

➔  **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

 **(introduction...)**

 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**

 **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**

 **I. ROLE DU STOCKAGE**

 **II. SYSTEMES DE STOCKAGE**

 **II.1 Groupes sociaux concernés**

 **II.2 Le stockage commercial**

 **II.3 Le stockage villageois**

 **II.4 Le stockage communautaire**

 **III. LES PERTES APRES RECOLTE**

 **IV. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE NATIONALE DU STOCKAGE DES GRAINS**

 **(introduction...)**

 **IV.1 Coût du transport du grain**

 **IV.2 Coût unitaire du stockage**

 **IV.3 Coût des pertes**

 **IV.4 Objectifs de développement**

 **V. MISE EN OEUVRE DE LA STRATEGIE NATIONALE DE STOCKAGE**

 **(introduction...)**

 **V.1 Mesures en faveur de la recherche-développement**

 **V.2 Programmes de formation**  
**V.3 Assistance financière**

□ **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**

□ **I. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES**

 **(introduction...)**

 **I.1 Composition physique des grains**

 **I.2. Propriétés physiques des grains**

 **I.3 Composition biochimique**

□ **II. FACTEURS D'ALTERATION DES GRAINS**

 **II.1 Manifestation de l'activité des grains**

 **II.2 Facteurs d'altération des grains**

 **II.3 Les agents biologiques de dégradation des grains**

□ **III. APTITUDE DES GRAINS AU STOCKAGE**

 **(introduction...)**

 **III.1 Siccité des grains**

 **III.2 Propreté des produits et des locaux de stockage**

 **III.3 Contrôle en cours de stockage**

□ **CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**

□ **I. LE STOCKAGE TRADITIONNEL**

 **I.1 Généralités**

 **I.2 Les greniers traditionnels**

 **I.3 Problèmes en cours de stockage**

□ **II. AMELIORATION DU STOCKAGE VILLAGEOIS**

-  **II:2 Amélioration du séchage des structures traditionnelles de stockage**
- III. UTILISATION DE STRUCTURES NOUVELLES**
  -  **(introduction...)**
  -  **III.1 Les silos en béton**
  -  **III.2 Les silos métalliques**
  -  **III.3 Structures en plastique**
- IV. LA DESINSECTISATION**
  -  **(introduction...)**
  -  **IV.1 Méthodes de lutte traditionnelles**
  -  **IV.2 Utilisation d'insecticides chimiques**
- CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
  -  **I. OBJET DU STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
  - II. TYPES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
    -  **(introduction...)**
    -  **II.1 Le stockage en vrac**
    -  **II.2 Le stockage en sacs**
  - III. CONCEPTION ET CONSTRUCTION DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
    -  **III.1 Implantation et exposition des bâtiments**
    -  **III.2 Conception des installations**
    -  **III.3 Détails de construction**
  -  **IV. EQUIPEMENT DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
  - V. GESTION ET MAINTENANCE DES CENTRES DE STOCKAGE**
    - 

 **V.1. Préparation des centres avant le stockage**

 **V.2. Mise en place des stocks**

 **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COÛTS DE STOCKAGE**

 **I. INTRODUCTION**

 **II. METHODOLOGIE DE CALCUL DU COUT DE STOCKAGE**

 **(introduction...)**

 **II.1 Coût d'amortissement des installations et assurances**

 **II.2 Valeur locative du terrain**

 **II.3 Salaires du personnel permanent**

 **II.4 Frais de réparation et d'entretien des équipements et des bâtiments**

 **II.5 Frais de consommation d'énergie**

 **II.6 Frais de main-d'oeuvre temporaire**

 **II.7 Frais de sacherie**

 **II.8 Frais de traitement insecticide**

 **II.9 Calcul du coût unitaire de stockage**

 **III. CONSIDERATION DES PERTES DANS LE CHOIX D'UN SYSTEME DE STOCKAGE**

 **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**

 **ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**

 **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**

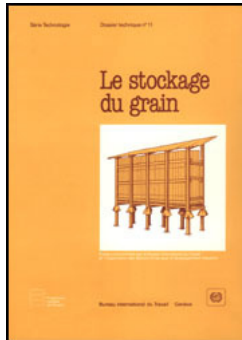
 **QUESTIONNAIRE**

 **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**

 **COUVERTURE ARRIERE**



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](#)



## **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

  **(introduction...)**

 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**

 **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**

 **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**

 **CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**

 **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

 **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**

 **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**

 **ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**

 **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**

 **QUESTIONNAIRE**

 **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**

 **COUVERTURE ARRIERE**

Série Technologie Dossier technique n° 11

**Publié conjointement par le Bureau international du Travail et l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel**



Programme Bureau international du Travail Genève  
mondial  
de l'emploi



Le Programme mondial de l'emploi a été lancé par l'Organisation internationale du Travail en 1969 en tant que principale contribution de l'OIT à la Stratégie internationale du développement pour la deuxième Décennie des Nations Unies pour le développement.

Le programme comprend trois grands moyens d'action :

- les missions: composées de spécialistes de haut niveau, elles se rendent dans les Etats Membres en vue de les conseiller;
- les équipes de promotion de l'emploi: elles accomplissent un travail de plus longue haleine au niveau national ou régional;
- la recherche: elle embrasse une large gamme de problèmes.

Par ces activités, l'OIT entend aider les responsables nationaux à aménager leur politique et leurs programmes de façon à vaincre le paupérisme et le chômage.

Evénement marquant de l'action engagée avec le Programme mondial de l'emploi, la Conférence mondiale de l'emploi, tenue en 1976, a proclamé que «les stratégies, les politiques et les plans nationaux de développement devraient comporter comme objectif prioritaire la promotion de l'emploi et la satisfaction des besoins essentiels de la population de chaque pays». La déclaration de principes et le programme d'action adoptés par la conférence demeurent le fondement du travail de coopération technique et de recherche accompli au titre du Programme mondial de l'emploi.

Cet ouvrage fait partie des études et des rapports publiés dans le cadre du Programme mondial de l'emploi.

## Copyright © Organisation internationale du Travail 1986

**Les publications du Bureau international du Travail jouissent de la protection du droit d'auteur en vertu du protocole n° 2, annexe à la Convention universelle pour la protection du droit d'auteur. Toutefois, de courts passages pourront être reproduits sans autorisation, à la condition que leur source soit dûment mentionnée. Toute demande d'autorisation de reproduction ou de traduction devra être adressée au Service des publications (Droits et licences), Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse. Ces demandes seront toujours les bienvenues.**

**ISBN 92-2-205415-6**

**ISSN 0258-0462**

### *Première édition 1986*

Les désignations utilisées dans les publications du BIT, qui sont conformes à la pratique des Nations Unies, et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Bureau international du Travail aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays, zone ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

Les articles, études et autres textes signés n'engagent que leurs auteurs et leur publication ne signifie pas que le Bureau international du Travail souscrit aux opinions qui y sont exprimées.

