

# Egrenage du coton-graine





*Illustrations de couvertures*

*Fibres de coton au microscope électronique (Cliché © Cirad).*

*Contrôle du coton-graine au tablier d'une égreneuse (Cliché J.-L. Chanselme © Cotimes).*

*Manuel qualité pour les filières cotonnières UEMOA*

# Egrenage du coton-graine

*Guide technique n° 2 • Version 1 • Juillet 2006*

Rédacteur(s) Jean-Luc CHANSELME      Date de rédaction      Juillet 2006  
avec l'appui de Hamidou KINRÉ

Approbateur Bruno BACHELIER      Date d'approbation      Juillet 2006

PROGRAMME QUALITE DE L'UNION ECONOMIQUE ET MONETAIRE OUEST AFRICAINE

ID/429

UNIDO Publication  
Sales No. F.06.II.B.35

ISBN 92-1-206185-0

Réalisation Alter ego communication (34, France) • Impression Svi-Publicep (34, France)

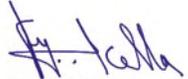
## Avant-propos

L'évolution du système commercial mondial, passé du protectionnisme à la libéralisation des échanges, et l'accent mis sur le développement dans le cadre du Cycle de Doha offrent de réelles possibilités de progrès aux secteurs commerciaux et industriels en Afrique. Cependant, la plupart des pays du continent n'ont pas encore réussi à tirer un avantage significatif des débouchés commerciaux découlant de l'expansion des marchés et des régimes préférentiels tels que les initiatives européenne « Tout sauf des Armes » et américaine « AGOA ». Les raisons qui expliquent que l'Afrique n'ait pas réussi à tirer parti de ces possibilités ne sont pas principalement liées aux obstacles tarifaires. Elles ont plutôt trait (1) au manque de *capacités productives* nécessaires pour assurer une production de biens de quantité et qualité suffisantes pour satisfaire la demande ; (2) une incapacité à prouver que les produits potentiellement destinés à l'exportation sont conformes aux normes internationales et (3) à des problèmes d'*intégration* sur le marché mondial.

Le secteur du coton en Afrique, et en particulier dans la région de l'UEMOA, illustre parfaitement ces problèmes. En effet, malgré le fait que la qualité du coton africain dépasse les requis internationaux en termes de qualité, mesure, longueur, micronaire (Index Cotlook A) grâce à des conditions de culture favorables et à la récolte manuelle du coton, son prix sur le marché mondial reste inférieur de 10 % au prix du coton de moyenne qualité à cause de problèmes liés à la contamination, à l'incapacité des producteurs de certifier la bonne qualité de leurs produits et au faible taux de productivité du secteur du coton en Afrique en général.

Le présent Manuel sur la Qualité du Coton est publié dans le cadre du Programme Qualité UEMOA-UE-ONUDI, financé par l'Union Européenne et exécuté par l'ONUDI sur la période allant de 2001 à 2005. L'objectif de ce manuel est d'assister les pays africains producteurs de coton à améliorer la qualité et la valeur de leur coton. Les manuels techniques, rédigés par des experts hautement qualifiés dans le domaine du coton (agronomie, classification, qualité...), ont non seulement pour base les nouvelles Normes Qualités Africaines pour le Coton qui ont été élaborées dans le cadre du Programme Qualité et qui ont été acceptées lors de la réunion au Havre (France) en juillet 2005 mais aussi le concept de qualité ISO 9000.

J'espère sincèrement que ce manuel, qui est en accord avec l'initiative du renforcement des capacités commerciales de l'ONUDI dont l'objectif est de promouvoir la production vouée à l'export afin de contribuer à la réduction de la pauvreté, deviendra un outil utile et pratique pour tous les acteurs (producteurs, commerçants, techniciens, consommateurs...) du secteur du coton en Afrique.



Kandeh K. Yumkella,  
Directeur-Général de l'ONUDI



## La lettre de l'UEMOA

Le secteur du coton est aussi important que sensible pour toute l'Afrique et pour les pays membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), en particulier.

Les statistiques indiquent, en effet, qu'une quinzaine de millions de personnes y travaillent. Dix millions d'entre elles se trouvent dans l'espace UEMOA, dont six millions vivent en zone rurale. Les pays de notre Union produisent 800 000 tonnes de fibre de coton, soit 4 % de la production annuelle mondiale. Au Bénin, au Mali, au Burkina Faso et au Togo, l'exportation de la fibre de coton représente de 5 à 9 % du PIB et entre 30 et 40 % des revenus d'exportations.

L'Agenda pour la compétitivité de la filière coton-textile dans l'UEMOA et les activités du Programme Qualité UEMOA sont en parfaite synergie pour l'amélioration de la position concurrentielle de cette importante filière économique de l'espace communautaire.

Le « **Manuel qualité pour les filières cotonnières UEMOA** » sera, à coup sûr, un précieux outil pour tous les acteurs des filières de la zone UEMOA et d'autres pays africains, en vue de l'amélioration du coton africain, en qualité et en valeur, dans les années à venir. Il s'adresse, à la fois, aux producteurs de semences, aux commerçants, en passant par les agriculteurs, les égreneurs et les classeurs. En somme, c'est une belle moisson – de premier choix –, à la portée de tous publics.

J'ose espérer que les acteurs tant publics que privés du secteur sauront tirer un réel profit de ce manuel dans le cadre d'une quête permanente de compétitivité de la filière coton-textile dans l'UEMOA.

Au nom de la Commission de l'UEMOA, je tiens à exprimer notre sincère gratitude à la Commission Européenne pour avoir financé le programme qualité UEMOA et à l'ONUDI pour l'avoir exécuté. Mes remerciements vont également à tous les autres partenaires qui ont contribué au financement et à la réalisation de cette publication qui vient combler un vide.

Bonne lecture.



**Soumaïla CISSE**  
LE PRÉSIDENT  
COMMISSION DE L'UNION ECONOMIQUE ET MONETAIRE OUEST AFRICAINE



## PRÉAMBULE

Dans le contexte de libéralisation du commerce mondial, les pays membres de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) doivent faire face à une concurrence acharnée, tout en assurant des exportations conformes aux normes internationales. C'est pour faciliter la participation de ces huit pays (voir carte) au commerce régional et international qu'a été adoptée une politique industrielle commune au sein de l'UEMOA, dont l'une des composantes clefs est le programme pour la mise en place d'un système d'accréditation, de normalisation et de promotion de la qualité. Lancé en 2001 par la Commission de l'UEMOA, ce « Programme Qualité » est financé par l'Union Européenne (UE) et techniquement mis en œuvre par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), il porte principalement sur :

- la mise en place d'un système régional d'accréditation et de certification (mise à niveau des laboratoires, en vue d'une accréditation internationalement reconnue) ;
- le renforcement et l'harmonisation des organismes de normalisation existants (création d'un centre de



*Les huit pays membres de l'UEMOA.*

documentation régional doté d'une base de données sur les normes et les réglementations techniques, développement des organismes nationaux de normalisation et coordination de leurs activités) ;

- la promotion de la qualité dans les entreprises (accompagnement à la certification ISO 9001 ; mise en place de centres techniques régionaux pour les aider à améliorer la qualité de leurs produits ; institution de prix nationaux ainsi que d'un Prix UEMOA de la Qualité).

Le présent « Manuel Qualité pour les Filières Cotonnières UEMOA » a été élaboré dans le cadre de ce



« La qualité n'est pas un postulat, elle est le fruit d'un état d'esprit, d'une volonté ».

SOFITEX, Bobo Dioulasso, Burkina Faso (Cliché B. Bachelier © Cirad)

Programme Qualité. Il est destiné à toutes les parties intervenant dans les filières cotonnières de la zone UEMOA. Il porte à la fois sur la qualité des produits du cotonnier (semences, coton-graine, fibre et graine) et sur la qualité de la démarche mise en œuvre pour les

obtenir. Il se veut un outil technique et commercial contribuant à la valorisation et à l'amélioration continue de la qualité du coton produit dans cette zone.

La présente version 1 de ce manuel est composée de six documents, un Plan Qualité et cinq Guides Techniques, couvrant les domaines indiqués dans le tableau ci-contre.

Le Plan Qualité constitue un document transversal, qui s'applique à la mise en œuvre des activités décrites dans l'ensemble du Manuel Qualité. En effet, le Plan Qualité comme les Guides Techniques font référence à des procédures et à des enregistrements. Les procédures doivent être disponibles au bon endroit, à tout moment et dans la bonne version, et les enregistrements (preuve réglementaire ou élément de traçabilité interne) doivent être classés et facilement accessibles. D'où l'importance par exemple de définir, sous forme de procédures, des règles pour la gestion des documents et des enregistrements. De même, des audits internes sont indispensables pour s'assurer que les procédures sont respectées, ou pour les faire évoluer si elles s'avèrent non efficaces.

Ces six documents sont donc complémentaires et constituent un ensemble cohérent, pouvant être regroupé dans une pochette cartonnée. Pour le lecteur qui consulte séparément un ou plusieurs de ces documents, rappelons que la qualité, qu'elle concerne des produits ou une organisation, nécessite l'implication active et coordonnée de tous les segments de la filière.

Intitulé	Domaines couverts
Plan Qualité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procédures associées à la réalisation des activités décrites dans les Guides Techniques : maîtrise des documents ; maîtrise des enregistrements ; maîtrise des non conformités ; actions correctives et préventives ; audit interne ; achats ; formation ; maîtrise des équipements.</li></ul>
Guide Technique n° 1. Production de coton-graine de qualité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multiplication des semences</li><li>• Culture cotonnière, récolte et stockage du coton-graine</li><li>• Commercialisation primaire (coton-graine)</li></ul>
Guide Technique n° 2. Egrenage du coton-graine	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transport et stockage du coton-graine à l'usine d'égrenage</li><li>• Egrenage</li><li>• Stockage des produits (fibre et graine)</li><li>• Maîtrise de l'énergie, des équipements de surveillance et de mesure</li><li>• Maintenance et sécurité</li></ul>
Guide Technique n° 3. Standards « Afrique » de qualité du coton fibre	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboration</li><li>• Description</li><li>• Actualisation</li><li>• Utilisations</li><li>• Promotion et diffusion</li><li>• Applications</li></ul>
Guide Technique n° 4. Classement de la fibre de coton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipements</li><li>• Procédures de classement manuel/visuel et instrumental</li></ul>
Guide Technique n° 5. Pratiques du commerce de la fibre de coton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coton AOC (place sur le marché mondial, promotion)</li><li>• Corpus réglementaire</li><li>• Instruments de marché</li><li>• Politique de prix</li><li>• Stratégies commerciales</li><li>• Pratiques commerciales (en liaison avec le Plan Qualité)</li></ul>

La version 1 du Manuel Qualité pour les Filières Cotonnières UEMOA est le fruit d'un travail d'équipe.

Il a été rédigé par MM. AMADOU SOULÉ Alidou (SONAPRA, Bénin), CHANSELME Jean-Luc (COTIMES, France), CRETENET Michel (CIRAD, France), DESSAUW Dominique (CIRAD, France), DIOP Amadou Moustapha (SODEFITEX, Sénégal), GAWRYSIK Gérard (CIRAD, France), GOURLOT Jean-Paul (CIRAD, France), WEIL Mathieu (CIRAD, France)

en collaboration avec Mme AMANI Marie-Solange (CIDT, Côte d'Ivoire), MM. ATROKPO Thomas (SONAPRA, Bénin), DIABY Seydina Oumar (CMDT, Mali), DJAGNI Kokou Koumagli (ITRA/CRASH, Togo), DJALLO Mamadou Aliou (SAGB, Guinée Bissau), DJIDA Hamadou Mayaki (ENITEX, Niger), FADOEGNON Blaise (RCF, Bénin), KA Idy (SODEFITEX, Sénégal),

KINRÉ Hamidou (SOFITEX, Burkina Faso), KY Joël (SOFITEX, Burkina Faso)

avec l'appui de MM. DRIELING Axel (FIBRE, Allemagne), auditeur externe, et FORGUE Jean-Marie (Alter Ego Communication, France), concepteur et coordinateur de publication, et de Mme GUILLEMAIN Hélène (CIRAD, France)

sous la coordination de M. BACHELIER Bruno (CIRAD, France), chef d'équipe.

Pour que ce document puisse apporter des informations pratiques, pertinentes et actualisées, il est indispensable qu'il prenne en compte l'évolution des techniques et des procédures, ainsi que les besoins de ses utilisateurs. Nous comptons donc sur vous, lecteurs, pour nous faire part de vos propositions afin que vive le Manuel Qualité pour les Filières Cotonnières UEMOA.

## SOMMAIRE

<b>Champ d'application</b>	<b>13</b>
<b>Acteurs concernés</b>	<b>14</b>
<b>Equipements utilisés</b>	<b>14</b>
Le transport du coton-graine	14
Le stockage du coton-graine	15
L'égrenage	16
Le dépoussiérage et la protection de l'environnement	27
Le stockage des produits à l'usine	29
Les dispositifs de surveillance et de mesure (DSM)	31
<b>Description des pratiques</b>	<b>32</b>
Le transport de coton-graine	33
Le stockage du coton-graine	33
L'égrenage	34
Les pratiques de stockage des produits à l'usine	45
La maîtrise de l'énergie	48
La maîtrise des équipements de surveillance et de mesure	48
La maintenance	50
La sécurité	52

Produits et services critiques	54
Références aux textes réglementaires et normatifs	55
Bibliographie	55
Contacts	56
Annexes	57
Liste de quelques abréviations et acronymes	68
Index	70

## Champ d'application

L'égrenage est l'opération consistant à séparer la fibre de la graine de coton. C'est la première étape de transformation du coton, essentielle pour la valorisation de la culture. Des pratiques rationnelles conjuguées à des équipements modernes permettent de concilier profits, cadences élevées et préservation de la qualité (figure 1).

L'objectif qualité en égrenage est défini par le marché et intègre le coût de production. Bien égrener, c'est séparer la fibre de la graine au moindre coût, en assurant une bonne mise en valeur du potentiel de qualité du coton-graine obtenu par le producteur, pour produire une fibre aux qualités préservées correspondant à la demande du marché.

Une fois la fibre pressée en balles, elle doit être stockée dans de bonnes conditions pour attendre l'évacuation sans perte de qualité. La qualité des emballages et les pratiques de stockage sont importantes pour le résultat d'une unité d'égrenage.

Le coût de l'égrenage représente une part significative du prix de revient de la fibre sortie usine. Sa maîtrise est une priorité. La marge de réduction des charges variables est faible. C'est au niveau des charges fixes (dépréciation des matériels, frais financiers, assurances, personnels permanents) que le potentiel de réduction est le plus élevé. La maîtrise des charges fixes consiste à les diluer par une augmentation de la production de

balles, en particulier grâce à un approvisionnement maximal en coton-graine. On mesure ici l'importance de l'aspect transport et stockage du coton-graine dans le coût d'exploitation d'une unité d'égrenage.

Le Guide Technique n° 2 définit les pratiques recommandées pour le transport et le stockage du coton-graine en usine, l'égrenage industriel en faveur de la qualité, et le stockage des produits, la protection de l'environnement. Les domaines de la maintenance et de la formation sont également abordés.



Figure 1. Usine d'égrenage moderne à haute capacité en Afrique francophone. (Courtoisie Lummus)

## Acteurs concernés

Les acteurs concernés par ce guide technique sont en premier lieu les services industriels des sociétés cotonnières. C'est un outil technique destiné aux professionnels des services industriels pour les guider dans leurs décisions et leurs actions pour l'amélioration des installations, des pratiques et des performances en faveur de la qualité.

## Equipements utilisés

La conception et les performances d'une unité d'égrenage dépendent de la matière première, de la qualité du coton-graine. Un processus d'égrenage, aussi élaboré et moderne qu'il soit, ne pourra pas corriger tous les problèmes résultants de pratiques inadéquates en amont (contamination, récolte peu soignée (figure 2), absence de tri du coton-graine, mauvais stockage). Ainsi, il est plus efficace et économiquement rentable de traiter les problèmes au niveau de la production que de consentir des investissements et des coûts de fonctionnement lourds.

## Transport du coton-graine

Le transport doit être organisé de façon à alimenter l'usine d'égrenage à saturation. La saturation de la capacité d'égrenage permet de diminuer le coût de production par réduction des charges fixes par unité



Figure 2. Coton-graine comportant des matières étrangères et non trié. (Cliché J.-L. Chanselme © COTIMES)

de produit. Le parc de tracteurs et conteneurs doit être dimensionné pour permettre un nombre suffisant de rotations, tout en prenant en compte le temps de remplissage des conteneurs sur les centres d'achat, et l'attente d'égrenage à l'usine. Le coton-graine doit être bûché pendant son transport et son attente à l'usine.

Les types de camions spécifiques couramment appelés poly-benne (figure 3) sont les mieux adaptés à l'activité de transport du coton-graine. Leur efficacité réside dans le fait qu'ils sont munis de caisses détachables du tracteur (longueur variant entre 7 et 8 mètres).

