se propose de vendre différentes machines grainières.

Certaines de ces sociétés exigent une participation plus ou moins importante au capital de l'usine de décortiquage à titre de « know how », en vue de créer des liens commerciaux plus étroits.

Possibilités de réalisations spéciales.

A ceux qui désirent travailler seuls sans aucun lien contractuel avec un de ces groupes, il reste la possibilité de faire réaliser des décortiqueuses mécaniques automatiques. On peut en imaginer une très grande diversité (*Fruits*, vol. 28, n°7-8, 1973).

Le plus simple semble de mécaniser un procédé par cisaillement ou par fraisage périphérique, il reste encore beaucoup à faire en cette matière.

On ne négligera pas non plus d'étudier les procédés annexes qui peuvent servir de compléments ou de finisseurs pour les noix difformes, hors calibre ou mal ouvertes. A ce propos, citons d'abord la technique de projection pneumatique sur un disque rotatif (figure 10 et photo 4, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 569) qui est simple et bon marché, puis les systèmes centrifuges ou en cyclone (photo 3) qui sont plus élaborés.

Aucune des décortiqueuses automatiques proposées dans une usine entière n'est complète. En effet une décortiqueuse automatique complète devrait assurer son alimentation automatique à partir de noix en vrac, l'orientation convenable des noix en vue du décortiquage, le cheminement des produits, l'incision de la coque sans préjudice pour les amandes, l'ouverture des coques sans écarter les cotylédons, la séparation des amandes et l'évacuation des coques dans les plus brefs délais, son propre nettoyage en cours de fonctionnement.

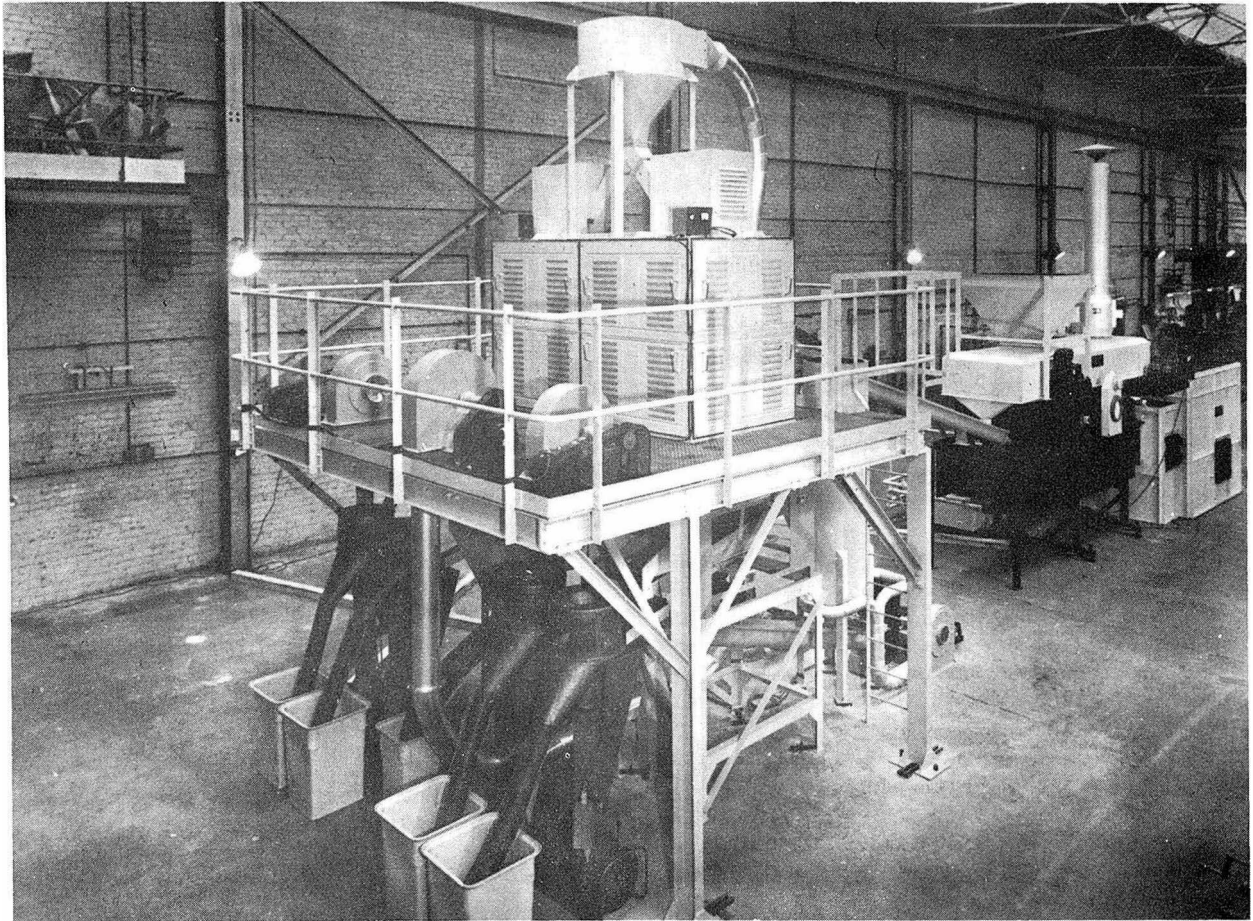


Photo 2. Matériel d'usine pour le décorticage des noix de cajou, STURTEVANT type MK 600, préassemblé à l'usine de Manchester avant son embarquement pour le Nigéria.
(photo publiée avec l'aimable autorisation de STURTEVANT Engineering Co).