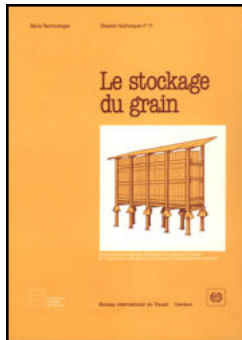
La mention ou la non-mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit ou procédé commercial n'implique de la part du Bureau international du Travail aucune appréciation favorable ou défavorable.

Les publications du Bureau international du Travail peuvent être obtenues dans les principales librairies ou auprès des bureaux locaux du BIT. On peut aussi se les procurer directement, de même qu'un catalogue ou une liste des nouvelles publications, à l'adresse suivante: Publications du BIT, Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse.

Imprimé par le Bureau international du Travail, Genève, Suisse



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



## Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)



*(introduction...)*



**PREFACE**



**REMERCIEMENTS**



**CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**



**CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



**CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**



**CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**



**ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**



**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**



**ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**



**QUESTIONNAIRE**





**QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT  
COUVERTURE ARRIERE**

**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS  
S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**

**REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE**

**German Agency for Technical Cooperation,  
Dag Hammarskjold Weg 1,  
6236 ESCHBORN**

**AUSTRALIE**

**Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation,  
CANBERRA**

**BANGLADESH**

**Bangladesh Agricultural University,  
Department of Agricultural Engineering,  
MYMENSINGH**

**BELGIQUE**

**Collectif d'echanges pour la technologie appropriée,  
28, rue de la Sablonnière,  
B 1000 BRUXELLES**

**CANADA**

**Centre de recherches pour le développement international,  
P.O. Box 8500,  
OTTAWA K1G3H9**

**EQUATEUR**

**Centro Andino de Tecnología Rural,  
U.N.L. Casilla 399,  
LOJA**

**ETATS-UNIS**

**Food and Feed Grain Institute,  
Kansas State University,  
MANHATTAN, Kansas 66502**

**Volunteers in Technical Assistance (VITA),  
3706 Rhode Island Avenue,  
MOUNT RAINIER, Maryland.**

**FRANCE**

**Centre d'études et d'expérimentation du machinisme agricole tropical (CEEMAT),  
Parc de Tourvoie,  
F-92160 ANTONY**

**Antenne CEEMAT de Montpellier,  
CEEMAT-ENSAM,  
Domaine de Lavalette,  
Avenue du Val de Montferrand,**

**F-34060 MONTPELLIER**

**Centre international de recherches agronomiques pour le développement**  
**42, rue Scheffer,**  
**F-75016 PARIS**

**Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières**  
**B.P. 5035,**  
**F-34032 MONTPELLIER**

**Groupe de recherches et d'échanges technologiques**  
**34, rue Dumont d'Urville, F-75116 PARIS**

**INDE**

**Agricultural Research Institute,**  
**NEW DELHI**

**Indian Grain Storage Institute,**  
**P.O. Box 22,**  
**BAPATLA (Andhra Pradesh)**

**Indian Grain Storage Institute,**  
**P.O. Box 10,**  
**HAPUR (Uttar Pradesh)**

**Indian Institute of Technology,**  
**Appropriate Technology Unit,**  
**Pawai,**  
**BOMBAY 400 076**

**INDONESIE**

**Food Technology Development Centre,  
I.P.B.  
BOGOR**

**ITALIE**

**FAO,  
Via delle Terme di Caracalla,  
00100 ROME**

**NIGERIA**

**International Institute of Tropical Agriculture,  
P.O. Box 5320,  
IBADAN**

**PAYS-BAS**

**Royal Tropical Institute,  
Mauritskade 63,  
AMSTERDAM**

**PHILIPPINES**

**South-East Asia Cooperative,  
Post-Harvest Research and Development Programme,  
Searca College,  
LAGUNA 3720**

**International Rice Research Institute,  
P.O. Box 933,  
MANILA**

**ROYAUME-UNI**

**Tropical Development Research Institute,  
Storage Department,  
London Road,  
SLOUGH SL3 7HL, Benks**

**SENEGAL**

**Institut de technologie alimentaire,  
B.P. 2765,  
DAKAR**

**Institut sénégalais de recherches agronomiques,  
BAMBEY**

**THAÏLANDE**

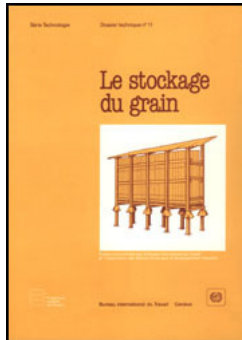
**Asian Institute of Technology  
P.O. Box 2754,  
BANGKOK**

**TOGO**

**Service de la protection des végétaux,  
B.P. 1263,**

**LOME**

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">



## **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**



*(introduction...)*



**PREFACE**



**REMERCIEMENTS**



**CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**



**CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



**CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**



**CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**



**ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**



**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**



**ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**



**QUESTIONNAIRE**



**QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**



**COUVERTURE ARRIERE**

## **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**

**Audette, R; Grolleaud, M: Le stockage non étatique des grains dans les pays sahéliens (Paris, OCDE, 1984).**

**Araullo, E.V.; Depadua, D.B.; Graham, M.: Rice post harvest technology (Ottawa, International Development Research Centre, 1976).**

**Boxall, R.A.; Gillet, R.: "Farm level storage losses in Eastern Nepal" in Tropical Stored Products Information (London, Tropical and Development Research Institute), no. 50, 1984.**

**Carreras, F.: Une construction rurale appropriée pour les exploitations paysannes des régions tropicales (Montpellier, Institut de recherches agronomiques tropicales, 1982).**

**Cruz, J.F.; Troude, F.: Manuel de conservation des produits agricoles tropicaux (Paris, Ministère de la Coopération, à paraître).**

**Deluca, Y.: "Ingrédients naturels de préservation des grains stockés dans les pays en développement", Journal d'agriculture (Paris, Laboratoire d'Ethnobotanique), vol. XXVI, 1979.**

**Deuse, J.: "Protection chimique des denrées stockées", in Amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest (Paris, Agence de Coopération culturelle et technique, 1980).**

**Dichter, D.: Manual on improved farm and village level grain storage methods (Eschborn, GTZ, 1978).**

**Dichter, D.: "Improved mud brick silo for storing grain", in Appropriate Technology (London, Intermediate Technology Development Group), Vol. 7, No. 2, 1980.**

**Ducome, P.:** "Protection chimique des grains en climat tropical" in Conservation et stockage des grains et graines (Paris, Lavoisier Apria, 1982).

**FAO:** On-farm maize drying and storage in the humid tropics, report no. 40 (Rome, 1980).

**FAO:** Annuaire de la production 1982 (Rome, 1982).

**FAO:** Food storage manual (Rome, World Food Programme, 1983).

**Gast, M.; Sigaut, F.:** Les techniques de conservation des grains à long terme (Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 1979).