Le nombre de caisses par camion (10 en moyenne) est étudié en fonction de la capacité de l'usine à appro-



Figure 3.  
Attelage de transport  
du coton-graine  
de type poly-benne.  
(Cliché © Cirad)

visionner et du rayon de collecte qui, en tout état de cause, ne devra pas excéder 60 km pour une exploitation optimale.

Afin d'éviter une immobilisation non rationnelle d'un de ces camions en usine, un tracteur agricole équipé d'un dispositif hydraulique spécialement conçu à cet effet sera prévu pour le transbordement du coton-graine dans le processus usine.

Le transport du coton-graine par des camions classiques (privés généralement) nécessite qu'une rigueur soit observée dans la sélection de leurs caisses qui, pour remplir convenablement le rôle qui leur est dévolu, devront être étanches.

## Stockage du coton-graine

Il n'y a pas de bon égrenage ni de bonne qualité des produits sans un stockage maîtrisé du coton-graine. Le stockage du coton-graine à l'usine favorise les évacuations des marchés et l'alimentation maximale du pro-

cessus d'égrenage. Le stockage du coton-graine peut se faire en magasin, dans les conteneurs de transport ou dans des modules compactés.

Le stockage en magasin suppose de la manutention et, du fait de la faible densité qui résulte du déchargement, des volumes abrités importants et donc des investissements significatifs. On peut évoquer également l'éventuelle difficulté pour alimenter correctement l'usine d'égrenage à partir du coton-graine ainsi stocké. Le stockage en conteneurs entraîne une immobilisation de ceux-ci et ne peut être que de courte durée.

Le stockage en modules bâchés (figure 4), encore peu répandu en Afrique, ne présente pas les inconvénients des deux options précédentes. Il peut être utilisé pour un stockage dans la cour de l'usine après transfert à partir des conteneurs de transport. Ce système requiert par usine un caisson de pressage, un tracteur de cour et un camion spécialement équipé pour le transport des modules.



Figure 4. Stockage du coton-graine en modules autonomes et bâchés. (Cliché J.-L. Chanselme © COTIMES)

Le stockage du coton-graine requiert la possession par l'usine d'équipements de contrôle spécifiques, pour une mesure de l'humidité du coton-graine dès son arrivée à l'usine (lors de la pesée par exemple) avec une précision de 0,1 point de pour-cent. L'humidité doit être indiquée sur la caisse et enregistrée sur le document prévu au même titre que le type (classement) (cf. Plan Qualité).

Les silos de stockage coton-graine en usine sont conçus en matériaux définitifs respectant les normes requises en matière d'assurance ; la capacité de chaque compartiment ne doit pas excéder 100 tonnes et les compartiments doivent être isolés les uns des autres par un mur coupe-feu jusqu'à la toiture du bâtiment.

Une bouche d'incendie raccordée au réseau incendie principale de l'usine avec une pression de 10 bars mini doit être prévue au regard (ou à distance raisonnable) des compartiments du silo. Le système incendie comporte également un dévidoir équipé de tuyaux souples de diamètres 70 et 45 mm avec diviseur et lances, en longueurs et nombres adaptés au risque que constitue chaque compartiment.

Le stockage se fera dans chaque compartiment du silo tout en veillant à respecter une distance d'au moins 1,5 mètre par rapport à la toiture du bâtiment.

En tout état de cause, la bonne gestion du parc automobile par rapport à la capacité de l'usine devra per-

mettre de réduire autant que faire se peut le stockage du coton-graine en usine, car il constitue un risque potentiel d'incendie généralement difficile à maîtriser.

## Egrenage

L'égrenage est réalisé par un processus composé de machines dont la séquence est bien adaptée au coton-graine à traiter et aux marchés de fibre visés. Pour faciliter les opérations de gestion et de maintenance, chacune de ces machines doit faire l'objet d'une codification (cf. Plan Qualité « Maîtrise des enregistrements »).

## Le transport de matière à l'égrenage

Dans une unité d'égrenage, 60 % de l'énergie est utilisée pour le transport des matières et le recueil des déchets. Le transport pneumatique est prédominant. Coûteux en énergie, il doit être d'une efficacité maximale.

Les ventilateurs doivent être choisis et dimensionnés avec soin, en utilisant leur courbe de performances (voir annexe 2). Les conduits de transport doivent être les plus courts et directs possibles car la pression statique et donc la consommation en énergie augmentent considérablement avec la distance et les coudes. Pour réduire les émissions de poussières dans les usines, on préférera les dispositifs à dépression aux dispositifs utilisant des pressions positives.

## Les systèmes de déchargement

Les systèmes de déchargement doivent permettre une alimentation de l'usine à flux constant et régulier. Ils doivent assurer un pré-nettoyage et une pré-ouverture de la matière. On distingue deux types principaux : les télescopes (manuels ou hydrauliques) et les alimenteurs de modules (à tapis mouvant ou tête dispersante mobile).

Les télescopes manuels sont adaptés aux usines à faible capacité. Ils demandent une main-d'œuvre importante et une maintenance réduite. Les télescopes hydrauliques, adaptés aux usines à plus forte capacité (au-delà de 30 balles par heure), sont actionnés par un système hydraulique (figure 5). Ils demandent une main-d'œuvre réduite mais une maintenance plus lourde.

Les alimenteurs de modules comportent un dispositif disperser qui éclate la masse de coton-graine compacté et assure un certain pré-nettoyage. Ils conviennent aux usines de toute capacité et ne demandent qu'une main-d'œuvre réduite.

Le pré-nettoyage lors du déchargement doit retirer les objets lourds apportés par la récolte tels que cailloux, métal, capsules vertes, avant leur entrée dans la trémie de régulation. L'épierreur est un dispositif de pré-nettoyage courant situé dans le conduit de déchargement.

Un contrôle automatique de l'alimentation fournit au processus d'égrenage un flux de coton-graine régulier. Dans



Figure 5. Tête mobile de télescope hydraulique.

(Cliché J.-L. Chanselme © COTIMES)

les usines de conception récente, le contrôle automatique de l'alimentation est plus sophistiqué et regroupe :

- un contrôle de flux amont (vitesse d'avancement du tapis, vanne à air libre) ;
- une tour de régulation comportant un coffre de stockage tampon et des rouleaux alimenteurs à vitesse variable régulant le flux aval en sortie du coffre.

Les tours de régulation disponibles sur le marché permettent de gérer des capacités jusqu'à 60 balles/h. Elles comportent un séparateur, des cellules photoélectriques, des rouleaux alimenteurs, des écluses et un caisson de reprise (figure 6). Certains séparateurs permettent de réaliser une pré-ouverture et un pré-nettoyage.

En conclusion, le dispositif de déchargement doit être adapté au conditionnement

du coton-graine, et dimensionné selon la matière et la capacité. Il doit respecter les normes de vitesse d'air, être étanche et conçu pour minimiser la consommation d'énergie. La régulation de l'alimentation est fondamentale pour les performances du processus. Le pré-nettoyage protège le matériel en aval.

### La gestion de l'humidité des cotons à l'égrenage

L'humidité d'un coton est la proportion d'eau dans la matière (coton-graine, fibre, graine). Le coton échange en permanence de la vapeur d'eau avec l'air ambiant pour atteindre un équilibre. Pour une humidité relative de l'air donnée, la fibre et la graine ont, à l'équilibre, une teneur en humidité précise (figure 7).

Une humidité élevée du coton provoque des bourrages, des dégâts aux équipements et un entortillement de la fibre. L'ouverture et le nettoyage se font mal, et la fibre produite, quoique préservée, présentera un aspect tourmenté et méché (préparation) qui la déprécie. Une humidité trop faible entraînera la formation d'électricité statique et des bourrages. Le coton-graine sera bien ouvert et bien nettoyé, mais la fibre fragilisée sera endommagée. Il existe un compromis entre nettoyage et préservation des qualités de la fibre. L'intérêt du contrôle de l'humidité des cotons à l'égrenage est donc de faciliter l'égrenage et de maximiser la qualité et le revenu. Des humidimètres spéciaux existent et doivent faire partie des outils de base de l'égreneur (figure 8).

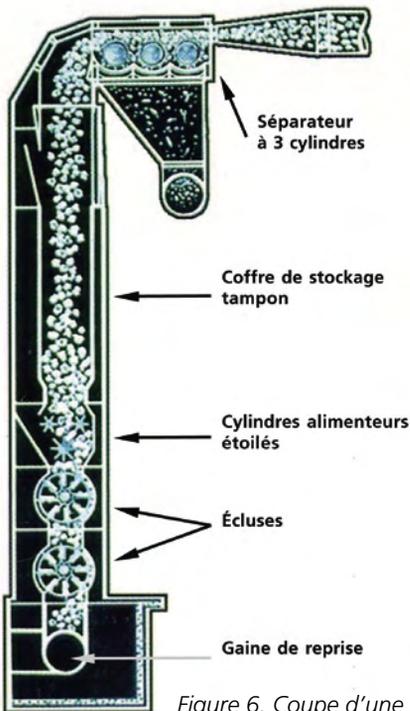


Figure 6. Coupe d'une tour de régulation avec séparateur horizontal à cylindres. (Courtoisie CEC)

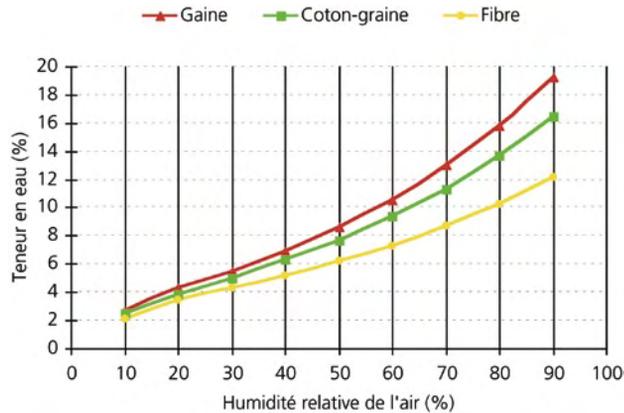


Figure 7. Equilibre hygroscopique du coton. (Source USDA)



Figure 8. Humidimètres pour la mesure de l'humidité des cotons.

(Cliché B. Bacheller © Cirad).

On peut sécher le coton-graine pour en faciliter l'ouverture et le nettoyage, et on peut humidifier pour séparer la fibre de la graine, nettoyer la fibre ou la presser. La fibre modifie son état hygrométrique assez rapidement, alors que l'humidité de la graine, elle, varie lentement et n'a pas le temps d'évoluer significativement au cours du processus. Elle ne doit pas excéder 12 %. Une humidité maximale de 10 % est préférable si la graine est destinée à de la semence.

### Le séchage du coton-graine

Le but est d'homogénéiser et de réduire l'humidité de la fibre pour éviter les bourrages et faciliter l'ouverture et le nettoyage du coton-graine. Le coton-graine est mis en contact avec l'air ambiant, si celui-ci est sec, ou avec de l'air réchauffé. Il est toujours préférable de réaliser le séchage avec des volumes d'air importants plutôt qu'avec des températures élevées. Le dimensionnement du matériel est capital.

Les dispositifs de séchage existants utilisent un brûleur à kérosène ou à gaz pour réchauffer l'air de transport, et un caisson de reprise pour le mélange air chaud/coton-graine (*Hi-slip dryer, blow-box, hot-box*). Air et coton-graine sont mis en contact dans les conduits de transport entre le dispositif d'alimentation (télescope, alimenteur de modules, tour de régulation) et un nettoyeur de coton-graine qui sert alors de séparateur.

Il existe des systèmes sans séchoir qui nécessitent des conduits de diamètre élevé, avec un gros ventilateur d'aspiration. Les systèmes avec séchoir intercalent un dispositif spécial entre reprise et nettoyeur incliné (tour à chicanes, *fountain dryer*, séchoir haut volume, figure 9).

Le dispositif de séchage typique pour les cotons d'Afrique sub-saharienne est constitué d'un ensemble avec brûleur, conduits, séchoir (simple ou double selon la capacité), nettoyeur incliné à dépression, ventilation push-pull.

Les tours classiques à chicanes ne sont pas très efficaces. Les séchoirs les plus récents (Continental Eagle Corp., Lummus Corp., Busa, Samuel Jackson Inc.) combinent efficacité et économie d'énergie et utilisent des ratios air/coton élevés et des organes de battages ou générateurs de turbulences. Le séchage est alors maximal avec de faibles températures, et une seule machine permet de traiter des cadences importantes (45 balles/h), même avec des humidités élevées.

Les effets positifs d'un séchage bien maîtrisé sont une bonne ouverture et un bon nettoyage du coton-graine permettant une amélioration de la brillance, une baisse de la charge et de la préparation. Un séchage trop poussé entraîne une chute de ténacité, une baisse de la longueur, un jaunissement de la fibre.

### L'humidification du coton-graine

L'humidification du coton-graine a pour objectif de restaurer de l'humidité à la fibre pour qu'elle supporte mieux les contraintes et agressions mécaniques de l'égreneuse et du nettoyeur de fibre. Elle permet aussi d'éviter la formation d'électricité statique causant des bourrages, voire des incendies. Dans les conditions de

HVTD de Lummus

VFD de CEC

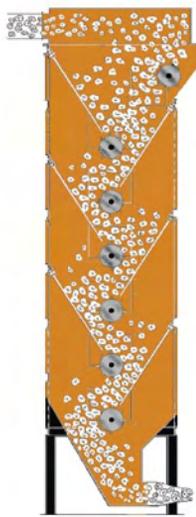
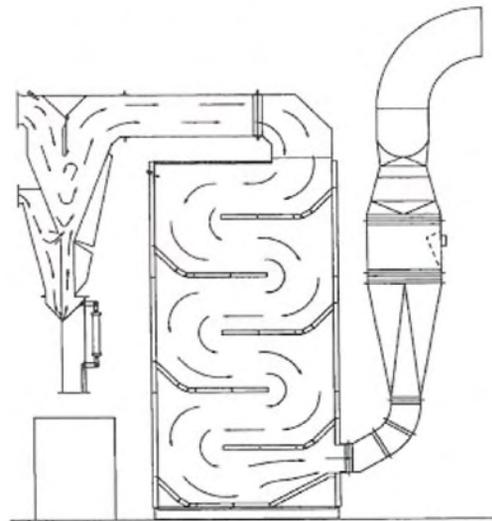


Figure 9. Séchoirs à haut volume. (Courtoisie Lummus et CEC)

faible hygrométrie des campagnes d'égrenage africaines, l'humidification du coton-graine est très importante pour préserver la fibre.

L'humidification du coton-graine se produit lors du contact entre coton-graine et air humide et chaud. Il s'agit d'humidifier et non de mouiller. Le dispositif d'humidification du coton-graine recommandé consiste à injecter de l'air humide et chaud dans des trémies au-dessus des alimenteurs d'égreneuse (figure 10). Il comporte un brûleur, un échangeur, un atomiseur, un ventilateur et des trémies spéciales.



Figure 10. Trémies et gaines d'humidification du coton-graine au-dessus des alimenteurs. (Courtoisie CEC)

### *L'humidification de la fibre avant pressage*

L'objectif de l'humidification de la fibre avant son pressage est de diminuer la force de pressage, pour économiser l'énergie et ménager la presse, et de gagner en poids de balles. Le principe de l'humidification de la fibre consiste à mettre la fibre en contact avec l'air chaud et humide. Comme pour le coton-graine, il s'agit d'humidifier et non de mouiller.

Les dispositifs rencontrés utilisent l'injection d'air humide et chaud dans la glissière ajourée et couverte, et, plus rarement, l'aspersion d'eau et de mouillant dans la glissière (échange d'eau lent et forte humidité de surface hétérogène). Il existe des systèmes spéciaux plus performants (condenseur conditionneur de Lummus Corp. ou *Steam Roller* de Samuel Jackson, figure 11).



Figure 11. Dispositif d'humidification de la fibre avant pressage *Steam Roller*. (Courtoisie CEC)

Le système d'humidification par air humide comporte un brûleur, un échangeur, un atomiseur, un ventilateur et le dispositif spécifique.

On notera qu'il existe des systèmes de régulation automatique du séchage ou de l'humidification en fonction de l'humidité des cotons mesurée en différents points du processus (*Moisture Mirror* de Samuel Jackson, *USTER Intelligin*, etc.).

### Le nettoyage du coton-graine

Le coton-graine contient toujours des matières étrangères incorporées par le vent ou lors de la récolte : carpelles, tiges, pétioles, feuilles, graviers, sable, poussières.

Le nettoyage du coton-graine a pour objectif d'ouvrir et d'homogénéiser la matière, et d'en extraire un maximum de matières étrangères avant l'entrée dans l'égreuseuse. Ces deux aspects sont fondamentaux pour la préservation du matériel, la qualité de la fibre et la valeur commerciale.

On distingue les nettoyeurs destinés à retirer les petits déchets (fragments de feuilles, sable, etc.), et les extracteurs destinés à extraire des déchets plus grossiers (tiges, carpelles, etc.).