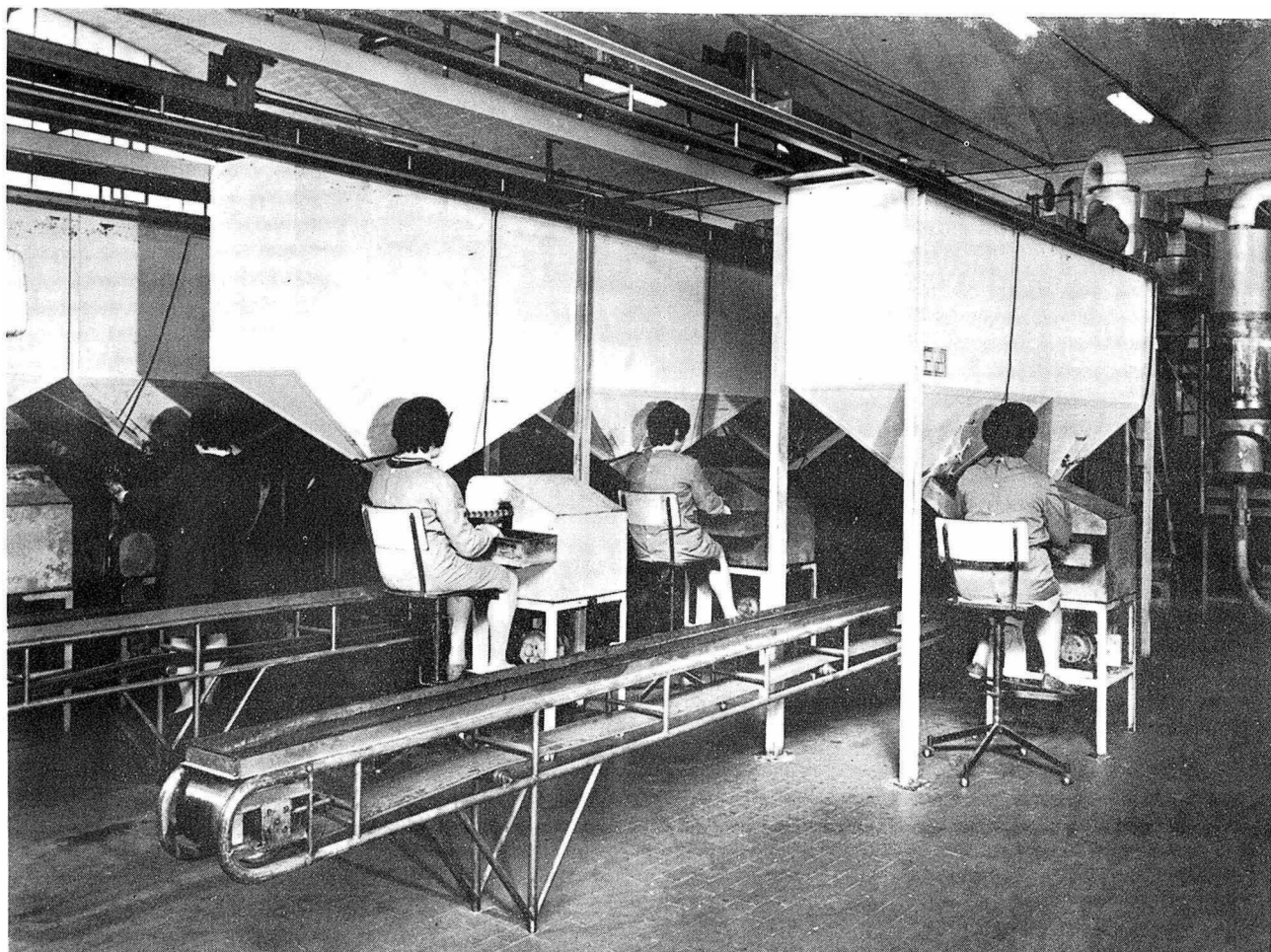


Photo 3. Femmes alimentant à partir de trémies de noix calibrées, des chaînes distributrices des cisailles automatiques dans une usine OLTREMARE.
(photo reproduite avec l'autorisation de cette Société).

Certaines machines, dites automatiques, ne réalisent que trois de ces opérations et il est nécessaire de compléter le travail manuellement ou avec des machines annexes. On peut dès lors facilement concevoir qu'il suffise de mettre au point non plus une décortiqueuse intégrée mais une suite automatique d'appareils intégrés.

A titre d'exemple : un distributeur à boulons (figure 14 *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 571) peut assurer les trois premières fonctions ; et un ensemble de tri grainier comme celui décrit précédemment au sujet de l'utilisation des pinces manuelles peut assurer la sixième fonction (figure 22, p.580 de la même revue). Nous aborderons le problème général des tris au paragraphe suivant.

Les solutions proposées pour l'alimentation automatique des décortiqueuses sont très diverses. Dans de nombreux cas il y a plusieurs types de transporteurs l'un après l'autre, depuis les noix en vrac jusqu'à la machine.

L'orientation convenable des noix peut être assurée par des distributeurs de plusieurs modèles. Le plus avantageux correspond au cas où l'orientation préalable des noix est simplifiée. Pour les procédés par percussion pneumatique ou en centrifugeuse, l'orientation est obtenue au moment de la projection avec la partie la plus renflée en avant. Pour les procédés par fraisage périphérique il suffit d'orienter les noix dans le plan. Pour les procédés par cisaillement il est de plus nécessaire d'orienter la noix avec la face concave ou ventrale tournée d'un côté. Les machines OLTREMARE employées en Tanzanie et au Mozambique sont à alimentation manuelle et l'orientation des noix est faite à cette occasion. Ce poste demande une main-d'oeuvre importante pour un procédé mécanique. Dans les machines OLTREMARE à alimentation automatique, il ne faut mettre que des noix ayant subi un double calibrage car l'orientation se fait par basculement des noix mal orientées sur un bossage compris au fond d'une rainure en V où les noix sont poussées.