**Gilman G.A.; Tyker, P.S.:** "Stockage familial et villageois", in Afrique Agriculture (Paris, SAPEF), août 1981.

**Golob, P.:** "Improvements in maize storage for the small holder farmer" in Tropical Stored Products Information (London, Tropical Development and Research Institute) no. 50, 1984.

**Greeley, M.** "Grain par grain" in Ceres (Rome, FAO, janvier 1982).

**Groupe de recherches et d'échanges technologiques:** Silo à céréales en briques de banco, fiche no. 545 du fichier technique du développement (Paris, GRET, décembre 1981).

**Hall, D.W.:** Manutention et emmagasinage des graines alimentaires dans les régions tropicales et subtropicales (Rome, FAO, 1971).

**Hindmarsh, P.S.; Tyler, P.S.; Webley, D.J.:** "Grain storage techniques for the small farmer in the tropics", World Farming (Overland Park, USA, Intertec Publishing Corporation), mai 1979.



**Lindblad, C.: "La révolution verte: stockage des céréales" in Rural Technology Bulletin (Washington D.C., Improved Rural Technology Project), no. 12, 1982.**

**Lindblad, C.; Druben L: Small farm grain storage (VITA, 1977), 3 vol.**

**Multon, J.L.: Conservation et stockage des grains et graines (Paris, Lavoisier Apria, 1982).**

**O'Kelly, E.: Processing and storage of food grains by rural families (Rome, FAO, 1979).**

**Ostergaard, K.N.: "Grain storage for the Third World: the Ferrumbu" in World Crops (Horley, U.K., Agraria Press, 1981).**

**Pointel, J.G.: "La protection des stocks au niveau du cultivateur africain", Cahiers d'agriculture pratique des pays chauds (Paris, Groupement d'Édition et d'Information Technique), no. 3, 1971.**

**Purwadaria, M.K., Winarno, F.G.: "The development of grain storage Systems and structures for the village level in Indonesia", document présenté un séminaire sur la mécanisation appropriée (Jakarta, janvier 1981).**

**Romain, J.C.: "Grains du nord, grains du sud" in La lettre de SOLAGRAL (Rennes), No. 30, 1984.**

**Samajpati, J.N.; Sheikh, S.A.: "Conventional rural storage structures: Bangladesh experience" in Agricultural Mechanisation in Asia (Tokyo, Agricultural Mechanisation in Asia), Vol. XI, No. 3, 1980.**

**Schulten, G.G.M.: Report on loss assessment (Rome, FAO, 1982).**

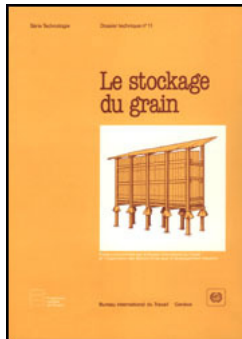
**Troude, F.: "Éléments sur le stockage des céréales dans les pays en développement de la zone tropicale" in Conservation et stockage des grains et graines (Paris, Lavoisier Apria,**

1982).

**Volunteers in Technical Assistance (VITA): Small farm grain storage (Arlington, Va., USA, VITA, 1977); volumes I, II et III.**



[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">



## Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)



*(introduction...)*



**PREFACE**



**REMERCIEMENTS**



**CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**



**CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



**CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**



**CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**



**ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**



**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**



**ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**



**QUESTIONNAIRE**



**QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**



**COUVERTURE ARRIERE**

## QUESTIONNAIRE

1. Nom.....

2. Adresse.....  
.....  
.....

3. Profession (pri<sup>◆</sup>re de cocher la case correspondante)

Responsable d'un syst<sup>◆</sup>me de stockage du grain...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, indiquer le niveau du stockage et vos fonctions.....  
.....

Fonctionnaire d'un organisme d'<sup>◆</sup>tat...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, indiquer votre fonction.....  
.....

Collaborateur d'une institution financi<sup>◆</sup>re...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, indiquer la fonction.....  
.....

Membre d'une universit<sup>◆</sup> ou d'un centre de recherche...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, indiquer le nom de l'universit<sup>◆</sup> ou du centre.....  
.....

Collaborateur d'une institution technologique...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, donner le nom de l'institution.....  
.....

Collaborateur d'un institut de formation...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, préciser.....

Agent de vulgarisation...../\_\_\_/  
Dans l'affirmative, indiquer l'organisme auquel vous êtes rattaché.....

Autre  
(Spécifier).....

4. Comment avez vous obtenu une copie du présent dossier technique?  
Préciser si vous l'avez obtenue gratuitement, ou si vous l'avez achetée...

5. Ce dossier vous a-t-il aidé (cocher la case correspondante):

Prendre connaissance de techniques de stockage du grain que vous ne  
connaissiez pas...../\_\_\_/

Estimer le coût unitaire de stockage dans le cas d'un système de  
stockage communautaire...../\_\_\_/

Améliorer la gestion d'un centre de stockage communautaire dont vous  
avez la charge...../\_\_\_/

Mieux comprendre les causes des pertes et détériorations des grains et  
ainsi mettre en place des mesures préventives...../\_\_\_/

Choisir le système de stockage le plus approprié à vos besoins...../\_\_\_/

Améliorer votre système de stockage actuel...../\_\_\_/

Diminuer vos pertes en cours de stockage...../\_\_\_/

Améliorer votre technique de traitement des grains...../\_\_\_/

Si vous êtes haut fonctionnaire, élaborer de nouvelles mesures et politiques en faveur du stockage des grains...../\_\_\_/

Si vous êtes un agent de vulgarisation, utiliser l'information contenue dans ce dossier pour une meilleure formation des fermiers dans le domaine du stockage...../\_\_\_/

Si vous êtes collaborateur d'une institution financière, étudier une demande d'emprunt pour la création d'un système de stockage des grains...../\_\_\_/

Si vous êtes un expert international, améliorer la qualité des conseils fournis à vos interlocuteurs sur les technologies de stockage des grains...  
...../\_\_\_/

6. Ce dossier est-il suffisamment détaillé en matière de:

(Oui) (Non)

- description des techniques de stockage

/\_\_\_/ /\_\_\_/

- estimation des coûts de stockage

/\_\_\_/ /\_\_\_/

- évaluation des effets socio-économiques des techniques de stockage

/\_\_\_/ /\_\_\_/

- indications bibliographiques

/\_\_\_/ /\_\_\_/

Si vous avez fourni des réponses négatives, prière d'en donner les raisons ci-dessous, ou sur une

feuille séparée:

.....  
.....  
.....

7. Comment pourrait-on améliorer le présent dossier dans l'éventualité d'une seconde édition?.....

.....  
.....