### Le nettoyeur de coton-graine

Il comporte des rouleaux à picots tournant à 400-500 RPM devant un écran concave formé de barreaux (figure 12). Le nettoyeur permet avant tout d'ouvrir le

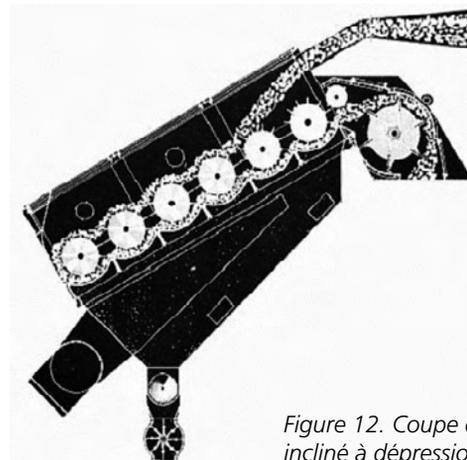


Figure 12. Coupe de nettoyeur incliné à dépression. (Coutrosie CEC)

coton-graine. Le nettoyage ensuite se fait par agitation et friction. Ces actions sont d'autant plus efficaces que le coton-graine est plus sec.

Les nettoyeurs peuvent varier par le type de rouleau à picots, le type d'écran (grillage, barres, disques) et par le mode d'alimentation (en ligne à plat, à dépression incliné ou à plat, à gravité). Le nettoyeur retire les petits déchets (feuilles, fragments végétaux, poussières et sable) à hauteur de 50 à 55 %, et 10 à 40 % des déchets totaux. Il est essentiel pour l'amélioration du grade par son action directe et par son effet favorisant des étapes suivantes du processus. Un nettoyeur est

indispensable en position 1. Un deuxième nettoyeur est indispensable pour les récoltes mécaniques et conseillé pour les récoltes manuelles, surtout si son mode d'action est différent et complémentaire.

### L'alimenteur d'égreneuse

Il reçoit le coton-graine du convoyeur-distributeur. Ses fonctions sont d'alimenter uniformément et de façon régulée l'égreneuse, tout en assurant un nettoyage et une ouverture complémentaires du coton-graine. Les alimenteurs de génération ancienne n'assurent pas un nettoyage poussé. Il convient de disposer alors d'un pré-nettoyage très performant. Les alimenteurs disposent en général d'une section de nettoyage inclinée et de dispositifs d'extraction (figure 13). Il s'agit de cylindres dentés tournant devant des barreaux. Le coton-graine, plaqué sur les cylindres dentés par des brosses statiques, est nettoyé par centrifugation et fouetté sur ces barreaux.

Le coton-graine est très variable en qualité et en charge en matières étrangères. Son nettoyage doit être modulé pour obtenir un compromis entre diminution de la charge et amélioration du grade, d'une part, et pertes, maintenance et consommation d'énergie, d'autre part. Pour des cotons propres, les nettoyeurs doivent pouvoir être, en partie au moins, « by passés ». Dans le cas de la récolte manuelle, la séquence de nettoyage du coton-graine recommandée est de deux nettoyeurs de coton-graine

et un extracteur-alimenteur. L'action des nettoyeurs, très adaptée au coton-graine récolté à la main, est complétée par l'action d'extraction de l'alimenteur. Une séquence de ce type apporte un gain de grade supérieur à celui obtenu par le nettoyage de la fibre, ceci sans que les paramètres de longueur ne soient affectés.

### L'égreneuse à scies

L'égreneuse est l'organe central du processus d'égrenage, où s'opère la séparation de la fibre et de la graine. Elle conditionne la capacité de l'usine. Elle a un fort impact sur la qualité des produits. L'égrenage à la scie est destiné aux cotons à soie moyenne *G. hirsutum*.

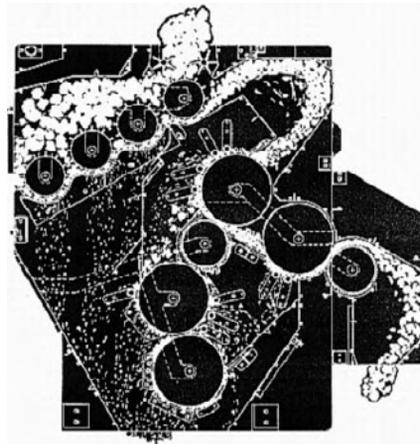


Figure 13.  
Coupe  
d'alimenteur  
combinant  
nettoyage et  
extraction.

(Courtoisie CEC)

L'égrenage à la scie s'accompagnant d'une manipulation de la fibre et de sa centrifugation, il est l'occasion de l'élimination de débris végétaux divers et des graines avortées ou mottes. Le traitement mécanique violent est responsable de casses et d'enchevêtrement au niveau de la fibre. Il y a donc création de fibres courtes et de neps fibre (figure 14), et ce d'autant plus que les fibres sont plus immatures.

Lors de la séparation de la fibre, des fragments de coque de graine peuvent être arrachés et donner des neps coque. Les contraintes mécaniques exercées sur les graines peuvent aboutir à des blessures ou des casses (figure 15).

### Le nettoyage de la fibre

La fibre en sortie d'égreneuse comporte des matières étrangères. Elle peut présenter de la « préparation » (mèches). Le grade ayant une forte importance commerciale, la fibre doit être nettoyée et peignée. Le but du nettoyage de la fibre est donc d'améliorer sa valeur marchande en améliorant le grade. Deux principes sont utilisés, le nettoyage pneumatique (nettoyeur centrifuge) et le nettoyage mécanique (nettoyeur à scies).

Le nettoyeur centrifuge intervient immédiatement après l'égreneuse. Il s'opère dans un conduit fortement coudé, avec une fente d'éjection réglable. Le compromis consiste à éjecter le maximum de matières étrangères, en perdant un minimum de fibre. La dépression dans le conduit doit être de 2 à 2 ½" d'eau. Il n'y a

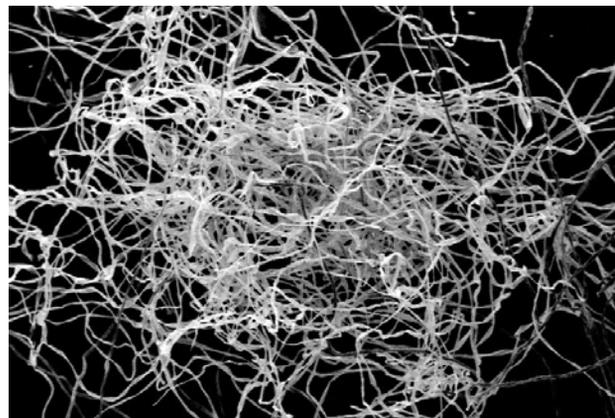


Figure 14. Neps fibre en microscopie électronique. (Cliché © Cirad)

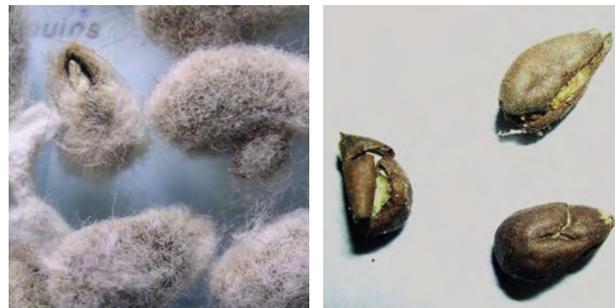


Figure 15. Blessures de tégument sur graines vêtues et nues. (Cliché J.-L. Chanselme © COTIMES)

aucune pièce en mouvement et donc aucune usure. Ce type de nettoyeur élimine les déchets grossiers (motes, graines, amandes, fragments de coque) avec une efficacité moyenne de 10 %. Il n'abîme pas la fibre, mais ne nettoie que faiblement et ne corrige pas l'aspect, car il n'ouvre pas la masse de fibre.

Le nettoyeur de fibre à scie classique forme une nappe de fibre, la maintient en pression pendant qu'elle est tirée par les dents du cylindre de scie. Les matières étrangères sont éliminées par ouverture, centrifugation, fouetttement, gravité et courant d'air. Le nettoyeur à scie élimine les déchets fins (fragments de coque, motes, feuilles) avec une efficacité de 40 à 50 %. Le nettoyage est poussé et la fibre est homogénéisée grâce au peignage effectué. La fibre subit cependant des dommages (baisse de longueur, augmentation du taux de fibres courtes et du nombre de neps).

Les éléments du nettoyeur à scie sont le condenseur, les rouleaux alimenteurs, le sabot d'alimentation, le cylindre de scie, les barres de battage (figure 16).

Le condenseur du nettoyeur sépare la fibre de son air de transport.

La section d'alimentation étire la nappe de fibre et la délivre sur le cylindre de scie. Elle est constituée d'un jeu de rouleaux lisses ou cannelés. Les rouleaux supérieurs assurent un étirage de la nappe. Le rouleau inférieur comprime la nappe contre le sabot. Le rapport entre vitesse des rouleaux et vitesse du condenseur est constant.

Le cylindre de scie a un diamètre de 12 à 24". La garniture dentée doit être parfaitement piquante pour une efficacité maximale avec un minimum de pertes.

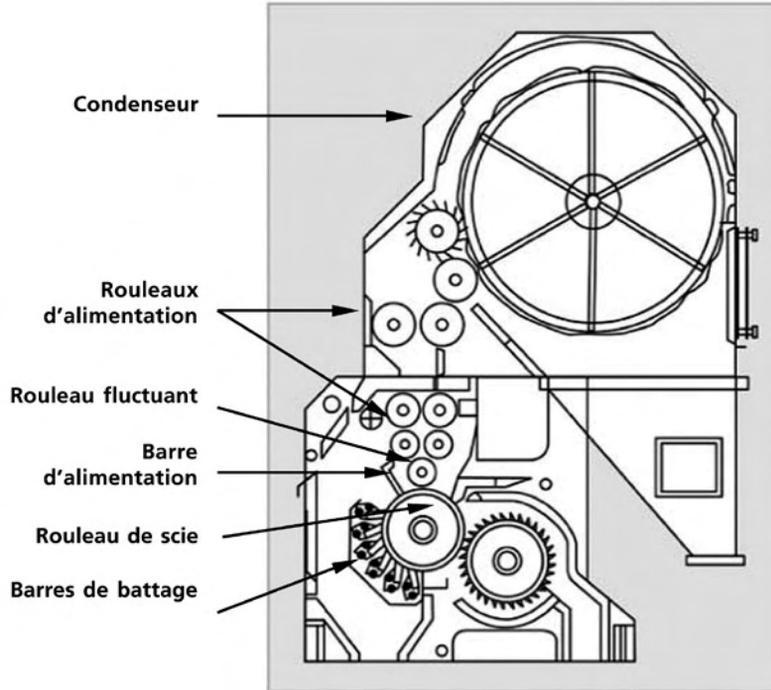


Figure 16. Coupe de nettoyeur de fibre à scies. (Courtoisie Busa)

Les barres de battages disposées autour du cylindre de scie servent à l'éjection des déchets par fouettement de la fibre.

Les nettoyeurs de fibre à scies doivent être bien dimensionnés en largeur pour garantir l'efficacité du peignage et du nettoyage avec le minimum de pertes de fibre. La norme est d'une balle par heure par pied de largeur, avec les nettoyeurs utilisant des cylindres de scie de 16". Avec des diamètres de cylindre scie de 24" ou, dans le cas des cotons récoltés à la main, des taux d'alimentation supérieurs peuvent être acceptés (jusqu'à 1,3 à 1,5 balles/h/ft). Dans ce cas, les réglages doivent être particulièrement soignés.

### **Le conditionnement de la fibre**

Les objectifs du conditionnement de la fibre sont de densifier la fibre pour son stockage et son transport, et de la protéger. Le conditionnement fait appel aux équipements suivants : condenseur général, glissière, dispositif d'humidification, alimenteur de dameur, dameur, presse, et cerclage/ensachage.

Le condenseur général comporte un tambour grillagé tournant (6 à 15 RPM), qui sépare la fibre de son air de transport, et la condense en une nappe.

La glissière de fibre relie le condenseur à la presse. Sa longueur est fonction de la capacité (3,0 m pour 10 balles/h, 5,5 m pour 30 balles/h). Sa pente, de 40 à 50°, permet à la nappe de fibre de glisser. Elle est souvent

le siège de l'humidification de la fibre. Les dispositifs d'humidification de la fibre avant pressage ont été évoqués ci-dessus.

L'alimenteur de dameur a pour rôle de pousser la fibre, en attente dans la glissière, vers le coffre. Il peut être constitué de tambour à palettes, tambour et tapis roulant, pousseur pneumatique.

Le dameur (hydraulique ou à chaînes) assure une pré-compression de la fibre, par mouvement alternatif de haut en bas. Sa vitesse est déterminée d'après la capacité de l'usine.

La presse hydraulique assure le pressage de la fibre en balle. Elle peut produire des balles de différentes densités. On distingue différents types de presses selon leur direction de pressage et selon le type de coffre (avec portes ou sans portes, coffres relevables, etc.). La capacité des presses proposées par les constructeurs d'équipement d'égrenage est très variable, de 15 à 60 balles/h.

Dans les usines modernes, les presses sont conçues pour produire des balles de densité universelle de 227 kg, de dimensions 55" x 21" x 28", de densité minimale de 28 lb/ft<sup>3</sup> (448 kg/m<sup>3</sup>). L'humidification de la fibre permet de réduire significativement la force de pressage (figure 17), ce qui augmente la longévité des organes de la presse et en particulier les pompes hydrauliques. Elle permet en outre d'augmenter le poids de la balle et donc le revenu, et de diminuer les efforts sur les liens.

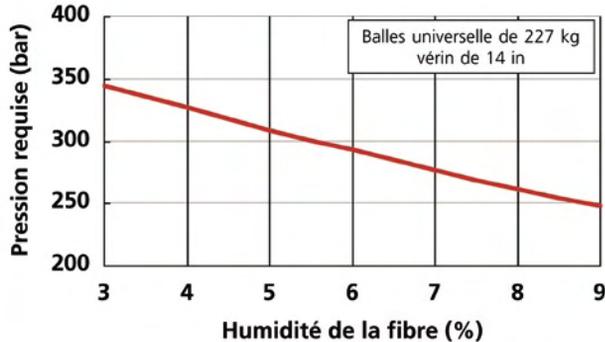


Figure 17. Force de pressage et humidité de la fibre.

(Source USDA)

Le poids des balles doit être le plus uniforme possible, pour diminuer les frais de stockage, de transport et d'emballage. Le contrôle au damage permet d'agir sur la régularité du poids par l'intensité du moteur, par le taux et la régularité de l'alimentation du dameur (une alimentation faible donne des balles lourdes et inversement).

## Le dépoussiérage et la protection de l'environnement

Les processus d'égrenage utilisent très largement le transport de matière par air. L'air servant au transport est chargé en déchets et poussières de taille variable,

qui doivent être séparés de l'air pour éviter leur dispersion dans l'atmosphère (figure 18). Ceci est d'autant plus nécessaire que les usines sont souvent situées dans des zones habitées, voire en ville et que les législations pour la protection de l'environnement se renforcent.

Pour des cotons récoltés manuellement, les taux de déchets à l'égrenage sont réduits (de 3 à 6 % en moyenne), mais représentent néanmoins des tonnages importants. Pour une usine égrenant 45 000 tonnes de coton-graine par an, la quantité de déchets produits peut atteindre 2 500 tonnes.



Figure 18. Emission de poussières dans l'environnement d'une usine d'égrenage.

(Cliché © Cirad)

Les déchets les plus lourds sont faciles à collecter, alors que les poussières et les fragments de fibres sont plus difficiles à séparer de l'air de transport. Les conditions d'humidité parfois très basse en campagne d'égrenage en Afrique sub-saharienne, favorisent l'émission de poussières à l'intérieur et à l'extérieur de l'usine. Une fois collectés, les déchets peuvent être transformés en compost ou directement épandus au champ comme complément de matière organique.

Les étapes du processus qui génèrent le plus de poussières sont le système de déchargement du coton-graine (aspiration) et le nettoyage de la fibre. Les ventilateurs de déchargement brassent un air de transport du coton-graine avant tout nettoyage. Le ventilateur de condenseur de nettoyeur de fibre souffle un air chargé de particules végétales fines et de fragments de fibre produits par l'égreneuse.

Les dispositifs utilisés pour la séparation des déchets et poussières sont :

- les cyclones ;
- les chambres à poussières ;
- les filtres.

Les cyclones à haute efficacité (2D-2D et 1D-3D) séparent 100 % des déchets de taille supérieure à 30 µm (figure 19). Le calcul des cyclones prend en compte le débit d'air à traiter et obéit à des règles strictes de dimensionnement, qui doivent être respectées pour limiter au maximum l'émission de poussières dans l'atmosphère.

Les cyclones génèrent des pressions statiques élevées et s'utilisent avec des ventilateurs centrifuges.

Les chambres à poussières sont destinées à séparer les poussières fines par détente de l'air. Le calcul des chambres à poussières prend en compte le débit total d'air à traiter et n'est pas moins rigoureux que celui des cyclones, si une efficacité maximale est recherchée. En Afrique sub-saharienne, les chambres à poussières sont utilisées dans deux cas :

- l'air s'échappant par le haut des cyclones peut être dirigé dans la chambre à poussières pour séparer le reliquat de poussières fines ;



Figure 19.  
Cyclones à haute  
efficacité 1D-3D.  
(Cliché J.-L. Chanselme  
© COTIMES)

- l'air provenant des condenseurs est directement envoyé dans la chambre à poussières quand des ventilateurs axiaux sont utilisés. En effet, les ventilateurs axiaux ne peuvent opérer avec des pressions statiques élevées et le dépoussiérage par cyclone ne peut être utilisé.