L'atelier de décortage est toujours organisé pour que la surveillance y soit facile et les changements de répartition par machine ou ligne de machine susceptibles de se faire rapidement.

Les produits doivent sortir de l'atelier par catégories classées : les coques vont vers l'extraction de baume puis la chaufferie, les amandes vêtues vont par calibre vers les étuves, les amandes blanches passent directement au tri.

Nous détaillerons maintenant l'organisation de ces tris.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE SÉLECTION OU TRIAGE

Le travail de cet atelier consiste à séparer les qualités d'amandes obtenues. Il est rare qu'une usine en trie plus de 10 à 15 différentes. Les noix d'une région déterminée ne comprennent pas un échantillonnage complet de tous les calibres d'amandes. Certaines qualités inférieures sont le résultat de défauts techniques de l'installation de décortage qui peuvent être aujourd'hui totalement éliminés dans

certaines usines de conception récente. Il ne sera plus utile de trier des amandes roussies dans le cas où on n'emploie pas la technique de «fragilisation» à forte température par bain de baume ou grillage. Il n'y aura plus d'amandes desséchées provenant de noix dites vides si on sait les éliminer dès l'entrée à l'usine ou au moment du dépoussiérage. Les tris par grades peuvent être faits lors du calibrage préalable. On conçoit donc aisément que les problèmes de triage concernent toute l'usine et que cet atelier spécialisé doive seulement pallier les défauts des autres.

Environ une trentaine de qualités d'amandes sont codifiées et définies par des normes. On se reportera aux études économiques pour plus de précisions à ce sujet.

L'esprit général de ces normes est de faire une classification dichotomique préliminaire à la manière des anciens systèmes de tri à la main (entières blanches, entières roussies ; morceaux blancs, morceaux roussis) qui même dans le travail manuel sont abandonnés. On comprend donc que ces normes aient bien souvent été controversées par les industriels, mais avec le temps elles ont acquis leur force par l'usage. Aujourd'hui les solutions mécaniques des problèmes de tri selon ces normes sont connues.

Les normes prévoient ensuite un tri séparé des quatre grandes classes obtenues précédemment selon la taille des amandes.

On retire des amandes blanches entières toutes les déficiences qui constituent la classe «DW» puis on les trie par taille en différentes classes appelées «grades» désignées par la lettre W suivie du nombre maximum d'amandes de cette taille pour une livre anglaise (454 g). Il y a huit classes couramment utilisées :

W 190 = LW	pour 180 à 190 amandes par livre
W 210	pour 200 à 210 amandes par livre
W 240	pour 220 à 240 amandes par livre
W 280	pour 260 à 280 amandes par livre
W 320 = FW =	
W 1	pour 300 à 320 amandes par livre
W 400	pour 350 à 400 amandes par livre
W 450	pour 400 à 450 amandes par livre
W 500	pour 450 à 500 amandes par livre

Les très grosses amandes en-dessous de 180 sont commercialisées sous l'appellation «jumbo size».

Le même système de grades existe aussi pour les amandes entières roussies. La lettre W est remplacée par «SW» signifiant «scorched whole». Au Brésil, le grade «SW 190» est aussi appelé «LSW», et le grade «SW 320» est aussi appelé «W 2».

Pour les morceaux, les normes prévoient de continuer la classification dichotomique d'abord en petits et grands morceaux à l'aide d'un tamis à mailles de 4,73 mm (4 mesh 16 SWG) puis avec un tamis à mailles de 3,36 mm (6 mesh 20 SWG) et finalement un tamis à mailles de 2 mm. Ce qui est supérieur à 4,73 mm comprend les cotylédons ou «splits» = «S», les amandes seulement époinçonnées dites talons ou «butts» = «B» et les grands morceaux ou «LWP». Pour les morceaux roussis les dénominations correspondantes sont : «SS» = «scorched splits», «SB» = «scorched butts»,

«SLP» : «scorched large pieces».

Entre les tamis 4,73 et 3,36 mm les morceaux blancs sont appelés «SWP» : «small white pieces» et les roussis «SSP» : «small scorched pieces». Entre les tamis 3,36 et 2 mm les morceaux blancs sont appelés «BB» : «baby bits». Ce qui est inférieur à 2 mm constitue les farines : «dust» ou poussières.

Certains regroupements de classes sont courants :

«SLP» + «SSP» : «SP» ou scorched pieces

«DW» + «SBB» + «dust» : dessert

Organisation des tris.

C'est au niveau des tris que le décortiquage mécanique pose le plus de nouveaux problèmes d'organisation par rapport au décortiquage manuel. En effet, l'ouvrière qui casse des noix avec un maillet ou qui les ouvre avec une pince, peut prendre l'habitude de trier les amandes en les séparant des coques et parfois même les répartir en plusieurs paniers selon la taille. Au moment du mondage manuel un second tri s'opère simultanément en amandes blanches, amandes roussies, pellicules et morceaux. Ensuite intervient le travail de l'atelier de tri proprement dit ou sont séparés une douzaine de produits différents.

Précédemment, au sujet du calibrage, il a été dit qu'une de ses fonctions doit être de remplacer les tris par grades d'amandes blanches. On peut espérer qu'un excellent calibrage puisse y suppléer mais aucune usine n'y est encore parvenue totalement et les légères corrections sont faites sur tables à la main.