8. Prière de faire parvenir le présent questionnaire, dûment rempli, :

Service de la Technologie et de l'Emploi  
Bureau international du Travail  
CH-1211 Genève 22 (Suisse)

9. Dans la mesure où vous souhaiteriez des informations complémentaires sur certaines questions traitées par le présent dossier, le BIT et l'ONUDI feront leur possible pour vous les fournir.



**Home**":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

 **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

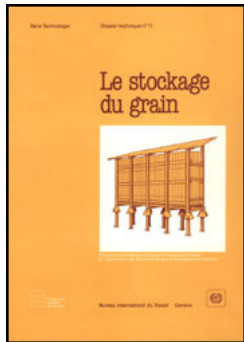
 ***(introduction...)***

 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**

 **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**

 **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET**



- ☐ **FACTEURS DE DEGRADATION**
- ☐ **CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**
- ☐ **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
- ☐ **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**
- 📄 **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**
- 📄 **ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**
- 📄 **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**
- 📄 **QUESTIONNAIRE**
- ➔ **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**
- 📄 **COUVERTURE ARRIERE**

## QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT

### Série Technologie

Les dossiers techniques publiés dans cette série s'adressent aux petites entreprises, aux services de planification et de promotion de la petite industrie comme aux organismes de coopération technique. Leur but est de faire connaître des techniques de production à petite échelle particulièrement adaptées aux conditions socio-économiques qui se rencontrent dans les pays en développement. La série doit comprendre dix-sept volumes traitant de divers procédés ou productions. Les dix premiers volumes ont été publiés en anglais. Les numéros 2, 3, 6, 7, 8, 9 et 10 doivent être traduits en français.

**ISSN 0258-0462**

**N° 1: Tanning of hides and skins. Tannage des peaux**

**ISBN 92-2-102904-2**

**N° 2: Small-scale manufacture of footwear**

**Production de chaussures (souliers et sandales de différents modèles et de différentes qualités). Description des techniques de fabrication, manuelles ou mécanisées, pour quatre échelles de production (de 8 à 1 000 paires par jour). Données techniques et économiques.**

**ISBN 92-2-103079-2**

**N° 3: Small-scale processing of fish**

**Traitement du poisson. Préparation, conservation, conditionnement de poisson salé, séché, fumé, bouilli ou fermenté. Evaluation économique des différentes méthodes de préparation. Mesures de protection de l'environnement.**

**ISBN 92-2-103205-1**

**N° 4: Small-scale weaving. Tissage**

**ISBN 92-2-103419-4**

**N° 5: Small-scale oil extraction from groundnuts and copra.**

**Production d'huile d'arachides et d'huile de coprah**

**ISBN 92-2-103503-4**

**N° 6: Small-scale brickmaking**



**Production de briques pour la construction. Description technique de toute la séquence des opérations: extraction de l'argile, préparation des pâtes, façonnage, séchage, cuisson, tests. L'ouvrage donne des indications détaillées sur le matériel et les outils susceptibles d'être fabriqués localement, l'implantation des opérations, les besoins de main-d'œuvre, les approvisionnements nécessaires, etc. Evaluation socio-économique des différentes techniques.**

**ISBN 92-2-103567-0**

#### **N° 7: Small-scale maize milling**

**Mouture du maïs. Description détaillée de différentes techniques de mouture pour la production de trois qualités de farine. Préparation des grains, décorticage, mouture, tamisage et ensachage. Evaluation socio-économique des différentes techniques.**

**ISBN 92-2-103640-5**

#### **N° 8: Small-scale paper-making**

**Production de pâte à papier et de papier. Description de plusieurs techniques de production à partir de différentes matières premières (vieux papiers, déchets, textiles, paille, bagasse), pour un volume de production allant jusqu'à 30 tonnes par jour. Evaluation socio-économique des différentes techniques.**

**ISBN 92-2-103971-4**

#### **N° 9: Small-scale processing of pork**

#### **N° 10: Small-scale processing of beef**

**Fabrication de produits carnés, porc et bœuf. Description des procédés de fabrication de**

**divers produits. Approvisionnement en viande, installations et matériel, fabrication, conditionnement. Evaluation socio-économique des différentes options techniques. Mesures de protection de l'environnement.**

**ISBN 92-2-100542-9**

**ISBN 92-2-105050-5**

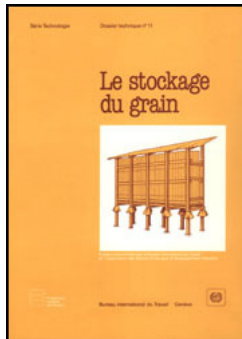
## **Technologie du travail de la corne**

**Description des techniques de travail de la corne et du mode de fabrication d'une série d'objets utilitaires ou décoratifs en corne. Données pour le calcul des prix de revient.**

**ISBN 92-2-205358-3**



**Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">**



**Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**



**(introduction...)**



**PREFACE**



**REMERCIEMENTS**



**CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**



**CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



**CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**



**CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**

 **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**  
**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE**  
**OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES**  
**PRODUITS AGRICOLES**

 **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**

 **QUESTIONNAIRE**

 **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**

  **COUVERTURE ARRIERE**

## COUVERTURE ARRIERE

### Le stockage du grain

Alors que tant de pays ont de la difficulté à nourrir leur population, une partie parfois importante des récoltes de grains stockées - de 10 à 15 pour cent, dans certains pays plus sans doute - est perdue. Comment améliorer les systèmes de stockage et réduire ces pertes? C'est ce qu'indique ce dossier technique. Le stockage est envisagé au niveau villageois, pour une ou plusieurs familles et pour des quantités qui vont jusqu'à quelques tonnes, et au niveau communautaire, pour un ou plusieurs villages et pour des quantités qui vont jusqu'à quelques centaines de tonnes. Le texte décrit les structures de stockage traditionnelles et les moyens de les améliorer; il présente aussi des structures nouvelles, en donnant une description technique détaillée de la construction et de l'équipement de ces installations. A l'intention des pouvoirs publics, le texte indique les éléments d'une stratégie nationale de stockage et propose une méthode d'estimation du coût du stockage.