Dans le schéma classique des usines récentes, on a donc un dépoussiérage s'effectuant par :

- cyclones dans le cas des circuits utilisant des ventilateurs centrifuges. Les déchets lourds et la plupart des poussières sont recueillis au bas du cyclone par un convoyeur à vis étanche. Les déchets recueillis sous la batterie de cyclone sont ensuite dirigés vers le stockage par un ventilateur de reprise ou un transport par remorque ;
- chambres à poussières pour séparer les poussières fines en complément aux cyclones ou pour traiter entièrement l'air émis par des ventilateurs axiaux (condenseurs de nettoyeurs de fibre ou condenseur général).

## Le stockage des produits à l'usine

### Le stockage des balles

Le stockage de la fibre à l'usine peut se faire sur une période plus ou moins longue en fonction du rythme des évacuations. Les balles doivent être stockées quelques jours (72 heures) en plein air, séparées les unes des autres pour s'assurer de l'absence de feu et permettre

le marquage (figure 20). Une fois le marquage définitif des balles effectué, celles-ci peuvent être réparties par lot et empilées sous hangar ou en pile à l'extérieur. Une fois la pile constituée, celle-ci doit être bâchée pour protéger les balles de la poussière, de la pluie et du soleil. Les bâches utilisées doivent être solides et résister au vent (ancrées à la base). Elles sont en général en tissu plastique enduit PVC.

### Le stockage des graines

Les graines sont transportées par convoyeurs à bande ou à vis, ou par des systèmes pneumatiques utilisant des ventilateurs centrifuges ou des ventilateurs à haute pression (*blowers*). La densité des graines non délintées est d'environ 400 kg/m<sup>3</sup>. Le stockage en vrac nécessite donc un volume de 2,5 m<sup>3</sup> par tonne. Du fait de la



Figure 20. Stockage provisoire de balles sur l'aire de marquage de la SONAPRA à Parakou, Bénin. (Cliché B. Bachelier © Cirad)

présence de linter, les graines de coton forment des tas avec une pente voisine de  $45^\circ$  (figure 21).

Le stockage des graines est de durée très variable en fonction du rythme d'évacuation et de leur destination (semences ou trituration).

Le stockage à court terme peut être pratiqué dans des trémies suspendues, qui permettent de charger les camions par le haut, par gravité. En Afrique subsaharienne, il est fréquent de souffler les graines sur une aire de stockage à l'air libre, où elles forment un tas à partir duquel on charge les camions pour l'évacuation.



*Figure 21.  
Graines  
stockées en vrac  
en magasin.*

*(Cliché J.-L. Chanselme  
© COTIMES)*

Ce type de stockage ne peut convenir qu'à un stockage temporaire des graines destinées à l'huilerie. Pour le préserver des intempéries et des contaminants, le tas doit être bâché au fur et à mesure de sa construction. L'aire de stockage doit être de forme bombée et bordée de caniveaux d'évacuation d'eau pour empêcher toute pénétration d'eau sous le tas. Ce type de stockage doit cependant être évité en période pluvieuse.

Le stockage à plus long terme ou le stockage des graines de semences se fait en magasins. Les graines sont stockées en vrac ou en sacs. Un système de ventilation est indispensable pour maintenir une température basse, condition d'une bonne conservation. L'aération doit se faire de haut en bas, par aspiration. Les magasins doivent être équipés de thermocouples mesurant la température au cœur de la masse de graines. Ils doivent comporter des ouvertures pour la circulation des engins de chargement. La dalle doit être prévue pour supporter le poids de tels engins.

Les graines de semences doivent normalement être conservées en sacs marqués et fermés, rangés par variété en piles isolées du sol pour permettre une bonne circulation de l'air. Souvent, on préconise de réaliser des piles de sacs en laissant un vide central permettant la circulation de l'air (figure 22). Un stockage provisoire en vrac peut être effectué, à condition de prévoir des compartiments parfaitement cloisonnés et identifiés pour éviter tout mélange.

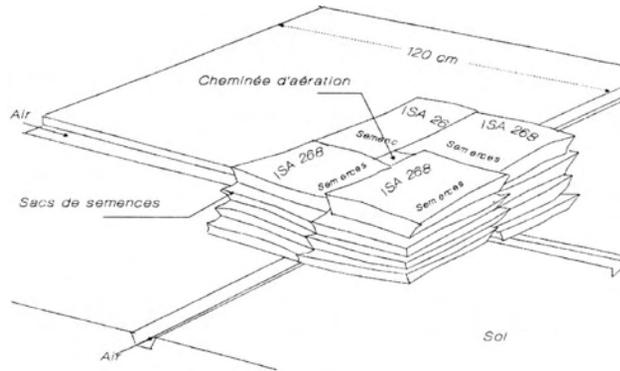


Figure 22. Schéma de stockage des graines en sacs.

(Source Ramachadran 1983, cité par Lançon 1993)

### Le stockage des sous-produits

Les sous-produits et déchets doivent être stockés dans des conditions qui permettent leur valorisation (déchets de moting et de nettoyeurs de fibre) ou une protection de l'environnement ou une réduction des risques d'incendie (déchets divers d'égrenage).

Les déchets contenant de la fibre doivent être séparés des autres déchets et être pressés en balles pour être valorisés avec des coûts de stockage et transport minimums. Le stockage des balles de déchets doit comporter une période d'observation individuelle pour prévenir les incendies.

Les déchets végétaux divers (feuilles, tiges, carpelles) peuvent être stockés en tas à l'air libre sur une aire propre éloignée des bâtiments d'égrenage et du stock de fibre, et traités pour obtention de compost.

### Les dispositifs de surveillance et de mesure (DSM)

Un certain nombre de mesures et de contrôles doivent être effectués de façon systématique en usine d'égrenage. Ils sont nécessaires à la prise de décisions (stockage, choix des équipements à utiliser, gestion de l'humidité) ou au suivi de la conformité des opérations (qualité du défibrage, températures et humidités matières, vitesses de rotations).

L'usine doit disposer des instruments nécessaires pour effectuer mesures et contrôles (figure 23) :

- thermo-hygomètre électronique portatif (résolution 0,1°C et 0,1 %) ;
- thermomètre à mercure jusqu'à 150°C (résolution 1°C) ;
- humidimètre coton-graine et fibre (résolution 0,1 %) ;



Figure 23. Instruments de mesure et de contrôle en usine.

(Cliché © Cirad)

- manomètres différentiels avec tube de Pitot (gamme de 0 à 30" H2O, résolution 0,1" ) ;
- tachymètre de contact et à infrarouge (résolution 1 RPM) ;
- poids de contrôle des balances et du pont-bascule ;
- contrôleurs électriques (voltmètres, pince ampèremétrique, etc.).

Ces équipements doivent être munis de certificats d'étalonnage, qui seront conservés par la personne chargée de leur utilisation et entretien (chef d'usine ou responsable qualité de l'usine). Leur étalonnage doit être validé avec la périodicité normalisée (voir Plan Qualité).

## Description des pratiques

Le potentiel de qualité des cotons est maximal à l'ouverture des capsules. Une dégradation se produit ensuite, avant et pendant la récolte. Puis l'égrenage agit positivement et négativement, selon le paramètre de qualité considéré. Le rôle de l'égreneur pour la qualité est considérable. Les principaux paramètres de qualité de la fibre affectés par l'égrenage sont la longueur, la résistance à la rupture, les contaminants, la préparation et la teneur en *neps* (nœuds de fibre immature ou non, fragments de coque de graine portant de la fibre). La qualité des graines est notamment sous la dépendance des conditions d'égrenage et de stockage. Les vitesses

de transport du coton-graine et des graines dans les gaines peuvent entraîner des ruptures du tégument, et les agressions mécaniques dans l'égreneuse ou le mauvais état de certains organes (scies et barreaux notamment) peuvent blesser le tégument. Les fortes températures de séchage peuvent accélérer la dégradation des graines humides. Les humidités et températures élevées au stockage entraînent une dégradation très rapide de la qualité de la graine (tableau I).

Pour analyser la qualité de l'égrenage (qui résulte notamment du réglage des équipements) et pour disposer d'éléments matériels en cas d'éventuelles réclamations des producteurs, il est souhaitable de mettre en place une procédure d'échantillonnage du coton-graine avant égrenage. Celle-ci consiste en un prélèvement homogène et représentatif de coton-graine dans chaque module. Correctement conditionné et bien identifié, il est joint aux échantillons des balles, issues du module, destinés au service classement.

Le processus d'égrenage doit être adapté à la matière à traiter et aux marchés visés. Son utilisation doit être raisonnée selon les caractéristiques du lot de coton-graine (matière étrangère, humidité) et les conditions atmosphériques du moment. Ceci implique un processus modulable, des équipes formées et compétentes sachant tirer profit des innovations technologiques, et assurant une parfaite maintenance.

Tableau I. Humidité initiale et dégradation des graines au stockage.

Humidité de la graine (%)	Respiration (mg CO <sub>2</sub> /100g)	Germination à 10 j
9,6	6	93
11,6	7	88
17,4	400	66
19,8	1 070	55

Source Christensen & al., cité par Lagière, 1953.

## Transport du coton-graine

Le transport du coton-graine, hormis les camions spécifiques munis de caisses appropriées, doit se faire à l'aide de camions à caisses étanches. Les camions doivent être dans un parfait état de fonctionnement (câbles de batteries isolés, pots d'échappement munis de pare-feu, etc.)

## Stockage du coton-graine

Pour un stockage sûr, l'humidité du coton-graine doit être contrôlée avant la récolte. Le coton stocké doit être convenablement protégé et sa température surveillée.

L'humidité du coton-graine est le principal facteur du stockage. Elle agit fortement sur la qualité de la fibre et de la graine, surtout en cas de fortes températures ambiantes. En cas de trop forte humidité, la fibre jaunit (humidité du coton-graine > 12 %). L'acidité de la

graine augmente et son pouvoir germinatif diminue. Le coton-graine destiné à la production de semences ne doit pas être stocké si son humidité est supérieure à 10 %. Il doit être égrené immédiatement. Si la destination des graines est la trituration, une humidité de 12 % au stockage est acceptable pour une période courte.

A l'usine, l'humidité doit être mesurée à l'arrivée du coton-graine et être consignée sur un document approprié (cf. Plan Qualité). L'humidité est hétérogène et doit être contrôlée en plusieurs points du chargement. Plus l'humidité est élevée, plus le stockage doit être court. Si l'humidité est supérieure à 10-12 %, l'égrenage doit être immédiat. Pour des humidités inférieures, le stockage à l'usine est possible, en magasin aéré ou module protégé.

En pratique, le stockage du coton-graine en silos doit respecter les points suivants :

- la capacité des silos ne doit pas dépasser 100 m<sup>2</sup> soit 100 tonnes de coton-graine ;
- les silos doivent être isolés par un mur en dur ;
- la distance minimale à préserver entre la charpente du silo (toiture) et le coton-graine est de 1,5 m.

A noter que lorsque l'usine doit égrener des lots de coton-graine n'ayant pas le même classement («choix»), il est recommandé de séparer l'égrenage de ces lots par la séance journalière d'entretien des machines, pour éviter le fourbagement des balles et garantir une meilleure homogénéité intra-balle de la qualité.

## Egrenage

### Le transport de matière à l'égrenage

Coûteux en énergie, le transport pneumatique doit être d'une efficacité maximale. L'étanchéité des conduits d'air et des machines tels que séparateurs, nettoyeurs de coton-graine à air et tours de séchage doit être maximale pour éviter les pertes d'énergie. La vitesse de transport et le ratio air/matière doivent être adaptés à la matière transportée (tableau II).

### Les systèmes de déchargement

Au déchargement, le rapport air/matière doit être de 20 ft<sup>3</sup>/lb de coton-graine. La vitesse de l'air dans les télescopes doit être de 5 500 FPM (*foot per minute*), contre 3 500 à 5000 FPM dans les conduits horizontaux.

Tableau II. Vitesses de transport recommandées pour le transport de matières.

Matière et site	Vitesse de l'air de transport (FPM)
Coton-graine dans les télescopes	5 500 à 6 000
Coton-graine dans les conduits horizontaux	3 500 à 5 000
Coton-graine dans une tour de séchage	2 000 à 2 500
Fibre dans les conduits	1 500 à 2 000
Graine dans les conduits	4 000 à 5 000

Source USDA.

Les télescopes manuels présentent l'avantage de permettre une élimination à la main d'objets divers dangereux pour les équipements (dégradation ou incendies) ou matières étrangères (ficelles, emballages et autres contaminants).

L'épierreur est source de prises d'air et son étanchéité doit être surveillée. Son mauvais réglage peut être source de pertes de matières de bonne qualité, qu'il faut ensuite trier et reprendre manuellement, ou au contraire source de dégradations en aval si son efficacité est insuffisante. Le bon réglage consiste à trouver le compromis.

### La gestion de l'humidité des cotons à l'égrenage

L'humidité du coton influence fortement le comportement de la matière au cours de l'égrenage. Elle doit donc être mesurée dans le module au moment même de l'égrenage, en même temps que l'humidité relative de l'air. Les mesures d'humidité doivent être systématiques au cours de l'égrenage et être consignées sur un document approprié (cf. Plan Qualité).

### Le séchage du coton-graine

Quand l'humidité de la fibre dans le coton-graine dépasse 5 à 6 % (ce qui correspond à une humidité du coton-graine de 6,5 à 7,5 % à l'équilibre) le coton-graine peut être séché dans un premier temps pour en améliorer le nettoyage. Un léger séchage est toujours

intéressant pour homogénéiser l'humidité de la matière et favoriser un flux régulier dans le processus. Celui-ci peut se faire sans réchauffage de l'air si celui-ci est sec. Les paramètres à observer pour le séchage sont présentés dans le tableau III.

Le contrôle du séchage doit utiliser deux sondes : une à l'entrée du séchoir pour la régulation, et une au point de mélange pour la limite de température. L'économie d'énergie est possible par une amélioration de l'efficacité du séchoir, par la régulation automatique et par l'isolation des conduits.

Les recommandations pour un bon séchage sont les suivantes :

- dimensionner l'équipement pour un séchage efficace à des températures modestes (70 à 100°C),

**Tableau III. Paramètres recommandés pour le séchage du coton-graine.**

Paramètre	Norme
Température normale *	70 à 100°C
Température à ne pas dépasser *	150°C
Vitesse de l'air hors séchoir	3 500 à 5 000 FPM
Vitesse de l'air dans le séchoir	1 500 à 2 000 FPM
Ratio air/coton-graine	40 ft <sup>3</sup> /lb

\* ces paramètres doivent être déterminés en fonction de l'humidité de la fibre au départ (Source USDA).

- contrôler l'humidité du coton au déchargement et l'humidité relative de l'air,
- ajuster la température en fonction de l'humidité pour opérer à température minimale,
- ne jamais dépasser 150°C, sous peine de changements moléculaires irréversibles.

### *L'humidification du coton-graine*

L'humidificateur doit être réglé de façon à obtenir une humidité de la fibre entre 6,5 % et 8 % à son entrée dans l'égreneuse.

En conclusion de la gestion de l'humidité du coton-graine, on peut dire qu'il existe un compromis entre nettoyage et préservation des qualités de la fibre. Une humidité de la fibre de 6,5 à 8 % lors de l'entrée du coton-graine dans l'égreneuse permet un bon fonctionnement tout en préservant les qualités de la fibre (figure 24). Le coton-graine peut être séché dans un premier temps pour en améliorer le nettoyage.

### *L'humidification de la fibre avant pressage*

On préférera les systèmes à air humide traversant la nappe aux systèmes d'aspersion, qui comportent beaucoup d'inconvénients, tant pour la bonne marche de l'usine que pour la qualité de la fibre. Le système devra assurer une humidification régulière, dans les limites du maximum autorisé, pour que la teneur en eau de la balle ne dépasse pas 8,5 % lors de la prise en charge par le client.

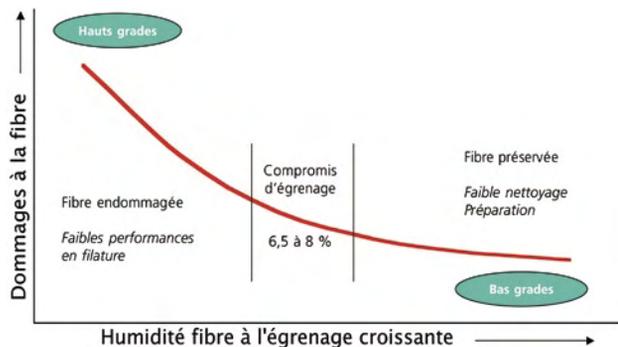


Figure 24. Compromis pour l'humidité du coton à l'égrenage.