Précédemment, au sujet de la fragilisation, il a été signalé que la préparation des noix en vue du décortiquage devait se faire sans occasionner de roussissement des amandes. Ceci évite le tri électronique des amandes roussies qui est, cela va de soi, une technique assez coûteuse.

Précédemment encore, au sujet du décortiquage, il a été dit l'intérêt qu'il y a à séparer directement les amandes des coques sur la machine de décortiquage elle-même, pour qu'il en résulte un haut pourcentage d'amandes entières qui valent plus chères tout en ayant un coût de production moindre que les morceaux.

Malgré tous les soins apportés au bon calibrage et à la fragilisation et les progrès des machines de décortiquage et de mondage, les triages d'amandes demeurent une préoccupation car il n'existe aucune technique de décortiquage parfaite donnant 100 p. cent d'amandes blanches entières ; par surcroît les techniques de mondage mécanique des amandes de cajou sont elles aussi encore loin de la perfection. Il en sera question lors de l'examen de l'atelier de mondage.

En conséquence, dans la pratique actuelle, quel que soit le type de machines et le procédé employé, il faudra un certain nombre de triages ; ceci d'autant plus que la technique et les machines seront plus imparfaites.

Tri en sortie de décortiqueuse (figure 22, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 580).

N'ayant pas encore de décortiqueuses parfaites, il faut se

contenter d'appareils qui délivrent, en même temps que les amandes, une plus ou moins grande proportion de coques vides et même de coques pleines ; parfois aussi des débris de noix ou, ce qui est plus grave, débris métalliques (lames cassées, écrous mal freinés, etc.).

La technique de ce tri est celle couramment utilisée en graineterie. L'ensemble est déversé sur un crible à mouvement alternatif dont les perforations de 14 mm de diamètre ne laissent passer que les amandes et les fragments. Les amandes entières sont aussitôt séparées des fragments par un trieur pneumatique. Les demi-coques et les noix incomplètement ouvertes s'écoulent vers le bas du crible. Parfois, une ou deux marches de 35 mm permettent aux demi-coques de mieux se retourner pour libérer l'amande. Un simple crible à barreaux métalliques permet de séparer les demi-coques vides des coques pleines.

Dans certaines installations (OLTREMARE par exemple), les demi-coques sont directement aspirées sur le crible à trous par un transporteur pneumatique qui les conduit hors de l'usine ou vers l'atelier d'extraction de baume ; ceci évite le crible à barreaux métalliques et simplifie les circuits de transport.

Sur la figure 22 de *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 580, un second séparateur pneumatique est prévu pour retirer les coques vides. Les particules métalliques sont retenues éventuellement par une plaque magnétique posée à la partie supérieure du crible.

Les coques pleines sont acheminées vers un décortiqueur par projection pneumatique assez doux ; cyclone caoutchouté ou disque recouvert de caoutchouc ; elles font l'objet d'un nouveau tri. Les coques pleines sont alors acheminées vers le concasseur pneumatique ou centrifuge utilisé pour les noix trop petites.

Dans les installations OLTREMARE quatre cyclones de forces progressives reprennent successivement les noix refusées par un crible précédent (photo 4).

Tri en sortie de mondage (figure 23, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 580).

Le mondage mécanique provoque un certain pourcentage de brisures, ce qui oblige à faire un nouveau tri des amandes entières et des fragments. On sépare sans heurt les entières au moyen d'un trieur pneumatique dans lequel les amandes entières ne font que glisser sur une surface inclinée perforée tandis que les morceaux plus légers sont seuls entraînés. Une table de tri manuel complète ce tri qui contribue à retirer les amandes moisies, époutées et mal dépelliculées. Rappelons que ces amandes proviennent de noix calibrées et sont déjà triées par grades, mais il convient de retirer les quelques anormales.

Tous les morceaux et pellicules sont déversés sur un tamis vibrant. Le principe de ce tri est de retirer d'abord les tous petits fragments, poudres et BB (baby bits ou petits morceaux) qui sinon seraient aspirés avec les pellicules. On retire ces dernières puis on classe les fragments par tris pneumatiques et criblages successifs.