Ce dossier a été préparé conjointement par le Bureau international du Travail et l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. La série Technologie, dans laquelle il est publié, a pour but de faire connaître différentes techniques de production à petite échelle restreinte et d'aider les petites entreprises, les services de planification et de promotion de la petite industrie comme les organismes de coopération à choisir les techniques les mieux adaptées aux conditions



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



## **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

*(introduction...)*



 **PREFACE**

 **REMERCIEMENTS**

 **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**

 **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**

 **CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**

 **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

 **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**

 **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**

 **ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**

 **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**

 **QUESTIONNAIRE**

 **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**

 **COUVERTURE ARRIERE**

## **PREFACE**

**Pour un grand nombre de pays en développement, les céréales et les légumineuses constituent la source principale de l'alimentation des populations, en particulier des couches sociales économiquement défavorisées. Certains pays, en Afrique notamment, n'arrivent pas à pourvoir aux besoins en grains de leurs populations et doivent souvent importer massivement des produits alimentaires. Il est donc paradoxal de constater que, dans nombre de ces pays, une partie parfois importante du grain stocké est soit perdue, soit détériorée et rendue impropre à la consommation. On ne dispose pas d'estimations précises sur les taux de pertes ou de détérioration pour l'ensemble des pays ou des systèmes de stockage. On peut cependant affirmer que des pertes moyennes de 10 à 15 pour cent sont assez courantes dans un grand nombre de pays. Des taux beaucoup plus élevés (30 pour cent dans certains cas) ont aussi été relevés dans des pays dont les conditions climatiques sont défavorables au stockage et où les systèmes de stockage sont peu performants.**

**Les pertes ou détériorations des céréales et des légumineuses ne sont pas uniquement dues au stockage. Elles peuvent se produire au cours de la récolte et des différentes opérations postérieures: la manutention, le battage, le séchage, le stockage et la transformation des produits. Il est donc important d'agir au cours de chacune de ces phases afin de réduire autant que possible les taux de pertes et par là de mieux satisfaire les besoins alimentaires des populations.**

**Dans le cas du stockage, les pertes peuvent être considérablement diminuées par l'amélioration des systèmes de stockage traditionnels, l'introduction de nouveaux systèmes dans les zones rurales, la bonne préparation du produit avant stockage et la bonne gestion des stocks tout au long de la durée du stockage. Pour cela, il importe que les responsables - directs ou indirects - du stockage soient informés des possibilités et des moyens qui s'offrent. Tel est le but de ce dossier technique, qui devrait éclairer les problèmes de stockage du grain et assurer la diffusion d'informations techniques sur des systèmes améliorés en aidant d'autre part les autorités gouvernementales à élaborer**

**une stratégie nationale de stockage du grain qui tienne compte, en particulier, des objectifs de développement économique du pays.**

**Ce texte fait partie d'une série de huit dossiers sur le stockage et la transformation de produits alimentaires, publiés ou en voie de publication par le Bureau international du Travail<sup>1</sup>. Certains dossiers, d'un intérêt direct pour les petites entreprises, ont été ou seront publiés - comme l'est aujourd'hui celui-ci - conjointement avec l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).**

**<sup>1</sup> Six autres dossiers seront prochainement publiés en version française. Ils concernent la préparation des légumes, des fruits, du poisson, du boeuf, du porc et du maïs. Un septième dossier concernant l'extraction d'huile de coco et d'arachide n'est disponible qu'en anglais.**

**Le présent dossier couvre en particulier les systèmes de stockage villageois, qui concernent une ou plusieurs familles et une quantité de produit qui n'excède pas quelques tonnes, et les systèmes de stockage communautaire, qui concernent un ou plusieurs villages et une quantité de produit qui n'excède pas quelques centaines de tonnes. Compte tenu des objectifs de la série, il ne couvre pas le stockage commercial, qui concerne plusieurs régions ou tout un pays et qui dépasse en général plusieurs milliers de tonnes. Les lecteurs désireux d'obtenir de plus amples informations sur ces systèmes pourront s'adresser à des fabricants d'équipements ou à des firmes d'ingénierie. Toutefois, les aspects socio-économiques des trois systèmes de stockage sont étudiés dans le Chapitre I afin de mieux cerner l'ensemble des éléments à prendre en compte lors de l'élaboration d'une stratégie nationale de stockage des grains. Ces éléments, qui sont entre autres le coût du transport des produits, le niveau des pertes associées à différents systèmes de stockage, l'emploi rural et la balance des paiements, sont analysés en détail dans ce chapitre et des suggestions sont faites en vue de l'application de la stratégie nationale retenue.**

**Les trois chapitres suivants (Chapitres II et IV) traitent de questions purement techniques. Ils intéresseront plus particulièrement les utilisateurs directs de ces techniques, tels que techniciens des centres de stockage communautaire et agents ruraux de vulgarisation par qui transite l'information sur le stockage villageois destinée aux fermiers. Le Chapitre II décrit les conditions qui favorisent des pertes ou des détériorations des produits stockés afin de mieux faire comprendre les solutions proposées dans les chapitres suivants pour la réduction de celles-ci.**

**Le Chapitre III décrit un certain nombre de systèmes de stockage villageois, y compris des systèmes traditionnels améliorés et d'autres systèmes mis au point plus récemment. Les plans des greniers proposés dans ce chapitre ainsi que les méthodes et matériaux de construction sont décrits avec suffisamment de détail pour permettre la construction de ces greniers sans avoir recours à des informations complémentaires. Les agents ruraux de vulgarisation devront néanmoins tester la construction des greniers villageois décrits dans ce chapitre avant d'organiser des séances de formation pour les villageois.**

**Le Chapitre IV décrit deux systèmes de stockage communautaire: stockage en vrac et stockage en sacs. Ces systèmes sont également décrits en détail. On trouvera des indications sur les différentes parties des structures (fondations, sols, murs, toit). Il est toutefois recommandé de recourir aux conseils d'un architecte pour la préparation des plans pour des structures de cette importance. Ce chapitre traite également des équipements utilisés pour le stockage communautaire et de la gestion de ces centres. Le traitement des grains avant et pendant le stockage est décrit dans les deux chapitres relatifs aux systèmes de stockage villageois et communautaire.**

**Le Chapitre V intéresse plus particulièrement les futurs responsables des systèmes de stockage communautaire et les institutions financières. On y trouve une description détaillée de la méthodologie d'estimation du coût unitaire de stockage qui permettra aux**

**responsables d'opérer un choix parmi plusieurs solutions techniques. Cette méthodologie tient compte tant des coûts d'amortissement et de fonctionnement que des pertes éventuelles résultant de chaque système.**

**Un glossaire des termes techniques utilisés dans le dossier figure l'annexe I. L'annexe II fournit une liste d'institutions - nationales ou internationales - concernées par le stockage des grains. Le lecteur pourra contacter ces institutions pour obtenir des informations et éventuellement des documents. Une bibliographie sommaire est incluse la fin du dossier.**


**Les lecteurs qui désirent formuler des observations ou des commentaires sur le contenu de ce dossier peuvent le faire en retournant le questionnaire joint au dossier au BIT ou l'ONUDI. Ces commentaires ou observations seront pris en compte dans la préparation d'autres dossiers.**

**Ce dossier technique a été préparé par M. J.F. Cruz, ingénieur au Centre d'études et d'expérimentation du machinisme agricole tropical (CIRAD), et M. M. Allal, responsable de la série de dossiers techniques au Service de la technologie et de l'emploi du BIT.**

**A.S. Bhalla,  
Chef du Service de la technologie et de l'emploi**



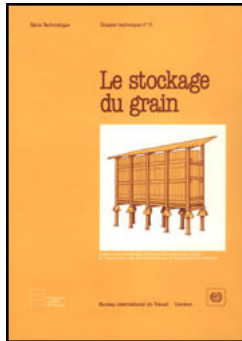
[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)













 **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

 **(introduction...)**

 **PREFACE**





- ➔  **REMERCIEMENTS**
-  **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**
-  **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**
-  **CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**
-  **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**
-  **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**
-  **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**
-  **ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**
-  **ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**
-  **QUESTIONNAIRE**
-  **QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**
-  **COUVERTURE ARRIERE**

## REMERCIEMENTS

La publication de ce dossier a été rendue possible grâce à un don de l'Office central suédois pour l'aide au développement international (Swedish International Development Authority). Le Bureau international du Travail et l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel lui expriment leur reconnaissance pour cette aide généreuse.