(Source USDA)

### Conclusion sur le séchage et l'humidification

Un bon contrôle de l'humidité facilite l'égrenage et protège les équipements. Il permet de préserver la qualité, tout en économisant l'énergie. Un contrôle performant permet des gains de temps, d'énergie et de qualité.

### Le nettoyage du coton-graine

#### Le nettoyeur de coton-graine classique ou nettoyeur incliné

L'efficacité du nettoyeur est conditionnée par son alimentation (les nettoyeurs fonctionnant avec aspiration sont plus efficaces), la forme des cylindres et l'écartement entre la pointe des picots et la grille (5/8 in.

recommandés) (figure 25). Leur capacité normale de fonctionnement est limitée à un équivalent de 2,5 balles/h/ft de largeur.

#### L'alimenteur d'égreneuse

Son efficacité ne peut être maximale que si les dents de scies des segments dentés des cylindres extracteurs sont très piquantes, les brosses fixes bien appliquées et les barres de battage en bon état et normalement distantes des scies (en général 1/2 in. recommandé pour les 2 cylindres extracteurs (figure 26). Un mauvais état des éléments cités engendre des problèmes de qualité au-delà du faible nettoyage (entortillement du coton-graine en particulier).

#### La rentabilité du nettoyage du coton-graine

Elle est conditionnée par l'amélioration apportée à la qualité et à la valeur marchande de la fibre, la protection du matériel aval, la perte de matière, la consommation en énergie et le coût de la maintenance. L'exposition des machines à une matière sale et abrasive impose des soins quotidiens tels que l'ouverture et le nettoyage, et la vérification des pièces d'usure. L'importance du nettoyage pour les performances, le coût et la qualité des produits imposent un remplacement immédiat des pièces endommagées ou usées, et des réglages parfaits conformes aux recommandations du constructeur. Les principaux points d'endommagement ou d'usure sont au niveau des cylindres extracteurs (segments dentés émoussés, brosses fixes ou rotatives usées ou dégrainées).

## L'égreneuse à scies

Il est impératif de ne pas dépasser les cadences et vitesses de scies recommandées par le constructeur. Les cadences doivent être systématiquement surveillées et leur mesure consignée dans un document approprié (cf. Plan Qualité). Les égreneuses à haute capacité utilisées selon les recommandations du constructeur ne génèrent pas plus de casses de fibre ou de dommages à la graine. Au-delà de ces recommandations, l'effet porte sur la longueur, les neps et les blessures à la graine. En deçà, la chute de productivité est très importante. En Afrique francophone, plusieurs générations d'égreneuses sont utilisées (tableau IV).

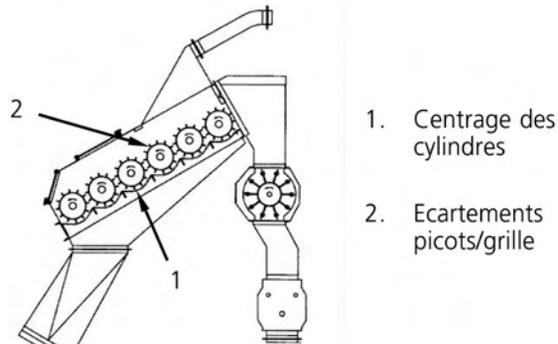


Figure 25. Réglage du nettoyeur incliné. (Courtoisie Lummus)

Le positionnement des différents organes les uns par rapport aux autres est fondamental. L'écartement des barreaux doit être régulier pour conserver des espaces minimums pour éviter que les graines les plus petites passent dans la fibre ou se coincent puis éclatent sous la pression du rouleau.

La durée de vie des barreaux dépend de leur dureté, du type de coton égrené et de sa charge en matières étrangères, de la cadence d'égrenage et de leur réglage par rapport aux scies (espacement et centrage). Le remplacement doit intervenir en fonction de l'usure au point d'égrenage, dès qu'un barreau est cassé et lorsque l'on constate des casses de graines ou la pré-

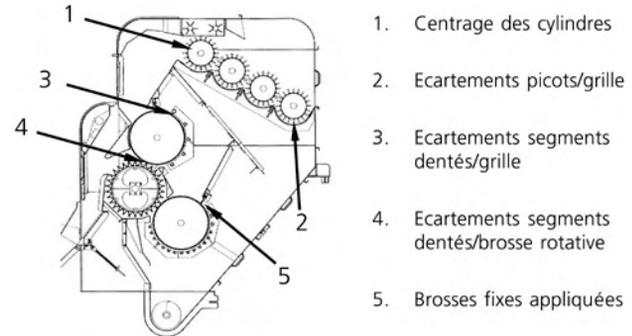


Figure 26. Réglage de l'alimenteur d'égreneuse. (Courtoisie Lummus)

Tableau IV. Evolution des cadences d'égreneuses chez les deux principaux constructeurs.

Constructeur	Modèle d'égreneuse	Cadence (balles/h)	Cadences (kg F/scie/h)
Continental Eagle Corp.	120/12" (1962)	3,0	6,0
	141/16" (1973)	7,5	12,0
	141/16" DE (1980)	12,0	19,0
	161/16" GE (1988)	15,0	21,0
Lummus Corp.	88/12" (1962)	3,5	9,0
	108/12" (1973)	6,5	13,5
	158/12" (1988)	12,0	17,0
	170/12" (1990)	15,0	20,0

Source USDA.

sence de graines dans la fibre. Les barreaux rechargés s'usent rapidement et ne sont pas conseillés. Les scies doivent être bien centrées dans les barreaux.

Le peigne à graines règle le débit et la chute des graines à la base du rouleau. Il permet de maintenir les graines dans la poitrinière pour en augmenter le défibrage. La cadence diminue, la consommation d'énergie par tonne de fibre augmente, ainsi que le taux de fibres courtes, les neps et les dégâts à la graine. Le peigne à graines doit être rectiligne.

Les barreaux de double poitrinière sont destinés à réduire l'entrée de carpelles dans la chambre d'égrenage. Ces barreaux, souvent absents des égreneuses modernes, s'usent peu mais peuvent casser suite à des

accumulations de fibre. La pénétration de ces barreaux entre les scies est un réglage important. Une saillie trop forte fera augmenter l'entrée des carpelles, alors qu'une saillie insuffisante provoquera une chute de la cadence et une perte de matière. Le rouleau alimenteur de la double poitrinière ne doit pas être trop près des scies pour éviter l'entrée ou la fragmentation des carpelles.

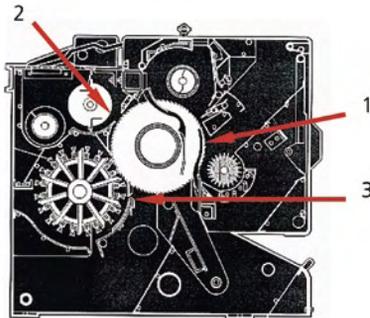
Les mottes sont des graines avortées ou immatures, portant des fibres courtes. Elles passent avec la fibre entre les barreaux. Les égreneuses sont équipées de dispositifs spéciaux d'élimination appelés moting qui agissent par fouettement et force centrifuge. Les réglages recommandés par les constructeurs peuvent varier en fonction du type de coton. Les réglages doivent être

fins et fréquents. Ils consistent à obtenir une extraction maximale de motes en perdant un minimum de fibre. Il s'agit d'un compromis. Les lèvres de moting doivent être bien rectilignes, et réglés par rapport aux scies avec les écartements recommandés, éventuellement adaptés aux cotons traités par l'usine.

Le fonctionnement d'une égreneuse, satisfaisant en termes de productivité et de qualité, dépend de nombreux réglages (figure 27) et d'une maintenance performante.

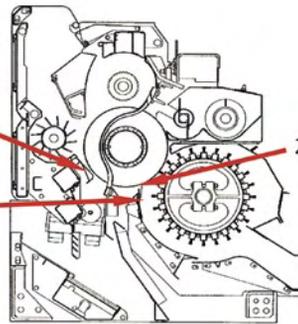
L'égrenage provoque une usure progressive des barreaux au point d'égrenage. Cette usure émousse le bord des barreaux et augmente la distance les séparant. Il en est de même en cas de mauvais centrage des scies dans les barreaux ou lorsque les scies sont voilées (figure 28). Les conséquences sont les mêmes que dans le cas de barreaux trop écartés. Les barreaux doivent être remplacés dès que l'usure le nécessite, faute de quoi la qualité fibre et graine est affectée.

1. Projection des scies 3/8"
2. Écart moting sup. /scies 1/16"
3. Écart moting inf./brosses 1-1/2"



Égreneuse CEC 161scies G.E.

1. Récupérateur 1/4"
2. Écart moting inf. /scies 1/4"
3. Écart moting inf./brosses 1-3/4"



Égreneuse Lummus Imperial III

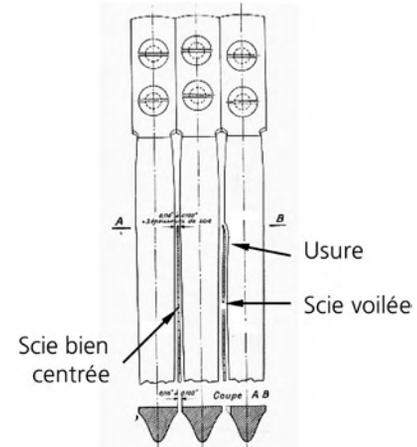


Figure 28. Centrage des scies dans les barreaux d'égreuse. (Source Pilette, 1959)

Les dents tordues doivent être redressées. Leur action de défibrage est affectée et rend plus difficile l'extraction de la fibre, créant des mèches (préparation). L'égrenage provoque une usure progressive des dents. La rapidité de cette usure dépend du coton-graine lui-même et de l'efficacité de son nettoyage. L'utilisation de scies usées ou voilées est coûteuse en terme de qualité. Les graines doivent être maintenues plus longuement dans la chambre d'égrenage pour être correctement défibrées. La fibre subit alors plus de contraintes mécaniques qui provoquent des casses et la formation de neps.

Les lèvres des *motings* doivent être surveillées pour éviter toute accumulation de déchets. Des dépôts importants nuisent à l'efficacité du système et peuvent aboutir à des bourrages dangereux pour l'égreneuse.

Des échantillons de graines peuvent être examinés pour détecter d'éventuelles casses ou mauvais défibrages. La qualité du défibrage doit être surveillée quotidiennement pour chaque égreneuse et consignée dans une fiche de contrôle (cf. Plan Qualité). De même, le flux des graines et la régularité de leur chute sous la poitrinière sont un bon indicateur d'un bourrage éventuel en formation. La présence de coton-graine dans les graines peut résulter de barreaux cassés.

Des échantillons de fibre doivent être prélevés aussi souvent que nécessaire, au minimum quotidiennement en sortie de chaque égreneuse pour en vérifier le bon fonctionnement (charge et préparation), et l'homogé-

néité entre machines. Par sécurité, ces prélèvements doivent se faire dans le conduit de fibre, loin des organes en mouvement.

## Le nettoyage de la fibre

### *Facteurs critiques pour l'efficacité des nettoyeurs à scie*

L'efficacité du nettoyage à la scie est le résultat de l'interaction entre la densité de la nappe alimentée, le rapport de peignage, la vitesse du tambour de scie et les réglages d'écartement entre les principaux organes. Un bon fonctionnement ne peut être obtenu qu'à partir du moment où le nettoyeur est alimenté avec une nappe régulière dans sa constitution et régulière dans le temps. Ceci impose un fonctionnement homogène et régulier de l'égreneuse et un bon équilibre des courants d'air entre égreneuse et condenseur du nettoyeur.

La densité de la nappe alimentée est conditionnée par la cadence de l'égreneuse (taux d'alimentation) et par les vitesses du condenseur et des cylindres alimenteurs du nettoyeur. Pour un même taux d'alimentation, la densité de la nappe varie selon la vitesse de rotation des cylindres alimenteurs. Pour faire varier la densité de la nappe alimentée, on peut faire varier le taux d'alimentation ou changer la vitesse du cylindre alimenteur.

Le rapport de peignage (*combing ratio* ou CR) est le rapport entre vitesse tangentielle du tambour de scies et vitesse tangentielle du cylindre alimenteur final. L'alimentation du tambour de scie par le rouleau alimenteur

final peut varier en fonction de leur vitesse respective. Le rapport des deux vitesses tangentielles conditionnera l'importance de l'étalement de la nappe sur la périphérie du tambour de scie (tableau V). Le rapport de peignage est un paramètre essentiel du nettoyage. Il conditionne le nettoyage de la fibre par son ouverture, mais influence les pertes fibres et affecte sa qualité.

La densité de la nappe alimentée, le rapport de peignage et la vitesse du tambour de scie ont une influence sur l'efficacité du nettoyage de la fibre et les pertes fibres. Mais c'est le rapport de peignage dont l'effet est le plus significatif. L'efficacité du nettoyage diminue avec l'augmentation de la cadence d'alimentation. Pour une cadence donnée, il existe un rapport de peignage optimal, offrant le meilleur nettoyage et le minimum de pertes de fibre. Ce CR optimal change avec le taux d'alimentation. Plus le taux d'alimentation augmente, plus le CR a une influence importante sur le nettoyage et plus le

CR optimal est faible. Ceci implique que pour optimiser le nettoyage à la scie, les modifications de taux d'alimentation doivent s'accompagner d'un ajustement du rapport de peignage. La vitesse de rotation recommandée pour le tambour de scies est, selon le modèle, entre 800 et 1 200 t/mn, ce qui compte tenu du diamètre du tambour donne des vitesses tangentielles de 15 à 27 m/s.

Les vitesses recommandées doivent être respectées, car elles représentent un compromis entre efficacité du nettoyage et dommages causés à la fibre. L'augmentation de la vitesse scie entraîne une augmentation des dommages à la fibre, alors qu'une baisse diminue l'efficacité du nettoyage par baisse de la force centrifuge.

### Réglages et maintenance

En dehors des paramètres de fonctionnement que sont les vitesses de rotation et le rapport de peignage, les réglages concernent le positionnement de pièces

Tableau V. Cadence d'égrenage en fonction du diamètre et de la vitesse du cylindre de scie du nettoyeur de fibre, à densité de nappe constante (Pour une densité de nappe peignée standard pour le 24 D, de 2.6E-03 lb/ft²). (Source Cotimes)

Vitesse de rotation du cylindre de scie (rpm)	Cadence d'égrenage avec cylindre de 24" (balles/h)	Cadence d'égrenage avec cylindre de 16" (balles/h)
900	15,7	10,2
1 025	17,9	11,6
1 200	20,9	13,6

mécaniques. Les pièces réglables en position sont les cylindres alimenteurs, le sabot d'alimentation, les barres de battage. Ces pièces doivent être positionnées de façon à obtenir les écartements recommandés sur toute leur largeur (figure 29) :

- entre cylindre alimenteur final et sabot (0.01"),
- entre cylindre alimenteur final et dents de scies (1/16"),

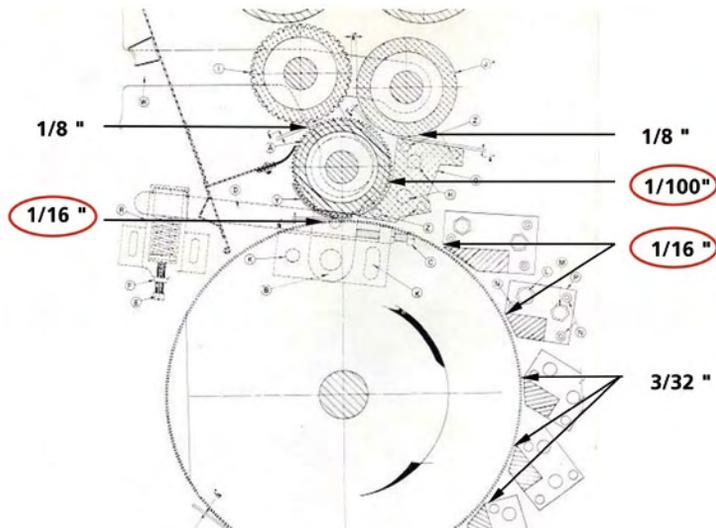


Figure 29. Réglages couramment recommandés pour un nettoyage de fibre à scie.

- entre pointe des dents de scie et barres de battage (en général 1/16" à 3/32").

Si l'écartement entre cylindre alimenteur et sabot est trop important, la nappe est mal pincée. Lors de la traction exercée sur les fibres par les dents, la fibre au lieu d'être bien individualisée, sort en paquets. Le nettoyage et le peignage sont moins bons du fait d'une moins bonne ouverture de la masse de fibre. Les amas de fibre ont tendance à être éjectés au niveau des barres de battage. La masse de fibre nettoyée est moins homogène et moins douce d'aspect. Si l'écart est trop faible, les fibres sortent mal et ont davantage tendance à casser sous l'effet de la traction exercée par les dents.

Si l'écart entre sabot et dents de scie est trop important, la fibre est tirée par les dents de scies sans être suffisamment maintenue par la nappe pincée. L'effet est similaire à celui évoqué ci-dessus.

L'écart entre barres de battage et tambour de scie a un effet sur la qualité du nettoyage et sur les pertes de fibre. Des barres trop rapprochées augmentent les pertes en fibre. Des barres trop éloignées ont une efficacité diminuée.