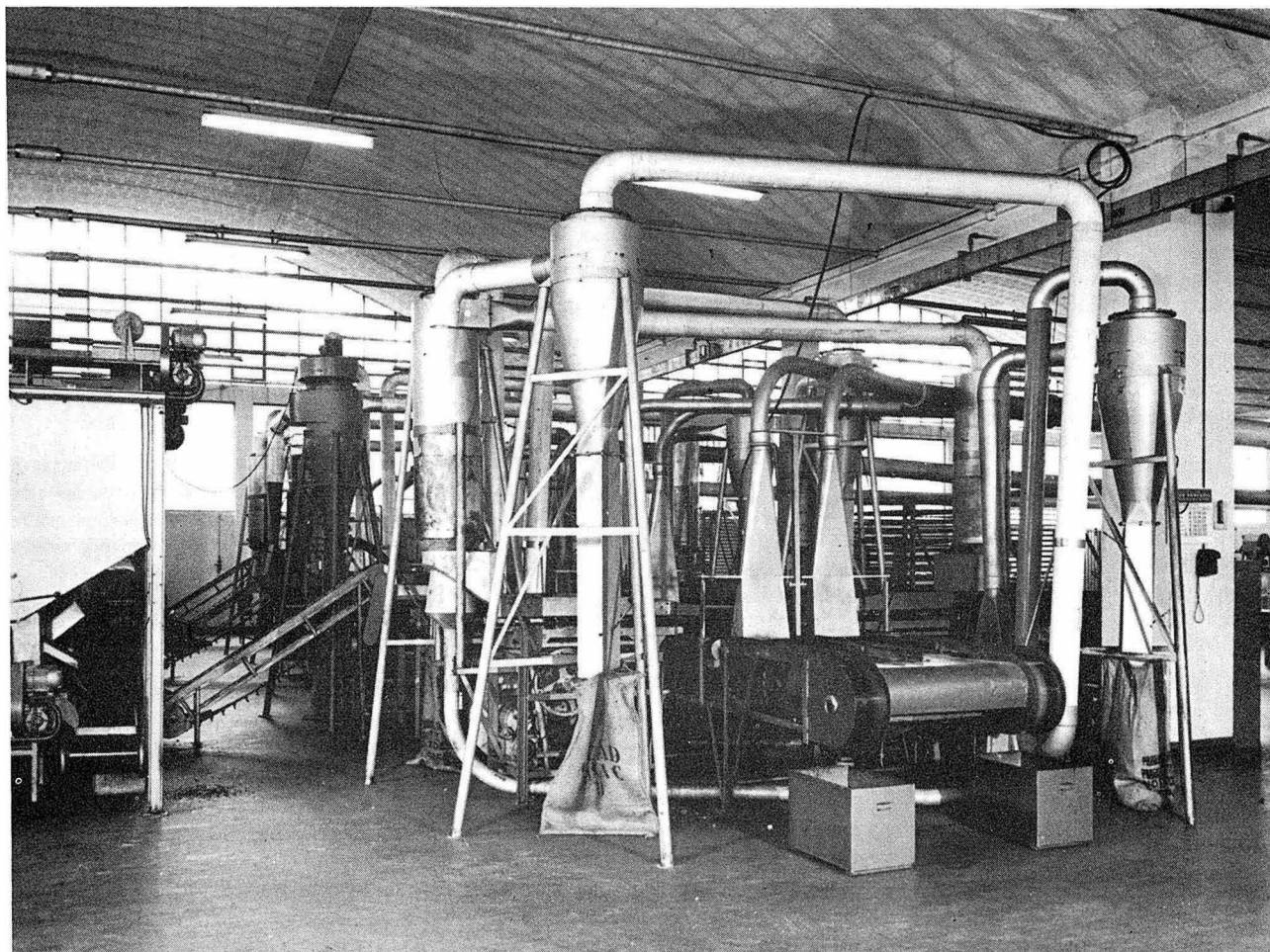


Photo 4. Vue de l'atelier de tri d'une usine OLTREMARE en sortie des débortiqueuses. Les bancs de débortiqueuses sont à gauche, les clayettes d'étuvage à l'arrière plan à droite.

Options pour l'atelier de triage.

Les options pour cet atelier sont définies par les conditions de travail dans l'atelier de conditionnement, l'atelier de fragilisation, l'atelier de décorticage, l'atelier de mondage.

Le choix des procédés à chaud pour l'atelier de fragilisation obligerait à effectuer un tri par couleur, manuel ou sur machine électronique pour éliminer les amandes roussies. A titre indicatif le coût d'un trieur électronique équipé de son dispositif pneumatique est voisin de 40.000 F. Un exemple de machine de cette catégorie serait le trieur SORTEX 423 qui aurait une capacité horaire de 300 kg d'amandes.

Il faudrait 8 à 10 ouvrières de part et d'autre d'un tapis roulant pour effectuer le même travail manuellement, mais certains préfèrent cette solution qui occasionne moins de brisures et coûte environ 4.000 F de matériel.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE MONDAGE OU DEPELLICULAGE

Le travail de cet atelier consiste à faire les opérations successives suivantes : séchage des amandes vêtues, abrasion de la pellicule en certains points, frottement doux des amandes, séparation des pellicules, réhumidification des amandes dépelliculées.

Cet atelier est le dernier à avoir été mécanisé, et il faudra considérer que, dans bien des usines, il est encore préférable de faire le mondage manuellement car il n'existe pas de machine parfaite pour réaliser ce travail, ce qui oblige à faire de nombreux recyclages, des tris en cascades et une finition manuelle. L'ensemble de ces opérations mécaniques occasionne beaucoup de brisures d'amandes.

Séchage des amandes vêtues.

L'humidité initiale des amandes est de 10 p. cent. Si on la diminue de 3 p. cent la perte de volume occasionne une meilleure séparation de la pellicule. Celle-ci étant desséchée devient cassante. Il est alors plus aisé de s'en débarrasser. Durant le séchage, si deux amandes se touchent continuellement, on risque fort de constater que la zone contiguë restée plus longtemps humide se dépellicule moins bien. On conseille de disposer les amandes en lits minces. Il n'est pas non plus possible de sécher les amandes en lits agités sinon on risque d'en casser un grand nombre. Le problème du séchage continu des amandes demande des appareils un peu différents de ceux couramment utilisés. On ne peut utiliser que des séchoirs à bande simple ou à clayettes mobiles modifiées, l'utilisation de séchoirs à tambours rotatifs fut un échec. La principale modification réside généralement dans le dispositif permettant un retournement des amandes sans brisure. Quelques petits jets d'air comprimé convenablement répartis peuvent assurer cette fonction, à moins que le système de ventilation du tunnel de séchage y pourvoit. Pour le séchage en étuves à 80°C sur clayettes fixes on peut se reporter au rapport de D.C. RUSSEL (FAO, 1969) et constater que les changements de place des clayettes permettent de les mettre à un niveau de l'étude convenant à la phase de séchage où se trouvent les amandes et assurent un

très léger mouvement de celles-ci, tandis que la ventilation ne joue que pour l'élimination de la vapeur d'eau.