Ils remercient également les institutions qui ont autorisé la reproduction des figures suivantes:

Fiaures

Auteur

II.5; II.6; III.26

Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF).

II.9; III.13; III.15(a) -  
III.15(g)

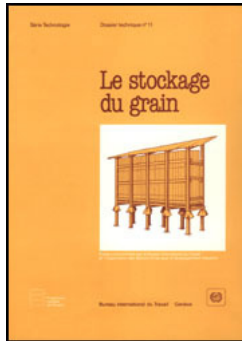
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

III.11

ENDA Tiers-monde - Environnement et développement du tiers-monde.



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



## Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)

### ➔ CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE

#### I. ROLE DU STOCKAGE

#### II. SYSTEMES DE STOCKAGE

##### II.1 Groupes sociaux concernés

##### II.2 Le stockage commercial

##### II.3 Le stockage villageois

##### II.4 Le stockage communautaire

#### III. LES PERTES APRES RECOLTE

#### IV. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE NATIONALE DU STOCKAGE DES GRAINS

##### (introduction...)

##### IV.1 Coût du transport du grain

##### IV.2 Coût unitaire du stockage

##### IV.3 Coût des pertes

##### IV.4 Objectifs de développement

- **V. MISE EN OEUVRE DE LA STRATEGIE NATIONALE DE STOCKAGE**  
*(introduction...)*
- ☞ **V.1 Mesures en faveur de la recherche-développement**
- ☞ **V.2 Programmes de formation**
- ☞ **V.3 Assistance financière**

## **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

### **CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**

#### **I. ROLE DU STOCKAGE**

**Pour de nombreux pays en développement où la base de l'alimentation est principalement constituée de produits céréaliers, le stockage des grains joue un rôle socio-économique important. Il permet tout d'abord de différer dans le temps l'utilisation de produits vivriers récoltés en grande quantité pendant une période donnée, et de fournir ainsi aux populations des ressources alimentaires tout au long de l'année. En assurant d'autre part la constitution de réserves sur plusieurs années, utilisables en cas de disette, il participe directement à la sécurité alimentaire des zones géographiques où les aléas du climat ne permettent pas toujours la reconstitution annuelle des stocks alimentaires.**

**En second lieu, le stockage joue un rôle régulateur au niveau de la commercialisation des grains. Il permet en effet de régulariser le flot de grains qui coule sur le marché et d'assurer ainsi un meilleur équilibre entre l'offre et la demande afin d'éviter des fluctuations excessives des prix. Ce rôle économique important est tenu par les offices céréaliers qui disposent d'importantes capacités de stockage ainsi que par les systèmes de stockage communautaire.**

**Le stockage permet enfin de conserver les semences nécessaires aux récoltes futures ainsi que l'approvisionnement régulier des industries de transformation telles que les rizeries, les maireries et les semouleries.**

**Etant donné l'importance du stockage des grains, il est essentiel que celui-ci puisse être organisé de manière à assurer pleinement les différents rôles énumérés ci-dessus.**

**Pour cela, il est nécessaire de formuler une stratégie nationale du stockage des grains qui tienne compte des éléments suivants:**

- importance à attribuer à différents systèmes de stockage (stockage villageois, communautaire, commercial);
- moyens à mettre en oeuvre pour améliorer les différents systèmes de stockage utilisés dans le pays;
- introduction de nouveaux systèmes de stockage, si nécessaire;
- nécessité d'introduire de nouvelles mesures sociales, fiscales et monétaires afin d'assurer un stockage approprié de la production nationale de grains;
- nécessité d'effectuer des recherches pour déterminer, entre autres, le niveau des pertes ou pour développer et tester de nouveaux systèmes de stockage.

**Tous ces aspects sont analysés dans les sections suivantes et les éléments d'une stratégie nationale du stockage des grains sont suggérés à l'intention de ceux qui sont chargés d'élaborer et d'appliquer une telle stratégie.**

## **II. SYSTEMES DE STOCKAGE**

### **II.1 Groupes sociaux concernés**

**Différents groupes sociaux pratiquent le stockage de produits vivriers dans des buts bien spécifiques. On peut distinguer:**

- les producteurs qui stockent les grains afin de satisfaire les besoins alimentaires de leur famille, conserver des semences et revendre les éventuels surplus à une période où les prix sont rémunérateurs;
- les négociants qui achètent les produits à bas prix en période de récolte et les stockent pour les revendre avec profit à des périodes ultérieures;
- les responsables d'industries alimentaires qui doivent disposer en permanence d'une matière première suffisante et de qualité homogène;
- les responsables d'offices centraux qui, au niveau national, sont chargés de régulariser le flux de grains afin d'assurer l'approvisionnement régulier des populations.

**Le système de stockage adopté dépend donc, en grande partie, des besoins et caractéristiques des groupes sociaux concernés. On peut toutefois distinguer trois systèmes principaux de stockage des grains:**

- le stockage villageois concerne une ou plusieurs familles, ne dépasse pas généralement quelques tonnes (la moyenne est souvent inférieure à une tonne) et est complètement géré par le producteur lui-même;
- le stockage communautaire concerne un ou plusieurs villages, ne dépasse pas généralement quelques centaines de tonnes et est géré par des salariés, y compris des ouvriers qualifiés;
- le stockage commercial concerne plusieurs régions ou tout un pays, dépasse en

**général plusieurs milliers de tonnes et est géré par de grandes entreprises privées ou para-étatiques.**

**Compte-tenu des objectifs de la série des dossiers techniques, seuls les deux premiers systèmes de stockage (villageois et communautaire) sont décrits en détail dans les chapitres suivants. Les lecteurs désireux d'obtenir plus d'informations sur les systèmes de stockage commercial pourront s'adresser à des fabricants d'équipements ou des firmes d'ingénierie. Cependant, les aspects socio-économiques des trois systèmes de stockage énumérés ci-dessus seront étudiés dans ce chapitre afin de mieux cerner l'ensemble des éléments à prendre en compte lors de l'élaboration d'une stratégie nationale de stockage des grains.**