### *Effet du nettoyage de la fibre sur la qualité*

Utilisé dans de bonnes conditions d'humidité fibre et de réglages, les dégâts causés à la fibre sont minimums. Les plus-values apportées par l'amélioration du grade peuvent alors être rentables. Utilisé dans des conditions

insuffisantes (humidité faible et mauvais réglages), les dégâts causés à la fibre peuvent être importants et annuler et même inverser la rentabilité de l'opération (figure 30).

Les caractéristiques technologiques affectées par le nettoyage de la fibre sont les suivantes :

- le grade : la charge en matière étrangère est diminuée par l'action de nettoyage. L'action de peignage réduit la préparation et disperse les éventuelles taches de fibres colorées. La couleur est améliorée par

augmentation de la réflectance. Celle-ci résulte de l'élimination de matières étrangères sombres et de la baisse de la préparation ;

- la nepposité : lors de la formation de la nappe, puis lors du nettoyage proprement dit, des neps fibres se forment. D'autres sont éliminés. Pour ce qui est des neps coques, ils subissent une fragmentation aboutissant à une baisse de leur proportion en poids et à un maintien de leur nombre ;

- la longueur et les fibres courtes : le traitement mécanique infligé à la fibre par le nettoyage à la scie est violent. Les forces de traction exercées sur les fibres entraînent des casses. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses que la fibre est plus sèche et que les paramètres de fonctionnement sont poussés (rapport de peignage, vitesse de rotation du cylindre de scies).

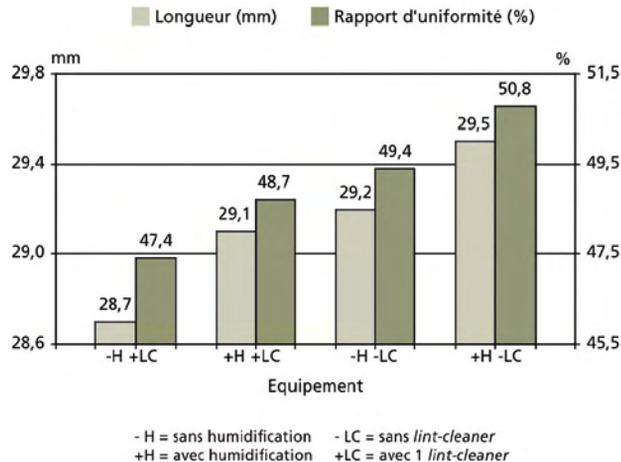


Figure 30. Effet du nettoyage de la fibre sur la longueur en fonction de l'humidité. (Source Cirad)

### Raisonnement du nettoyage de la fibre

Le nettoyage de la fibre permet une meilleure valorisation de la fibre à travers l'amélioration du grade. Il implique cependant un coût résultant de dégâts causés à la fibre (longueur), de la baisse du poids de la balle (pertes), de l'énergie utilisée et des frais de maintenance. La rentabilité n'est pas toujours évidente, notamment dans les cas suivants :

- fibre intrinsèquement médiocre en couleur pour laquelle l'amélioration de la charge ou de la préparation ne permet pas un gain de grade suffisant ;

– utilisation non conforme (humidité fibre, réglages,...).  
A la limite, une fibre possédant un bon grade en sortie égreneuse (récolte soignée, nettoyage coton-graine efficace, bonne couleur intrinsèque, cadence d'égrenage recommandée) peut, selon le filateur destinataire, donner une valeur balle maximum en l'absence de nettoyage de fibre à la scie. Ce dernier doit donc être raisonné en fonction de la qualité de la fibre et pouvoir être contourné.

Des échantillons de fibre doivent être prélevés aussi souvent que nécessaire (au minimum quotidiennement mais de préférence à chaque changement de classe de coton-graine) en sortie de chaque nettoyeur de fibre à scie et en différents points de sa largeur pour en vérifier l'efficacité (correction de la charge et de la préparation) et l'homogénéité entre machines, et éventuellement pour décision de *by-pass* les machines. Dans le cas de l'utilisation de volets *Louvers*, l'observation de la fibre en entrée et sortie de nettoyeur est un outil de décision d'engagement ou non des volets. Par sécurité, ces prélèvements doivent se faire dans le conduit de fibre, à l'aide de trappes prévues pour cela, loin des organes en mouvement.

### Le conditionnement de la fibre

Une vitesse de rotation trop faible du condenseur général entraîne des bourrages, alors qu'une vitesse trop forte donne une nappe irrégulière. La maintenance du condenseur général est importante pour un pressage dans les meilleures conditions (propreté, vérification

des joints, des courroies chaînes et pignons, élimination des accumulations de fibre).

Le poids des balles doit être le plus uniforme possible, pour diminuer les frais de stockage, de transport et d'emballage. Le contrôle au damage permet d'agir sur la régularité du poids, par l'intensité du moteur, par le taux et la régularité de l'alimentation du dameur (une alimentation faible donne des balles lourdes et inversement).

Les balles difformes sont de deux types : l'épaisseur est irrégulière (déformation des conduits de fibre, mauvais réglages des registres, courant d'air trop fort) ou les balles sont roulées (mauvaise alimentation du dameur, mauvais dimensionnement de la glissière).

L'humidification de la fibre avant son pressage permet de gagner du poids et de soulager la presse. Mais un excès d'humidité affecte la régularité du pressage, constitue une non conformité produit et peut provoquer des dégradations de la fibre (balles cartonnées).

Les balles doivent être entièrement recouvertes par la toile d'emballage. Les emballages de type chaussette, dans lesquels sont glissées les balles préalablement cerclées sont de plus en plus fréquents. Les emballages de balles synthétiques (plastiques polypropylène ou polyéthylène tissés ou en film) ou à base de fibre naturelle (jute) comptent parmi les sources de contamination les plus fréquentes, et les plus préoccupantes pour les filateurs (tableau VI). Ils doivent être évités à tout prix,

dans la mesure où ils pénalisent fortement la réputation des cotons d’Afrique francophone. Les emballages en coton commencent à faire leur apparition en Afrique. Il s’agit de chaussettes de toile, de non-tissés ou de tricot de coton. La solidité est importante dans le choix du type d’emballage, afin que les manipulations successives ne mettent pas la fibre à nu.

Les échantillons de fibre pour le classement commercial, découpés automatiquement par les sabots de plateaux de presse, sont prélevés, préparés, marqués et emballés dans des rouleaux de papier qui assureront leur protection contre la poussière et leur préservation lors du transport. Ces sabots doivent être bien aiguisés, faute de quoi les échantillons risquent de présenter un aspect «préparé», entraînant un déclassement et une incidence financière. Les dimensions et masses des échantillons ainsi obtenus doivent

être compatibles avec un classement manuel optimal et une éventuelle évaluation sur chaînes de mesures intégrées (CMI) représentative et de qualité (cf. Guide Technique n° 4). Des normes d’échantillonnage sont proposées par CSITC (voir en annexe 3), telles que 2 échantillons de 200 g minimum par balle. Chaque balle produite est identifiée avec un code et un numéro séquentiel, consignés dans la fiche de production. Diverses informations, comme la variété, la génération d’origine des semences, l’origine géographique et le classement (choix) attribué au coton-graine dont est issue la balle, doivent être connues et précisées comme éléments de traçabilité (cf. Plan Qualité et Guide Technique n° 1).

Les études statistiques de la variabilité intra balle des cotons africains peuvent faire évoluer ces normes dans le futur (cf. Guide Technique n° 4).

**Tableau VI. Importance des contaminants plastiques tissés ou films dans les cotons d’Afrique francophone, en pourcentage des échantillons contaminés.**

Zone	1999			2001			2003			2005		
	Tissés (%)	Films (%)	Nb. Ech.	Tissés (%)	Films (%)	Nb. Ech.	Tissés (%)	Films (%)	Nb. Ech.	Tissés (%)	Films (%)	Nb. Ech.
W. Afrique	24	10	171	28	16	159	38	26	124	34	33	56
U.S.A.	22	16	239	14	14	112	22	19	128	17	20	130
Australie	7	8	55	4	5	40	6	11	33	11	15	23

Source ITMF, Cotton Contamination Survey 1999, 2001, 2003 et 2005.

## Les pratiques de stockage des produits à l'usine

### Le stockage des balles

Dans les piles de balles stockées à l'extérieur et attendant l'évacuation, la couche inférieure de balles doit être isolée du sol pour permettre la circulation de l'air et empêcher d'éventuelles remontées d'humidité. L'ancrage et l'état des bâches doivent être vérifiés quotidiennement.

Aire de stockage provisoire de marquage des balles :

- traçage au sol afin d'éviter tout débordement ;
- la distance minimale entre les balles et tous bâtiments ou stocks en piles est de 30 mètres (pour limiter la propagation d'un éventuel incendie).

Stockage de balles en piles à l'extérieur :

- la capacité d'une pile de balles est variable (jusqu'à 250 tonnes) ;
- la distance minimale entre les piles de balles est de 5 mètres ;
- un lot de piles de 250 tonnes juxtaposées ne doit pas excéder 2 000 tonnes ;
- la distance minimale entre chaque lot de 2 000 tonnes est de 20 mètres ;
- les piles de balles sont bâchées.

Stockage en magasin (figure 31) :

- la capacité de chaque pile est de 250 tonnes également ;

- la distance minimale entre les piles de balles et les parois du mur est de 0,80 mètre ;
- aucune balle ne doit se trouver face à l'entrée du magasin ;
- la distance minimale entre la charpente du magasin (toiture) et les piles est de 1,50 mètre ;
- un lot de piles de 250 tonnes juxtaposées ne doit pas excéder 2 000 tonnes.



Figure 31. Stockage de balles en pile en magasin.

(Cliché B. Bachelier © Cirad)

Les magasins de stockage fibre doivent être équipés de Robinets d'Incendie Armés (RIA) sur tous les côtés du périmètre intérieur et à l'entrée du magasin.

Il reste entendu que le réseau incendie principal de l'usine est conçu avec des bouches d'incendie judicieusement disposées et correctement dimensionnées.

### Le stockage des graines

Les conditions de stockage des graines ont un impact fort sur la qualité (taux de germination, taux d'acides gras libres, etc.). La graine de coton est hygroscopique et son humidité varie avec celle de l'air ambiant. L'humidité des graines et la température ambiante sont les facteurs primordiaux du stockage. La qualité de la graine peut être préservée lors de stockages longs (plusieurs mois) même en climat chaud si l'humidité des graines au départ et en cours de stockage ne dépasse pas 10 à 12 %, ce qui est le plus souvent le cas en saison d'égrenage en Afrique sub-saharienne.

Si l'égrenage se poursuit trop tard ou que les usines sont dans des zones humides, il faudra être particulièrement vigilant.

Les conditions de stockage des graines doivent être bien contrôlées afin d'assurer la préservation de la qualité, en particulier pour les graines destinées à la semence (tableau VII).

A l'usine, le taux d'humidité des graines doit être évalué avant stockage, et le suivi de la température des graines stockées doit être effectué quotidiennement, quelle que soit leur destination. La température et l'odeur de l'air refoulé par les ventilateurs renseignent sur l'état des graines stockées. Mais l'utilisation de thermocouples dans la masse de graines est indispensable.

Pour un stockage en saison sèche en Afrique, le taux d'humidité réduit des graines permet d'utiliser des aérations modestes de l'ordre de 0,2 m<sup>3</sup>/min/tonne (jusqu'à 0,3 m<sup>3</sup>/min/t pour les graines de semences). L'aération doit se pratiquer la nuit quand l'air est sec et frais.

Tableau VII. Conditions de stockage des graines à l'usine.

Destination	Humidité maximale	En trémie suspendue	En sacs	En vrac couvert	En vrac extérieur
Semences (stockage marqué et isolé par variété)	10 %	Temporaire	Avec aération et contrôle température	Avec aération et contrôle température	Non
Trituration	12 %	Temporaire	Avec aération et contrôle température	Avec aération et contrôle température	Bâché

## La maîtrise de l'énergie

Le coût de l'énergie représente une part significative du coût de l'égrenage. La consommation d'énergie, sous forme électrique ou de combustibles utilisés pour la gestion de l'humidité, doit être limitée au maximum.

Du point de vue de l'énergie électrique, les sources d'économie potentielle à privilégier sont les suivantes :

- réduction des périodes de fonctionnement sans coton (démarrage, bourrages). En l'absence de coton, la consommation atteint près de 90 % de l'énergie consommée à pleine charge ;
- réduction des arrêts grâce à un programme de maintenance préventive et curative scrupuleux. Réduire les arrêts consacrés à la maintenance préventive en pensant augmenter le temps total d'égrenage, est une erreur ;
- maximisation de l'alimentation des égreneuses en coton-graine (approvisionnement en coton-graine, réglage de l'alimentation, bonne efficacité du trop plein, élimination des fuites à l'aspiration) ;
- bon dimensionnement des différentes étapes du processus et en particulier de la presse ;
- bon dimensionnement des moteurs et des ventilateurs, contrôle régulier des paramètres aérauliques ;
- changement des poulies et courroies usées ;
- bon dimensionnement des tuyauteries (longueur et diamètre, coudes) et élimination des fuites ;

- maintenance des alimenteurs en bon état (changement des segments dentés et des brosses) ;
- maintenance des égreneuses en excellent état (changement des scies, barreaux et brosses usés) ;
- préservation de la sécurité et de la propreté de l'usine.

Du point de vue de l'énergie combustible, les sources d'économie potentielle à privilégier sont les suivantes :

- bon dimensionnement du séchage ;
- utilisation de séchoirs performants diminuant les pertes de chaleur et générant peu de pression statique (figure 32) ;
- isolation des gaines de transport et séchoirs ;
- utilisation du séchage à bon escient.

## La maîtrise des équipements de surveillance et de mesure

Les équipements de surveillance et de contrôle doivent être utilisés systématiquement pour faciliter l'optimisation du fonctionnement et des performances de l'usine. Ce sont des outils de gestion de base pour le chef d'usine.

Il est fortement recommandé que chaque usine dispose d'un responsable qualité qui soit sous l'autorité hiérarchique du responsable qualité de la société, et non sous la responsabilité du chef d'usine. Cette personne est chargée du contrôle des paramètres ou des actions

conditionnant directement la qualité des productions et des enregistrements correspondants. Cette personne doit avoir accès à volonté aux équipements de surveillance et de mesure. Elle peut être chargée de la garde des documents (notices, certificats d'étalonnage) et de leur actualisation, ainsi que de l'organisation des essais d'égrenage périodiques en usine.

Observations et mesures à effectuer :

- mesure de l'humidité du coton-graine à l'arrivée de chaque attelage (décision de stockage, décision de séchage/humidification) ;
- inspection quotidienne du stock de coton-graine ;
- mesure de la température et de l'humidité de l'air plusieurs fois par 24 h ;
- contrôle de la cadence d'égrenage ;
- observation de la conformité du défibrage et éventuellement taux de linter par machine ;
- observation de la fibre en sortie d'égreneuse et en sortie de nettoyeurs ;
- contrôle de la température de l'air de séchage ;
- contrôle de l'humidité du coton-graine à l'entrée dans l'égreneuse ;
- contrôle de l'humidité de la fibre en balle ;
- inspection quotidienne du stock de fibre.

Rappelons l'intérêt pour l'égreneur de réaliser des essais d'égrenage périodiques en usine avec pesée des produits et déchets, avec prise d'échantillons :

- de coton-graine, représentatif d'un lot ou attelage ou caisse pour un essai d'égrenage en micro-usine (figure 33) ;
- de fibre, représentatif avant et après nettoyeur de fibre, pour analyses comparatives avec la fibre produite en micro-usine ;



Figure 32. Certains séchoirs sans chicane génèrent peu de pression statique. (Cliché J.-L. Chanselme © COTIMES)

– de graine, si les moyens d’analyse existent (*seed index*, taux de linter).

Les tests en micro-usine constituent une référence précieuse, si les prélèvements sont soigneusement réalisés, pour évaluer les performances d’une unité industrielle, tant pour les paramètres de production (rendement à l’égrenage, taux de graines et déchets) que de qualité (analyses de fibre et de graines).

Les tests d’égrenage en usine et en micro-usine utilisent des fiches de pesées et de calcul des paramètres considérés (exemple en annexe 4).



Figure 33. La micro-usine d’égrenage est une référence pour l’industriel. (Cliché G. Gawrysiak © Cirad)

## Maintenance

Les bonnes performances d’une unité d’égrenage industrielle reposent sur l’équipement bien sûr, mais aussi sur la compétence des personnels, la régularité de la maintenance, le respect des réglages et des cadences recommandées par le constructeur. Le non-respect de ces principes entraîne une chute de la cadence de production et de la qualité des produits, avec une augmentation des coûts et des dommages aux équipements.

La maîtrise des charges fixes consiste à les diluer par une augmentation de la production de balles, en particulier grâce à un approvisionnement maximal en coton-graine, un bon niveau technologique d’équipements bien dimensionnés, une maintenance soignée et un personnel compétent et formé. La réduction des charges ne doit en aucun cas se faire au détriment de la maintenance des équipements.