Le séchage dure de 3 à 8 heures selon les amandes et le type d'installation. La température varie de 65 à 85°C selon les usines. Le taux d'extraction d'air est généralement très faible sauf en Inde. Pour améliorer le séchage on peut préconiser un trempage préalable des amandes dans l'alcool, cette technique coûteuse ne peut s'appliquer qu'en cas de grande difficulté.

Si les noix ont été stockées longtemps avant le traitement, il arrive que la pellicule adhère fortement en certains points de l'amande, on aura alors intérêt à humidifier uniformément les pellicules à la vapeur, détendue à très faible pression, avant de mettre les amandes à sécher. Il a été constaté dans ce cas qu'un séchage rapide donne ensuite de meilleurs résultats et des essais sont en cours qui visent à mettre au point un système de dépelliculage par alternances de douches de vapeur et de dessèchement superficiel rapide par rayons infrarouges.

Abrasion de la pellicule.

En théorie il ne faut pas que cette abrasion endommage l'amande, en pratique seul le résultat final compte... Au cours du mondage manuel c'est bien souvent une pointe de canif qui sert à faire une amorce de déchirure dans la pellicule.

Dans certaines usines deux ouvrières mettent 5 kg d'amandes environ dans un sac de jute qu'elles prennent chacune à un bout et font tourner comme une corde à sauter.

Le plus ancien système de mondage mécanique des amandes de cajou est sans doute celui qui consiste à faire progresser les amandes desséchées dans un tambour de grillage incliné. Le pourcentage de brisures est important mais la technique est simple.

Un progrès a été apporté dans les mondeuses à brosses mises au point par les firmes OLTREMARE (en cônes renversés) et AGRITEC (brevet FR n° 1.465.142). Mais des résultats encore meilleurs sont enregistrés avec les mondeuses CASHEW Co et plus récemment TCMF. Toutes ces machines demandent une organisation complexe de l'atelier, du fait des nombreux recyclages.

Dépelliculage pneumatique.

Une fois la pellicule déchirée on cherche à la froter pour la détacher complètement de l'amande. Le matériel le plus simple pour exécuter ce travail est le dispositif appelé FOFANA au Brésil, qui permet de traiter un lit d'amandes contenu dans un seau par deux douches de vapeur, l'une en dessus et l'autre en dessous, en agitant légèrement (figure 21, *Fruits*, vol. 28, n°7-8, p. 578).

Cette technique pneumatique est reprise dans le brevet sud-africain 67-7668 de l'ANGLO-AMERICAN Co qui décrit une machine faisant ce travail en fonctionnement continu entre deux douches d'air comprimé. Ce dernier présente l'avantage par rapport à la vapeur de ne pas risquer de roussir les amandes.

Signalons aussi les dépelliculeuses à air comprimé des installations CASHEW Co et SPENCE & PEIRCE et le montage expérimental représenté page 578 de *Fruits*, vol. 28, n°7-8.

Séparation des pellicules.

Nous avons examiné le problème du tri en sortie de mondage au paragraphe précédent et nous en avons présenté un schéma. Il faut insister encore sur la nécessité de faire des recyclages des amandes mal dépelliculées. Le schéma représente le cas le plus simple où il n'y aurait pas de nécessité de recyclage. Ceci signifierait soit que la mondeuse est excellente, soit plus probablement que l'on achève le mondage manuellement.

Réhumidification des amandes dépelliculées.

Cette réhumidification des amandes mondées n'est pas obligatoire. On est conduit à la faire si les amandes ont trop séché dans l'étuve avant le mondage.

L'usine ILPA de Lisbonne la faisait de manière régulière. La SOMAHABIBO à Madagascar l'a fait également durant un certain temps.

En définitive, il semble que cette pratique améliore la tenue des amandes au cours du transport mais diminue leur durée de conservation, elles deviendraient jaunes et exsouderaient l'huile.

En Inde, les amandes sur claies en couches de 4 cm sont placées durant 2 à 3 heures dans des chambres humides (wetting chambers) dont le sol est couvert de sciure de bois humide. L'humidité est voisine de la saturation et l'air n'est pas brassé.

À Lisbonne, on considérerait que l'optimum pour les amandes est de 6 p. cent d'humidité.

En pratique le contrôle de l'humidité peut se faire à l'étuve jusqu'à poids constant, par une technique volumétrique au toluène, au moyen d'un humidimètre électrique pour graines.

Seules les techniques au toluène sont reconnues valables, justes et reproductibles (BIDWELL STERLING ; DEAN & STARK). La technique à l'étuve est lente, inexacte et difficilement reproductible, mais peut servir de test bon marché. La technique de mesure par humidimètre est également inexacte, mais plus reproductible, elle demande un étalonnage, mais permet des contrôles rapides en cours de fabrication.

Si les amandes sont frites dans l'huile à l'usine, il est bien évident que l'on n'a aucun intérêt à les réhumidifier avant friture car l'huile chassant l'eau au cours de cette opération on augmenterait d'autant la consommation de l'huile de friture et on préférerait réhumidifier des amandes frites en prenant soin de les saler aussitôt après ressuyage. Mais on obtient alors des amandes un peu molles.

Nous ne connaissons pas encore de constructeur faisant une mondeuse pour amandes de cajou disponible seule sur le marché.

Pour cette raison et aussi à cause du fait qu'il n'existe pas encore de mondeuse donnant des résultats parfaits, nous retenons que tout à la main, à raison de 9 kg par ouvrière et par jour, il en faudrait un grand nombre dans une usine.

Certains industriels qui emploient par ailleurs des techniques mécaniques de décortilage (OLTREMARE par exemple) ont trouvé que dans leurs conditions le mondage manuel est plus rentable que le mondage à broches. La mise au point assez récente du mondage pneumatique apportera sans doute des solutions meilleures.