## **II.2 Le stockage commercial**

**Le stockage commercial concerne de grandes quantités de grains (plusieurs milliers ou dizaines de milliers de tonnes) produits localement ou importés (aide alimentaire, achats à l'étranger). Les centres de stockage se trouvent généralement près des centres urbains d'où s'organisent la distribution des stocks sur l'ensemble du pays et, éventuellement, l'exportation à partir de ports ou gares ferroviaires.**

**Le stockage commercial des grains est du ressort des entreprises privées ou para-étatiques et des grands moulins qui stockent les grains dans le but d'éviter l'arrêt de la production, faute de matières premières.**

**Les entreprises para-étatiques maintiennent des stocks pour quatre raisons principales:**

- assurer l'approvisionnement des grands centres urbains et des régions qui ne produisent pas assez de grains pour leurs propres besoins;**
- tempérer les grandes fluctuations de prix par une meilleure adéquation de l'offre**

### **et de la demande;**

- **assurer une sécurité alimentaire à long terme en stockant les surplus des bonnes années agricoles;**
- **assurer le stockage d'importations massives de grains (par exemple aide alimentaire) ou celui de grains destinés à l'exportation.**

**Quelles que soient les conditions de production et de commercialisation des grains dans un pays, il est difficile d'éviter le stockage commercial. Ce dernier diffère d'un pays à l'autre en termes de quantités stockées ou de techniques de stockage. Par exemple, les pays qui importent une grande partie de leurs besoins en grains utilisent davantage le stockage commercial que les pays à population fortement ruralisée, produisant assez de grains pour leur propre consommation et en exportant peu ou pas.**

**De même, il existe deux techniques principales de stockage commercial: le stockage en sacs et le stockage en vrac. Les pays optent aussi des choix différents entre ces deux techniques d'après des considérations d'ordre technique, économique ou historique. Le tableau I.1 compare ces deux systèmes de stockage de différents points de vue. Cette comparaison est fournie uniquement à titre indicatif; ainsi, tout choix de système de stockage commercial devra être fait sur la base de données techniques et économiques précises par des spécialistes du stockage. Cependant, les indications portées au tableau I.1 sont souvent vérifiées dans la pratique. En particulier, les investissements par tonne logée sont plus élevés pour un système de stockage en vrac que pour un système de stockage en sacs. Par contre, le coût unitaire de fonctionnement (coût de main-d'oeuvre en particulier) favorise, en général, le choix d'un système de stockage en vrac. Un autre facteur, d'un intérêt particulier pour les pays en développement, concerne les qualifications requises pour le fonctionnement et la maintenance des centres de stockage. Ce facteur favorise davantage les systèmes de stockage en sacs, qui nécessitent un**

**personnel beaucoup moins qualifié que les systèmes de stockage en vrac.**

**Les avantages et inconvénients du système de stockage commercial par rapport d'autres systèmes (villageois et communautaire) sont analysés dans la section IV de ce chapitre.**

**Tableau I.1**

**Comparaison entre les systèmes de stockage en vrac et de stockage en sac**

Caractéristiques	Stockage en vrac	Stockage en sac
Utilisation du volume offert	Maximum	Souvent réduite
Polyvalence	Faible	Possible
Rotation des stocks	Aisée	Difficile
Surveillance des stocks et facilité de traitement	Bonnes	Difficiles
Protection contre les rongeurs	Pratiquement totale	Souvent difficile
Coût d'investissement	Elevé	Moyen
Recours des entreprises spécialisées	Très fréquent	Rare
Niveau de mécanisation	Important	Assez faible
Coût de fonctionnement	Moyen	Elevé
Besoins en main-d'oeuvre	Faibles	Elevés
Qualifications requises	Importantes	Faibles
Sophistication de la technique	Oui	Non

**II.3 Le stockage villageois**



**Bien que le stockage villageois, implanté au niveau des zones de production, n'intéresse que de faibles quantités de produits (quelques centaines de kilogrammes é quelques tonnes), il joue un rôle capital en matière de sécurité alimentaire. Dans les pays en développement, plus de 80 pour cent de la récolte est en effet stockée dans des greniers villageois.**

**Les méthodes de stockage villageois varient d'un pays é l'autre voire dans certains cas d'une région é l'autre d'un même pays selon:**

- les conditions climatiques (zone sèche, zone humide);
- la nature du produit (céréales, légumineuses, pois, gousses, grains);
- l'utilisation ultérieure des grains (consommation, vente, semences),
- le mode de stockage des produits (grains en vrac, en sacs);
- les méthodes de lutte contre les prédateurs;
- les matériaux de construction disponibles localement et le savoir-faire des artisans et entreprises locaux.

**Dans le Chapitre III du présent dossier technique, différentes méthodes de stockage villageois sont exposées. Il est admis qu'en général, les systèmes utilisés par les paysans sont souvent satisfaisants car ils sont le fruit d'une pratique traditionnelle de stockage qui s'est améliorée au cours des générations. Cependant, l'introduction de nouvelles méthodes agricoles ou de nouvelles variétés de semences ont quelquefois donné lieu é des situations difficilement maîtrisables par le savoir-faire traditionnel. Par exemple, certaines variétés nouvelles de grains sont plus productives et moins résistantes é diverses attaques que les variétés locales. Ainsi, il est nécessaire**

**d'améliorer le système de stockage traditionnel afin de minimiser les effets de ces attaques. De même, une augmentation importante de la production nécessite souvent de nouvelles structures de stockage car il n'est pas toujours possible d'augmenter simplement le nombre ou le volume des structures traditionnelles. Le Chapitre III de ce dossier évalue ces structures et propose un certain nombre d'améliorations. De nouvelles structures de stockage villageois sont aussi décrites. Cependant, comme on le verra plus loin, il est important de bien analyser le coût et les effets possibles de ces structures améliorées ou nouvelles avant de les proposer aux bénéficiaires potentiels.**

#### **II.4 Le stockage communautaire**

**Le stockage communautaire couvre des quantités de produits variant de quelques tonnes à quelques centaines de tonnes. C'est un stockage intermédiaire entre le stockage villageois et le stockage commercial.**

**Le stockage communautaire est nécessaire chaque fois que la production locale excède les besoins de la population rurale. Les excédents doivent alors être commercialisés à un prix rémunérateur pour l'agriculteur. Le stockage communautaire permet d'obtenir un tel prix grâce :**

- la possibilité de maintenir le produit stocké pendant de longues périodes sans grands risques de détérioration, en attendant que s'établisse une meilleure adéquation entre l'offre et la demande;**
- au plus grand pouvoir de négociation dont bénéficient les propriétaires du stockage communautaire par rapport à celui dont bénéficierait un agriculteur isolé.**