Le rôle du management consiste à prendre en main le programme de maintenance, à assurer une bonne communication avec tous les employés, à les impliquer et les responsabiliser dans les opérations de maintenance et dans les actions garantissant un fonctionnement économique et satisfaisant du point de vue de la qualité.

## Méthodologie de la maintenance

Un programme de maintenance bien conçu ne se limite pas à l’entretien des équipements. Il a également un

effet sur la sécurité, la rentabilité, la qualité, les coûts d'énergie et de réparation.

Une bonne maintenance implique l'enregistrement des événements, la communication entre les personnels et une bonne planification.

La maintenance des usines d'égrenage se divise en deux phases principales :

- la maintenance en exploitation (maintenance préventive et corrective) ;
- la maintenance en inter-campagne.

### ***Maintenance en exploitation***

La maintenance préventive a pour objectif de réduire les coûts de réparation et d'augmenter le rythme de production par une maintenance régulière et programmée (journalière et hebdomadaire), avant que les problèmes graves ne se posent. La maintenance corrective représente la réparation des pannes qui se produisent en exploitation.

La méthode et le support documentaire permettent une maintenance rigoureuse. Les actions préventives, les incidents et dépannages doivent être systématiquement enregistrés pour identifier et justifier les modifications, constituer une base de données pour l'identification des problèmes, planifier les révisions annuelles.

Le temps de maintenance totale (journalière et hebdomadaire confondues) doit représenter environ 10 %

du temps total disponible soit au minimum 2 h 30 par jour. Le temps de maintenance corrective, si la maintenance préventive est correctement effectuée, ne doit pas dépasser 1 h 15 à 1 h 30 par jour.

Les actions de maintenance préventive regroupent des actions de nettoyage pour obtenir un environnement de travail propre et sécurisé et une facilité d'inspection des machines et de leurs organes internes, l'inspection des organes pour détecter les besoins d'intervention, des interventions systématiques sur roulements, courroies, chaînes, des interventions sur anomalies.

Les actions de maintenance corrective sont l'identification de la panne, l'organisation du personnel d'intervention, la recherche des pièces détachées nécessaires, le remplacement rapide des pièces défectueuses et l'enregistrement des données d'intervention pour constituer l'historique de maintenance.

### ***Maintenance en inter campagne***

La maintenance en inter-campagne est une révision saisonnière. Elle a pour objectif de réaliser les réparations de façon organisée et minutieuse pour éviter les incidents en saison.

Les principales actions de maintenance en inter-campagne sont :

- l'étude des enregistrements d'incidents et dépannages en cours de campagne ;
- l'utilisation de *check-lists* de vérification ;

- la constitution des listes de pièces détachées nécessaires par machine ;
- la commande par anticipation des pièces détachées ;
- l'utilisation de *check-lists* de réparation.

Les pièces détachées proposées par les différents constructeurs sont de qualité différente et ne sont pas toujours conformes. Les pièces de mauvaise qualité peuvent donner l'illusion d'une économie car elles sont en général moins chères. En réalité elles augmentent les coûts de fonctionnement, car elles baissent les performances et la qualité des produits et doivent être changées plus souvent. Les techniciens connaissent la qualité des pièces détachées et doivent être associés aux achats.

### **Supports documentaires et gestion de la maintenance**

Les responsables techniques des usines doivent disposer des manuels constructeur de toutes les machines utilisées. C'est une nécessité absolue, tant pour les réglages que pour la maintenance et en particulier les commandes de pièces détachées selon la nomenclature du constructeur, ce qui évite les non-conformités et la perte de temps.

Les documents indispensables à la conduite d'une maintenance rigoureuse sont (voir exemples en annexe), cf. Plan qualité :

- la fiche journalière de suivi et de nettoyage des machines ;
- la codification des machines dans le processus ;
- le relevé des pannes et incidents ;
- les listes de pièces détachées ;
- les *check-lists* de vérification ;
- les *check-lists* de réparation.

La gestion de la maintenance peut être manuelle ou assistée par ordinateur (GMAO).

### **Sécurité**

Comme beaucoup d'installations industrielles, les usines d'égrenage de coton présentent des dangers. Les accidents sont nombreux et souvent graves. Le coût des accidents est important de par les frais médicaux, les indemnités, les assurances, le temps de travail perdu, les arrêts.

Les blessures concernent en priorité les mains, le dos, les yeux, les pieds et les bras. Les causes principales sont les chocs, le stress et le surmenage, les chutes, les chocs électriques.

Les accidents en égrenage produisent de nombreuses invalidités permanentes et quelques décès. Les nettoyeurs de fibre à scie, les égreneuses et les presses sont les machines les plus dangereuses, mais toutes les machines exigent de la prudence (tableau VIII). Les chutes d'objet de grande hauteur, les mouvements de camions

**Tableau VIII. Liste des équipements générateurs d'accidents aux USA.**

Équipement responsable	Part d'accidents (%)
Presse	17,5
Egreneuse	7,7
Nettoyeurs de fibre	6,6
Autres équipements d'égrenage	3,4
Camions	8,9
Balles	6,1

Source : USDA, chiffres du District de Lubbock de 1984 à 1987.

et d'engins de manutention sont dangereux. Les feux dans les modules sont extrêmement dangereux.

Quelques règles importantes de sécurité :

- disposer de matériel de premier secours facilement accessible à chaque employé ;
- disposer d'extincteurs et autres matériels de lutte contre l'incendie ;
- disposer et actionner l'avertisseur sonore de démarrage des machines ;
- désarmer et verrouiller le sectionneur électrique général avant d'intervenir sur les machines.
- signaler visuellement sur les armoires électriques que des interventions sont en cours ;

- ne jamais actionner les machines sans les capots ou grilles de protection ou avec des dispositifs de sécurité désarmés ;
- ne pas actionner les machines présentant des anomalies (usures, transmissions défectueuses, organes en rotation déséquilibrés) ;
- couvrir les convoyeurs et les transmissions (chaînes, pignons, courroies, poulies), éliminer les saillies d'arbres de rotation ;
- disposer des échelles, escaliers et passerelles avec main-courante pour un accès facile et sûr aux machines, et pour faciliter le travail à leur niveau (figure 34) ;
- porter les équipements de sécurité (casques, lunettes, gants, etc.).

Autres mesures concernant la sécurité :

- procédures d'incendie ;
- management ;
- responsabilisation ;
- préservation d'un environnement de travail sécurisé ;
- formation du personnel, et participation aux programmes de sécurité.

### Formation du personnel

Les meilleurs équipements ne peuvent donner le meilleur sans le meilleur personnel. Un personnel compétent acquiert, assimile et utilise l'information. Un



Figure 34.  
Dispositifs de  
sécurité autour  
d'une machine.

(Courtoisie Busa)

personnel formé et informé peut prendre les bonnes décisions.

Il est donc recommandé que les personnels puissent bénéficier d'une formation régulière, en particulier pour ce qui est de la conduite des équipements, la maintenance, les réglages et la sécurité.

La formation sur site assurée par des techniciens qualifiés de constructeurs ou d'autres consultants permet d'assu-

rer diagnostic, inspection des équipements et pièces détachées, formation des personnels locaux pour optimiser la production. Le bénéfice est immédiat et le coût réduit.

La formation hors site peut se faire par des séminaires spécialisés, des stages chez le constructeur sur les équipements et les technologies récentes, des écoles d'égrenage. L'enseignement est assuré par des professionnels et ingénieurs (chercheurs, experts indépendants, constructeurs).

Quelques domaines importants de formation des égreneurs :

- la qualité des produits, le classement et les attentes des marchés ;
- le processus d'égrenage et les machines disponibles (principes et réglages) ;
- la gestion de l'humidité des cotons ;
- le stockage et le transport des matières ;
- la maintenance ;
- la sécurité (dans le travail et sécurité incendie).

## Produits et services critiques

- Bâches de protection des chargements de coton-graine : toile coton de préférence, tissu synthétique enduit PVC (toile polypropylène à proscrire).
- Matériel d'identification des chargements et stocks de coton-graine.

- Carburants, lubrifiants (gazole, gaz, huile moteur, huile de presse, etc.).
- Emballages de balles :
  - Liens : acier au carbone revêtement galvanisé ou cuivré, diamètre 3,7 mm en général.
  - Toiles de protection, de préférence en coton (tissé ou non tissé) ou film polyéthylène micro-perforé (polypropylène tissé déconseillé) ; dans tous les cas, les toiles de protection doivent être résistantes aux UV ; un emballage après cerclage de type « chaussette » permet une meilleure protection (et un gain de temps) qu'un emballage avant cerclage.
  - Matériel de marquage des balles : encre indélébile et résistante à la lumière, appliquée avec pochoirs et tampons.
  - Ficelle et aiguille pour couture des emballages disposés avant cerclages (emplacement du sabot de découpe).
  - Etiquette d'identification en cas d'utilisation d'un système de code barre.
- Papier kraft et marqueurs pour conditionnement, identification et protection des échantillons de fibre destinés au classement.
- Bâches de protection des piles de bales stockées à l'extérieur (type « chapeau » en tissu synthétique enduit PVC) avec oeilletons et système d'arrimage.
- Sacs de conditionnement des graines, produits de marquage (étiquettes, encre et pochoirs) et ficelle.

- Bâches de protection des tas de graines en cas de stockage à l'extérieur.

## Références aux textes réglementaires et normatifs

ISO 8115 : 1986 «Part 1 - Cotton bales - Dimensions and density».

ISO 8115 : 1995 «Part 3 - Bales of cotton - Packaging and labelling».

## Bibliographie

### Ouvrages

Anthony, W. S., Griffin, A. C., 2001. Fiber breakages at gins: moisture and heat, *The Cotton Gin and Oil Mill Press*, [s.l.], dec. 2001.

Dunn, T. A. et al., 2002. Predicting lint cleaner efficiency and fiber quality characteristics in cotton ginning. *Applied Engineering in Agriculture*, [s.l.], vol. 18(2), p. 141-146.

Chanselme, J.-L., 2004. Qualité des semences de coton et délintage, *Conférence coton régionale de l'Afrique de l'Ouest et du Centre SYNGENTA*, 25 au 29 octobre 2004, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

Chanselme, J.-L., Kinré, H., 2005. Guide COTIMES de fonctionnement des usines d'égrenage et Guide COTIMES de maintenance des usines d'égrenage. *Atelier régional de formation dans le cadre du Programme qualité de l'UEMOA*, Elaboration, préservation et caractérisation de la qualité des fibres de coton, UE/UEMOA/ ONUDI, 13 au 18 mai 2005 - Parakou - Bénin.

Continental Eagle Corporation, Prattville, AL, USA : *Manuels machines*.

Cotton Ginning Research Laboratory, Stoneville, MS, USA : nombreuses publications sur la recherche en égrenage.

Lagière R., 1953. Conservation et traitement des semences du cotonnier. I. Synthèse bibliographique. Coton et fibres tropicales, 8(2) 201-230.

Lançon J., 1993. La qualité de la graine de cotonnier. Synthèse bibliographique. Version 2.1. Cirad-ca, juin 1993.

Lummus Corporation, Savannah, GA, USA : *Manuels machines*.

Samuel Jackson Inc, Lubbock, TX, USA : *Humidification and drying books*, 2004.

Mangialardi, G. J., Anthony, W. S., 1998. Ginning: field evaluation of air and saw lint cleaning systems, *The Journal of Cotton Science*, [s.l.], 2:53-61.

Pilette M., 1959. La technique de l'égrenage du coton. Ed. COTONCO, 211 p.

USDA/ARS, 1994. Cotton Ginners Handbook, *Agricultural Handbook*, [s.l.], n. 503, dec. 1994.

## **Sites internet**

[www.cotton.org/](http://www.cotton.org/)

[www.cottonusa.org](http://www.cottonusa.org)

## **Contacts**

Jean-Luc CHANSELME  
COTIMES

Chemin de Bassac  
34270 Saint-Jean-de-Cuculles  
France

Tél. : +33 4 67 66 75 43 – Fax : +33 4 67 66 77 71

Mobile : +33 6 16 50 74 98

[jlchanselme@cotimes.org](mailto:jlchanselme@cotimes.org)

[www.cotimes.org](http://www.cotimes.org)

Hamidou KINRÉ  
SOFITEX

01-BP-147

Bobo Dioulasso 01

Burkina Faso

Tél. : +226 20 97 00 15 – Fax : +226 20 97 72 90

[hk\\_kinre@yahoo.fr](mailto:hk_kinre@yahoo.fr)

## ANNEXES

**Annexe 1. Unités et conversions.**

**Annexe 2. Courbe de ventilateur centrifuge.**

**Annexe 3. Recommandations d'échantillonnage des balles selon CSITC.**

**Annexe 4. Fiche de pesées et calculs pour les essais de rendement à l'égrenage.**

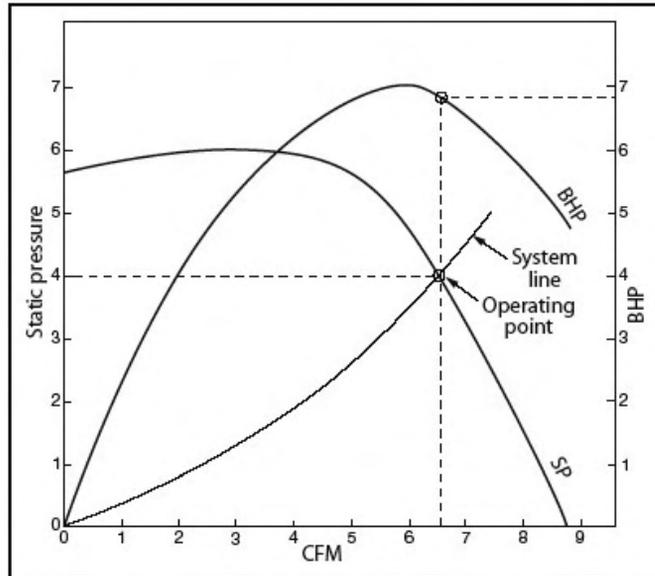
**Annexes 5 à 8. Exemples de documents de maintenance .**

Annexe 1. Unités et conversions.

Unité US	Libellé US	Libellé en français	Unité métrique	Conversion
RPM	Revolution Per Minute	Tours par minute	T/mn	1
In.	Inch	Pouce	Centimètre	2,54
Ft.	Foot	Pied	Mètre	0,305
Ft <sup>3</sup>	Cubic foot	Pied cube	Mètre cube	0,028
FPM	Foot Per Minute	Pied par minute	Mètre par seconde	0,0051
CFM	Cubic Foot per Minute	Pied cube par minute	Mètre cube par seconde	0,00047
Ft <sup>3</sup> /lb	Cubic foot per pound	Pied cube par livre	m <sup>3</sup> /kg	0,062
Lb/ft <sup>3</sup>	Pound per cubic foot	Livre par pied cube	kg/m <sup>3</sup>	16,0
BTU/h	British Thermal Unit/h	Unité thermique/h	Calories/h	252
°F	Degree Farenheit	Degré Farenheit	Degré Celcius	(°F-32)*5/9

Pour passer des unités US en unités métriques, multiplier par le facteur de conversion. Exemple : 1 pied = 0,305 mètre.

Annexe 2. Courbe de ventilateur centrifuge.



### Annexe 3. Recommandations d'échantillonnage des balles selon CSITC (2005).

Proposed Sampling Protocol - Expert Panel on CSITC

Submitted by Peter Wakefield and Bruno Widmer

Sampling of bales at source for classification is mostly carried out either at or by the gins or the owners of the cotton. Nevertheless, we have reviewed sampling procedures on different Continents, finding that aside from the US, which is efficient and highly regulated, and China, where there is a valid standard - procedures in most other countries appear to have simply evolved over time, mostly without regulation. In our opinion, it will be impossible to propose a unified system of sampling and we consider that in the first instance it may be better to look at guidelines for each step of the procedures.

#### **ACTUAL SAMPLING**

##### *Recommendations*

- Encourage mechanical sampling at gin/press. Discourage sampling at lint slides.
- Samples should be drawn from pressed bales either at or immediately after ginning.
- Remove surface cotton and draw samples from within both sides of each bale.
- The combined weight of each sample should not be less than 200 grams.

##### *Problems*

There are two countries where bales are bound with spiral bands – only a small percentage of bales are sampled due to the difficulties in removing/repairing bands from bales for sampling.

Bale identification marks/numbers are stenciled on one side of each bale. Owners of bales therefore only permit samples to be drawn from the unmarked side of bales.

Tradition. Traditionally, some countries only sample 2%, 5% or 10% of the bales from each lot.

#### **PACKING OF SAMPLES**

- Samples should be packed immediately after sampling without any other kind of handling.
- Packages and samples should be clearly identified by gin, lot and bale numbers.

##### *Problems*

Packing materials vary from country to country or producing area to producing area, eg Central Asia packing materials vary from paper, cotton bags/cloth to plastic.

Number of samples per package varies, from 20 to 75 samples being the average.

## **DESPATCH OF SAMPLES**

In general, samples appear to be forwarded to the classing/testing facilities shortly after they are packed, probably for sound economic reasons.