En second lieu, nous avons considéré qu'un mondage pneumatique d'un type original, qui combine les avantages du cylindre girateur, de la trémie vibrante et des jets d'air comprimé à 10 kg, est de prix abordable et de réalisation facile. L'efficacité maximum s'obtient par tâtonnement sans jamais prétendre être optimale et un complément manuel est souhaitable. L'organisation demande beaucoup de mises au point en fonction de la sorte d'amande produite.

ORGANISATION DE L'ATELIER DE FRITURE ET EMBALLAGE

Le travail de cet atelier consiste à préparer des unités de vente : caisses, sachets, estagnons ou boîtes.

On se reportera aux études économiques pour davantage de précisions concernant l'évolution de l'emballage en fonction des qualités et des marchés. Certains pays peuvent être fournis en estagnons, d'autres clients demandent des autres plastiques comme les grossistes des USA ou des petites boîtes métalliques à ouverture rapide, comme les «succursalistes».

Chaque type d'emballage présentant à la fois des avantages et des inconvénients, il n'est pas possible de prédire la généralisation d'un seul type.

Il est logique de penser que dans l'avenir on s'efforcera d'éviter les réemballages et que la friture des amandes sera faite à l'usine de décortilage pour la plus grande partie de sa production.

Actuellement, la friture sur place ne concernerait que 5 à 8 p. cent de la production dans les usines de l'Est africain et serait d'environ 15 p. cent au Brésil ; mais ces chiffres sont donnés sous toute réserve par les producteurs.

Les autres amandes dites blanches subissent donc un premier conditionnement sous vide, ou en atmosphère compressée d'azote ou de gaz carbonique à l'usine de décortilage. Des autres de plastique ou des estagnons parallélépipédiques sont utilisées. Dans les pays gros consommateurs ces emballages sont détruits (d'où l'avantage des autres). Puis une fois les amandes frites et salées, on les réemballe sous vide dans des sachets de plastique ou des boîtes métalliques à ouverture rapide de dimensions plus conformes à la vente au détail.

Friture des amandes.

Pour obtenir des amandes prêtes à être conditionnées dans des emballages de détail il faut les frire et les saler.

La friture peut se faire par immersion durant une minute dans de l'huile d'arachide pure chauffée vers 190°C. Aux USA on emploie un mélange à base d'huile de carthame beaucoup moins chère.

Les amandes sont fragiles et on les immerge contenues dans des paniers, ce qui facilite également l'égouttage. On les déverse ensuite sur une tablette où elles sont saupoudrées de sel fin tandis qu'elles sont encore chaudes. Un léger réchauffage par un petit jet de vapeur en sortie d'égouttage favoriserait, d'après certains, la meilleure tenue du sel ; d'après d'autres, ce serait inexact et le but obtenu est une réhumidification destinée à gagner du poids.

Dans certains pays l'addition d'antioxydants tels que le BHA et le BHT est tolérée pour les amandes de cajou afin d'éviter le rancissement. Cette pratique n'a cours que pour certaines boîtes métalliques à ouverture rapide qui ne permettent pas un vide suffisant. Dans tous les autres cas il est possible d'éviter cette dépense.

Des essais de conservation dans certains sachets de plastique sous vide ont démontré que les amandes blanches peuvent être ainsi conservées plus de cinq années et les amandes frites plus de deux ans sans subir de grande altération de goût.

Le prix des matériaux d'emballage n'a pas été étudié dans ce chapitre. Certains matériaux peuvent être plus ou moins avantageux selon les pays, les questions d'impression et de présentation peuvent également faire varier un prix du simple au double. En règle générale pour les présentations simples les industriels estiment entre 0,40 et 0,50 F par kg le prix de revient des emballages par grands paquets (supérieurs à 5 kg). On peut estimer entre 0,70 et 1 F le prix des emballages de détail en sachets plastiques. Pour les petites boîtes métalliques à ouverture rapide les prix sont de l'ordre de 3 F par kg (CIF Cotonou). Il faut considérer que les emballages de détail donnent une plus-value au produit qui compense largement leur prix plus élevé.

ORGANISATION DE L'ATELIER D'EXTRACTION DU BAUME

Le travail de cet atelier consiste à extraire le baume et l'eau des coques vides, filtrer le mélange d'eau et de baume cru, évaporer l'eau, décarboxyler le baume cru, enfûter le baume décarboxylé.

Extraction du baume.

Le prix d'un kg de ce liquide n'est même pas le dixième du prix d'un kg d'amandes. Il serait mauvais de compter faire un grand profit sur ce produit. C'est pourquoi aujourd'hui on ne produit de baume que dans les grandes usines.

Deux techniques demeurent compétitives : par friture des noix comme on l'a vu précédemment ou par pression des coques vides à chaud. L'extraction par solvant est certes toujours utilisée par certaines usines qui sont équipées depuis plusieurs années. Ce procédé permet une récupération quasi totale mais s'avère parfois coûteux en solvant.

On n'y traite que les coques déjà pressurées.

En calcul approximatif pratique, on retiendra les valeurs suivantes :

Les noix ont de 26 à 31 p. cent de baume selon origine et variété. Il y aurait même des noix sans baume, mais de médiocre qualité. L'extraction en cours de friture représente 4 à 6 p. cent du poids des noix à l'origine. L'extraction par égouttage centrifuge après friture peut représenter 1 à 3 p. cent du poids des noix à l'origine. Le pressurage sur coques «vaporisées» peut fournir 15 à 17 p. cent du poids des noix à l'origine. Pour une tonne de noix sèches (5 p. cent d'humidité) on obtiendra 700 kg de coques après vaporisation et décorticage. Elles donnent par pressurage 154 kg de baume, 86 kg d'eau et 460 kg de bagasses combustibles.

Le procédé d'extraction par pression, qui est employé au Brésil et dans les usines modernes de décorticage automatique sans friture, consiste à réchauffer dans la trémie d'une presse continue, les coques vides durant une heure par de la vapeur à 2 kg de pression puis à les pressurer à chaud. Le baume cru mélangé d'eau traverse un filtre en grillage d'acier inoxydable et est recueilli dans un bac sous la presse.

Décarboxylation.

Le baume cru contient 90 p. cent d'acide anacardique. Il est permis de penser que dans les années futures ce produit acide sera demandé par l'industrie car il permet un éventail de fabrication dans différents domaines beaucoup plus étendu que lorsqu'il est décarboxylé à l'état de «cardol». Il faut considérer que les utilisateurs sont généralement éloignés des lieux de production et que le produit acide voyage moins facilement en fûts que le «cardol» car son acidité est gênante et la lente décarboxylation du produit acide contenu dans des fûts métalliques, conduit à l'éclatement de ceux-ci.

Le baume cru et exempt de déchets de coques doit être décarboxylé avant enfûtage.

La technique de décarboxylation la plus économique est un simple chauffage de longue durée, 2 à 3 heures vers 190°C à la pression atmosphérique ou en surpression. On préconise généralement de pratiquer un préchauffage d'une heure vers 106°C pour éliminer toute l'eau. Quand toute l'eau est éliminée, on peut ajouter un antimoussant tel que de l'argile à raison de 6 p. cent et élever la température vers 140°C en agitant et en dégazant sous vide partiel. Cette baisse de pression doit être progressive et contrôlée pour éviter la mousse.

Un grand choix existe dans le matériel d'échange thermique et de dégazage sous vide en couches minces ou lits ruiselants. Il faut pour le choix du matériel avoir présent à l'esprit qu'il s'agit d'un liquide corrosif et polymérique à chaud à partir de 200°C. L'échangeur devra donc être de préférence en acier inoxydable et sans points de surchauffe.

Pour les petites installations on préconise de faire l'élimination d'eau et la décarboxylation dans le même appareillage pouvant contenir 300 kg de liquide. Le liquide est recyclé une quinzaine de fois par heure. On prévoit une porte étanche de type voyant en pyrex pour introduire

l'argile dans ce contrôle des mousses. Les techniques avec vide partiel et retombée du liquide en pluie sont les plus favorables à leur formation.

Un appareillage spécialement conçu pour la décarboxylation du baume de cajou a été breveté aux USA sous le numéro 2.402.940 dès 1943 par la GENERAL FOODS CORPORATION. La similitude de cet appareillage avec une installation de désaération des liquides comme on en employait couramment dans les industries alimentaires à l'époque, est frappante. Ce système prévoit d'utiliser le dégagement de gaz carbonique pour augmenter la pression jusqu'à 9 kg au-dessus du liquide et limiter ainsi la formation de mousses. On ne permet au gaz de s'échapper qu'après complète décarboxylation. Le gaz carbonique produit est utilisable pour l'emballage des amandes.

ORGANISATION DE L'ATELIER D'ENTRETIEN

Le travail de cet atelier doit permettre le bon fonctionnement de tous les autres. Il consiste à réaliser les petits montages et les appareils simples, à entretenir les machines et leurs moteurs en bon état et à produire l'énergie sous forme de vapeur et d'électricité. C'est également lui qui doit assurer l'approvisionnement en eau et la protection de l'ensemble de l'usine.

Selon l'importance de la mécanisation dans l'usine, les raccordements éventuels aux réseaux de distribution d'eau et d'électricité, les possibilités des ateliers de mécanique existants et le degré d'autonomie de l'usine dans la réalisation de ses propres machines et pièces de rechange, cet atelier sera plus ou moins important. Le minimum consistera toujours à avoir un mécanicien responsable, un menuisier-charpentier, forgeron-serrurier, peintre-graisseur, aide-mécanicien, aide-charpentier.

Utilisation de l'énergie de combustion des coques vides.

Dans le cas de la préparation des noix par cuisson dans un bain de baume, les coques vides provenant du décortiquage ont entre 9 et 11 p. cent d'humidité et un pouvoir calorifique inférieur voisin de 5.000 calories. On peut estimer que ces coques représentent 650 kg environ pour une tonne de noix. Il est particulièrement intéressant de les utiliser pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement des installations.

CONCLUSION

L'examen de l'organisation des usines de décortiquage de noix de cajou, malgré la décomposition possible des tâches par atelier, dénote une certaine complexité. Pour cette raison, l'intervention de certaines des plus grandes firmes spécialisées dans la résolution des problèmes d'organisation d'usines a souvent été motivée.

Différentes sociétés d'engineering ont aussi proposé des unités, clés en main. Les plus sérieuses d'entre elles insistent, en outre, sur la formation du personnel de direction dans une autre usine, ou l'embauche d'un directeur déjà familiarisé par une certaine pratique avec les problèmes d'organisation particuliers à cette industrie.

Cet article n'est qu'une vue d'ensemble de ce qui se pratique à l'heure actuelle. Il faut signaler à ceux qui, après l'article précédent, auraient pu être tentés par l'étude de machines nouvelles, que certaines des décortiqueuses brevetées autrefois n'ont pas eu de débouché industriel par le seul fait que l'organisation correspondante à son utilisation n'a pas été étudiée avec suffisamment de méthode.

Il existe des industriels qui réalisent des profits honorables avec des machines fort modestes grâce à une excellente organisation.

Il y a aussi de fort belles usines qui seraient plus rentables après une amélioration de leur organisation.