- We recommend that samples should be forwarded within specified time frames.

## **GENERAL**

In our opinion the Expert Panel on CSITC may wish to recommend a Sampling Protocol of guidelines for each producing country based on the following:

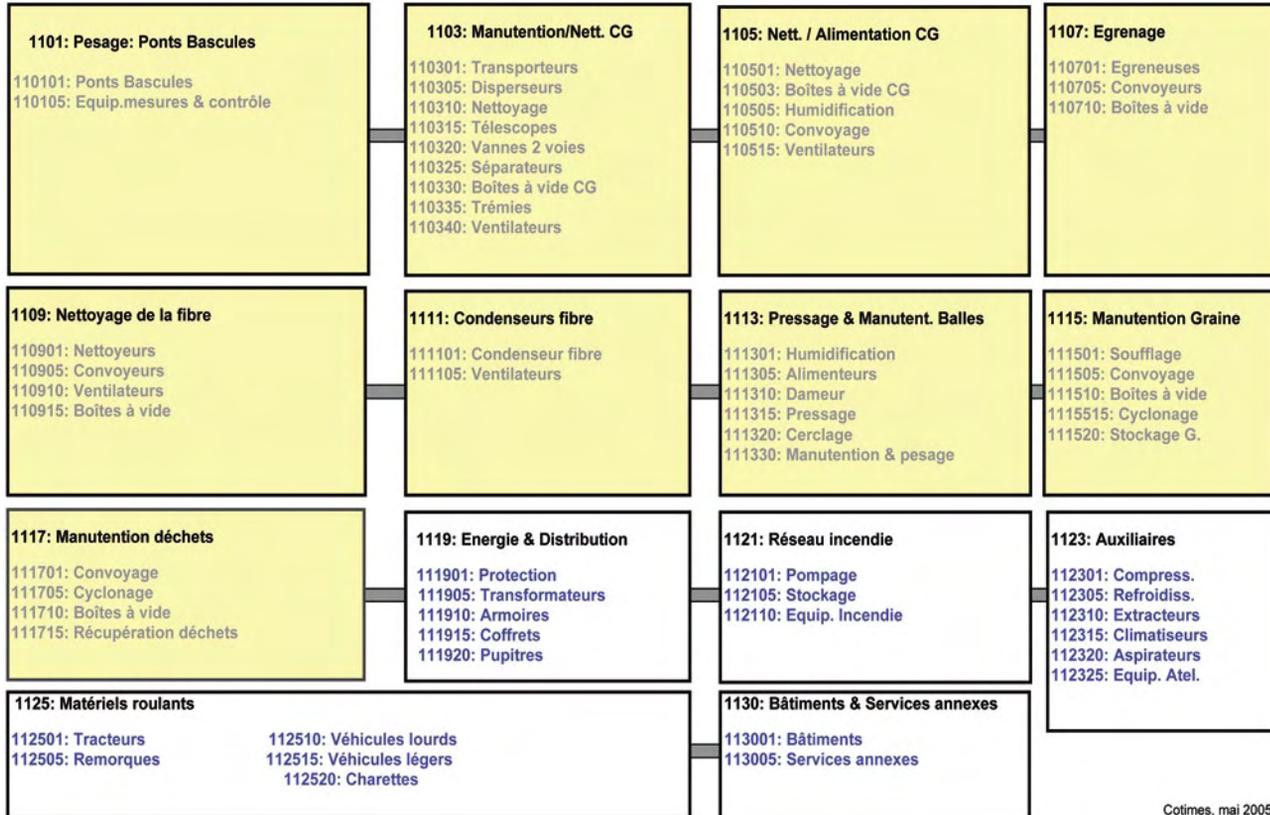
1. Aim to achieve 100% sampling of all bales by either mechanical or physical (hand cut) within specified dates.
2. Aim to achieve 100% mechanical sampling within specified dates.
3. Mark bales in such a way that both sides of each bale may be physically sampled without losing the

bales identity. (Encourage the use of bale tags, with removable sections - bale tags should be bar coded.)

4. All sampling to be completed within 3 days of ginning and a bar coded tag placed within the sample.
5. Samples to be wrapped in packages of no more than 100 samples per package. Where smaller individual packages are used, they may be combined into bundles consisting of no more than 10 packages. Each bundle to be wrapped with approved covers.
6. Samples only to be packed in approved paper or cotton covers.
7. Each package and each bundle to be clearly marked with gin I/D, lot number and bale numbers.
8. Samples to be forwarded to the classing/testing facility within 5 days of completion of sampling.



Annexe 5. Exemple de codification de processus usine.



Cotimes, mai 2005

Annexe 6. Fiche journalière de suivi et de nettoyage machine.

**Usine :** .....

**Equipe de production :** .....

**Nom du CEP/Chef de quart :** .....

**Date :** .....

DUREE VARIABLE SELON LA TAILLE DE L'USINE

<i>Machine</i>	<i>Personnes affectées</i>	<i>Opérations à effectuer</i>	<i>Matériels</i>
Tapis module Disperseur / Nett. Incliné Tapis coton graine et Tapis déchets		- Nettoyer la fosse - Déboucher le tapis module - Nettoyer les tapis coton graine & déchets - Nettoyer le nettoyeur incliné	Quick link Balais
Séparateur 1 & 2 Trémis de régularisation 1 & 2		- Nettoyer les grilles et les joints - Nettoyer les rouleaux	Balais
Nettoyeur Incliné 1 & 2		- Nettoyer les rouleaux à picots - Nettoyer les grilles	Balais Quick Link
Convoyeur "16"		- Nettoyer les accouplements	Quick Link
Egreneuse I, Feeder I Egreneuse II, Feeder II Egreneuse III, Feeder III Egreneuse IV, Feeder IV		- Nettoyer le moting - Nettoyer les scies - Débrosser les barreaux - Nettoyer les prises d'air	Quick Link Air Balais
Lint cleaner I Lint cleaner II Lint cleaner III Egreneuse IV, Feeder IV		- Nettoyer le grillage - Nettoyer les rouleaux et les cylindres de scies - Débarrasser les axiaux	Air Brosse métallique Balais

Cotimes, mai 2005

Annexe 7. Exemple de fiche de vérification (*check-list* presse).

**Usine :**

**Date :**

<b>Entretien quotidien</b>	<b>Effectué</b>	<b>Observations</b>
■ Dispositifs de protection en place		
■ Vérification du niveau d'huile dans les réservoirs		
■ Vérification de l'indicateur de filtre		
■ Détection des fuites		
■ Inspection des fins de course		
■ Vérification de l'alignement des guides de dameur		
■ Vérification des pignons et chaînes (dameur/rotateur)		
■ Vérification des jeux (relevages coffres, etc.)		
<b>Entretien hebdomadaire</b>	<b>Effectué</b>	<b>Observations</b>
■ Nettoyage des pièces travaillantes pour en vérifier l'état		
■ Serrage des écrous et boulons		
■ Vérifications des prises d'air des réservoirs hydrauliques		
■ Vérification de l'état de l'huile hydraulique		
■ Graissages		

Cotimes, mai 2005



## **Liste de quelques abréviations et acronymes**

## **Logos des entreprises d'appartenance des rédacteurs**

## **Index**

## Liste de quelques abréviations et acronymes

AC : action corrective

ACA : Association Cotonnière Africaine

AF : autofécondation

AFCOT : Association Française Cotonnière

AGOA : African Growth and Opportunity Act

AMF : accords multifibres

AOC : Afrique de l'Ouest et du Centre

APROCA : Association des Producteurs de  
Coton Africain

ASS : Afrique Sub-Saharienne

BBE : balle baissante à écarter

BCEAO : Banque Centrale des Etats de  
l'Afrique de l'Ouest

CAF / CIF : Coût Assurance Fret / "Cost  
Insurance and Freight"

CBT : Compagnie Béninoise Textile

CCI : Chambres de Commerce International

CCIC (ou ICAC) : Comité Consultatif  
International du Coton

CCJ : Cours Communes de Justice

CCV : Cotonnière du Cap Vert

CDEAO : Communauté des Etats d'Afrique  
de l'Ouest

CERFITEX : Centre de Recherche et de  
Formation pour l'Industrie Textile (Mali)

CFA : Communauté Financière Africaine

CFC : Common Fund for Commodities (Fonds  
Commun des Matières Premières)

CFR : Coût et fret / "Cost and freight"

CICAM : Cotonnière Industrielle du  
Cameroun

CIDT : Compagnie Ivoirienne des Textiles

CIRAD : Centre de Coopération  
Internationale en Recherche Agronomique  
pour le Développement (France)

CMI : chaîne de mesures intégrées

CMDT : Compagnie Malienne pour le  
Développement du Textile

CNUCED : Conférence des Nations Unies sur  
le Commerce et le Développement

COCC : Code des Obligations Civiles et  
Commerciales

CORAF : Conseil Ouest et Centre Africain  
pour la Recherche et le Développement  
Agricole

COTEB : Compagnie Textile du Bénin

COTIMES : Coton et Industries du Monde  
– Expertise et Services (France)

COTLOOK : Cotton Outlook

CSITC : Commercial Standardized Instrument  
Testing for Cotton

ct : cent (0,01 US Dollar)

DSM : dispositif de surveillance et de mesure

ENITEX : Entreprise Nigérienne de Textiles

ERQ : enregistrement relatif à la qualité

EXW : « Ex Works » ou Sortie Magasin

FE : Far East

FIBRE : Faserinstitut Bremen (Allemagne)

FILSAH : Filature du Sahel (Burkina Faso)

FITINA : Fils et Tissus Naturels d'Afrique (Mali)

FNE : frais non exposés

FOB / FAB : "Free On Board" / Franco à Bord

FTT : Filatures et Textiles de Thiès (Sénégal)

G0 à G4 : semences de génération 0 à 4

GMAO : gestion de la maintenance assistée  
par ordinateur

HVI : « High Volume Instrument » ; marque  
déposée par Uster Technologies pour  
son appareil d'analyse à haut débit des  
caractéristiques technologiques des fibres  
de coton, mais aussi terme générique  
en anglais pour les Chaînes de Mesures  
Intégrées

ICA (ex LCA) : International Cotton  
Association Limited (ex Liverpool Cotton  
Association)

ICAC (ou CCIC) : International Cotton  
Advisory Committee

ICCS : International Calibration Cotton  
Standard ; coton de référence pour  
l'étalonnage des appareils classiques de  
mesure de type stélomètre, fibrographe,  
fibronaire, etc.

Inch : pouce (2,54 cm)

Incoterms : International Commercial Terms

INRAB / RCF : Institut National de Recherche  
Agricole du Bénin / Recherche Coton et  
Fibre

ISO : International Standards Organization

ITEMA : Industrie Textile du Mali

ITRA / CRASH : Institut Togolais de Recherche Agronomique / Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide

Lb : pound ou livre (0,4535 kg)

NE : Nord Europe

NF : norme française

NSTS : Nouvelle Société des Textiles du Sénégal

NYBOT : New York Board Of Trade

NYCE : New York Cotton Exchange

OHADA : Organisation pour l'Harmonisation en Afrique du Droit des Affaires

OMC (ou WTO) : Organisation Mondiale du Commerce

ONUDI (ou UNIDO) : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (Autriche)

PMC : poids moyen capsulaire

PMG : prix minimum garanti

R1 et R2 : semences certifiées de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>e</sup> reproduction

RCA : République Centrafricaine

RG : Règlements Généraux

RGH : Règlement Général du Havre (France)

SAGB : Sociedade Algodoeira da Guine Bissau (Société Cotonnière de Guinée Bissau)

SITEX : Société Industrielle du Textile (Bénin)

SOBETEX : Société Béninoise de Textile

SODEFITEX : Société de Développement et des Fibres Textiles (Sénégal)

SOFITEX : Sociétés des Fibres Textiles (Burkina Faso)

SONAPRA : Société Nationale pour la Promotion Agricole (Bénin)

SMQ : système de management de la qualité

SWOT : Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

TOGOTEX : Togo Textiles

UE : Union Européenne

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

UHVICC : Universal High Volume Instrument Calibration Cotton ; type de coton de référence pour l'étalonnage des chaînes de mesure intégrées (CMI / HVI)

UNIDO (ou ONUDI) : United Nations Industrial Development Organization (Autriche)

USDA / ARS : United States Department of Agriculture / Agricultural Research Services (Etats-Unis)

WTO (ou OMC) : World Trade Organisation

## Logos des entreprises d'appartenance des rédacteurs



Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), France  
Site Internet : <http://www.cirad.fr>



Coton et Industries du Monde – Expertise et Services (COTIMES), France  
Site Internet : <http://www.cotimes.org>



Société de Développement et des Fibres Textiles (SODEFITEX), Sénégal  
Site Internet : <http://www.sodefitec.sn>



Société Nationale pour la Promotion Agricole (SONAPRA), Bénin

## Index

	Plan Qualité	Guide Technique n° 1
Achat	19, 24, 38	45, 46
Audit	14, 17, 19, 26, 32, 34 à 37	-
Cotonnier	38	14 à 17, 21, 23, 26, 28, 34, 35, 39 à 42, 47, 48
CMI	39, 43	-
Document	14 à 18, 26, 32, 36, 37	45, 47, 66
Enregistrement	14, 15, 18 à 24, 26, 29, 32, 34, 39, 40, 48	16, 37
Équipement	14, 19, 25, 26, 38, 42 à 44	20, 22, 46
Formation	14, 19, 26, 34, 38 à 41	55
Graine	-	23, 25, 30, 31
Humidité	21, 27, 43	16, 18, 23, 25, 37, 39, 40
Maintenance	19, 21, 25, 38, 44	-
Non conformité	14, 19, 25 à 29, 31, 33, 36, 37, 40	15, 16
Récolte	-	16, 18, 22, 27, 36, 38, 39, 43 à 46
Réglage	-	19, 22
Rendement	-	16, 18, 26, 27, 31, 32, 38, 41
Semence	13, 20, 25, 38, 39	13 à 26, 39, 40, 47
Semis	-	13, 21, 26, 27, 34, 37 à 40, 44
Stockage	18, 27	18, 19, 22, 23, 24, 44, 45, 46
Température	23, 27, 28, 43	23, 25, 28, 29, 34, 47
Transport	27, 39, 43	17, 18, 20, 44, 45, 46
Variété	-	13 à 27, 30, 33 à 39, 44, 46

Guide Technique n° 2	Guide Technique n° 3	Guide Technique n° 4	Guide Technique n° 5
14, 52	-	14, 32, 34	35, 37, 39, 42, 68
-	-	21, 26	-
-	29	13	-
45	13, 14, 23	20, 27, 32, 39, 44, 45	34, 51
16, 33, 34, 37, 49, 51, 52, 57	-	13, 14, 17, 21, 26, 30, 32, 37	26, 35 à 37, 40 à 44, 48
16, 49, 51	17, 19, 23	16, 31	35, 41, 42, 44, 45, 47, 49
13, 14, 16, 18, 26, 31, 32, 34 à 36, 48 à 50, 53, 54	13, 31	13, 14, 18, 20, 22, 24, 36	14, 44
13, 18, 20, 40, 53, 54	29 à 32	21, 26, 30	29, 44
13, 18, 19, 23, 32, 33, 37, 38, 47	-	-	-
16, 18 à 22, 27, 28, 31, 32 à 36, 42 à 44, 46 à 49, 54	13, 21	14 à 19, 25, 27	50
13, 16, 17, 23, 32, 36, 39, 41, 43, 44, 48, 50 à 52, 54	-	20, 21, 30, 32, 36, 37	34
44, 52	32	30, 32, 35, 37	40, 45 à 49
14, 17, 22, 23, 26, 27, 32, 33, 44	-	-	21, 42, 49, 50
26, 32, 34, 36 à 44, 48, 50, 52, 54	31	22	-
50, 62	-	-	-
19, 30, 33, 45, 47	-	-	-
-	-	-	13, 34
15, 19, 33, 45	-	21, 23, 24	15, 43, 45, 50
19, 20, 30, 31, 32, 33, 35, 47, 49	13, 21	14, 15, 16, 17, 18, 30	34
14, 33, 44	-	-	-
30, 45, 47	25, 27, 30	19, 21, 25	43, 50, 51

### *Clause de non responsabilité de l'Union européenne*

*La présente publication a été élaborée avec l'aide de l'Union européenne.  
Le contenu de la publication relève de la seule responsabilité de l'ONUDI  
et ne peut en aucun cas être considérée comme reflétant l'opinion de l'Union européenne.*

*Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent  
n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)  
aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités,  
ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.*

*La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société  
n'implique nullement que l'ONUDI prend position en leur faveur ou les recommande.*

*Publié dans le cadre du programme Qualité UE-UEMOA-ONUDI.*

*Coordinateur du programme : Dr. Mohamed Lamine Dhaoui, PTC/TCB.  
Gestionnaire du projet : David Yuen-Hoi Lee, PTC/AGR.*

*© 2006, Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.*





Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)  
*Site Internet : <http://www.uemoa.int>*



Union Européenne (UE)  
*Site Internet : <http://europa.eu.int>*



Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI)  
*Site Internet : <http://www.unido.org>*