**De plus, le stockage communautaire est quelquefois indispensable dans le cas où les chemins ou routes d'accès aux villages sont impraticables pendant une partie de l'année.**

**Le grain doit alors être transporté dans des charrettes jusqu'au centre de stockage communautaire situé près d'une route principale.**

**Le Chapitre IV de ce dossier décrit deux systèmes de stockage communautaire: le stockage en vrac et le stockage en sacs. Compte tenu du fait que le stockage en sacs est plus utilisé par les petits centres communautaires, il est décrit de manière plus détaillée.**

### **III. LES PERTES APRES RECOLTE**

**Les pertes après récolte ne sont pas uniquement dues au stockage. Elles peuvent se produire au cours des différentes phases du système post-récolte, soit pendant la récolte, la manutention, le battage, le séchage, le stockage et la transformation des produits. Ainsi, une amélioration des systèmes de stockage ne devrait contribuer qu'en partie à la diminution des pertes. Le tableau I.2 fournit une estimation des pertes après récolte sur le riz en Asie du Sud-Est. On peut noter que les pertes dues au stockage sont du même ordre de grandeur que celles dues à la mauvaise manutention des grains, au battage ou à l'usinage.**

**Des estimations précises des pertes durant le stockage ne sont pas disponibles pour l'ensemble des pays en développement. Ces pertes sont aussi bien d'ordre quantitatif (pertes pondérales) que qualitatif (pertes de qualité nutritionnelle, technologique ou germinative). Elles se traduisent par des pertes monétaires pour le producteur, le détaillant ou pour le pays qui doit alors recourir aux importations pour pallier le déficit national en produits vivriers qu'elles engendrent.**

**Tableau I.2**  
**Pertes après récolte de riz en Asie du Sud-Est**

Opération	Fourchette de pertes pondérales (pourcentage)
-----------	---

Récolte	1 - 3
Manutention	2 - 7
Battage	2 - 6
Séchage	1 - 5
Stockage	2 - 6
Transformation (usage)	2 - 10
Total	10 - 37

**Source: D.B. Depadua**

**Le niveau des pertes ou dégradations de grain varie d'un pays à l'autre et selon le type d'activité (par exemple battage, stockage), le type de grains (par exemple riz, maïs) et les techniques de stockage. Ainsi, le niveau varie de quelques points de pourcentage dans certains cas à plus de 30 pour cent dans certains pays ou pour certains systèmes de stockage. Des pertes moyennes de 10 à 15 pour cent sont assez courantes dans un grand nombre de pays en développement. Ces estimations, que l'on retrouve dans de nombreux rapports ou études, ne doivent cependant pas être prises à la lettre. Les recherches dans ce domaine sont encore assez fragmentaires et leurs résultats sont loin d'être généralisables. En effet, les méthodes d'estimation des pertes ne sont pas encore tout à fait au point et leur application est souvent difficile, faute de moyens ou de temps suffisants. De plus, il arrive souvent que les agriculteurs refusent, pour diverses raisons, de coopérer avec les chercheurs.**

**L'imprécision des estimations de pertes de grain sont dues principalement aux facteurs suivants:**

**- négligence de certains facteurs de détérioration des grains lors du stockage du**

### **fait des difficultés à estimer certaines pertes d'ordre qualitatif;**

- manque de moyens pour effectuer des recherches portant sur plusieurs années consécutives et dans plusieurs villages. Les résultats de la recherche ne se prêtent pas à une généralisation car ils ne portent que sur une année (ou une partie d'année) qui n'est pas caractéristique du point de vue climatologique (par exemple année de sécheresse ou excessivement pluvieuse) ou sur un seul village qui utilise des méthodes de stockage différentes de celles des autres villages;
- réticence des villageois ou manque de coopération de leur part. Le chercheur doit alors compter uniquement sur ses propres ressources.

Il convient également de noter que l'estimation d'un taux moyen de pertes annuelles n'est souvent pas représentatif de l'ampleur du problème. En effet, le taux des pertes augmente avec la durée de la période de stockage. Ainsi, il est beaucoup plus faible en début qu'en fin de période. C'est vers la fin de la période que les réserves de grains ne sont plus suffisantes pour satisfaire les besoins des populations rurales. Par conséquent, un taux de pertes élevé en fin de période de stockage ne fait qu'aggraver la situation, bien que le taux moyen annuel soit relativement bas.

Les pertes ou dégradation des grains sont généralement dues aux facteurs suivants:

- stockage de grains insuffisamment secs;
- système de stockage mal ventilé;
- chaleur excessive à l'intérieur de la zone de stockage due à une mauvaise isolation ou à l'activité des grains;
- mauvaise protection contre les rongeurs, insectes, et l'humidité extérieure;

- **stockage de grains cassés, rafles ou mélangés des impuretés;**
- **manque de moyens pour acheter des insecticides ou autres produits de protection.**

**Les mécanismes qui déterminent le niveau des pertes et des dégradations des grains sont décrits en détail au Chapitre II. Dans ce chapitre et dans les chapitres suivants sont suggérés des moyens de lutte afin de minimiser les pertes. Cependant, l'utilisation de l'un ou l'autre de ces moyens n'est pas toujours justifiée d'un point de vue économique et il est parfois difficile de convaincre les petits agriculteurs d'engager des dépenses pour limiter les pertes. Par exemple, il serait difficile de convaincre un agriculteur d'acheter des insecticides pour réduire ses pertes de 1 à 2 pour cent si le coût des insecticides est égal ou supérieur à celui du grain perdu.**

#### **IV. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE NATIONALE DU STOCKAGE DES GRAINS**

**Une stratégie nationale de stockage des grains a pour but de spécifier l'importance relative de chaque système de stockage (commercial, communautaire et villageois) en tenant compte de certains facteurs techniques, économiques et sociaux. Une telle stratégie doit aussi inclure tous les éléments nécessaires pour déterminer les sites et les techniques de stockage, le volume maximum des stocks, etc.**

**Il n'entre pas dans le cadre de ce dossier technique de fournir une description détaillée de tous les éléments de cette stratégie. Les différents éléments à prendre en considération sont les suivants:**

- **coût du transport du grain;**
- **coût unitaire du stockage pour chaque système envisagé;**

- **coût des pertes associées à chaque système;**
- **objectifs de développement du pays (génération d'emplois productifs, balance des comptes, industrialisation rurale et amélioration des revenus des couches sociales défavorisées).**

**Le but d'une stratégie nationale du stockage est de minimiser la somme de ces coûts compte tenu des objectifs de développement national. Ainsi, la stratégie retenue n'est pas nécessairement la moins coûteuse. Les différents éléments d'une telle stratégie sont brièvement analysés ci-dessous.**

#### **IV.1 Coût du transport du grain**

**Le coût annuel du transport du grain est fonction de la localisation des différents systèmes de stockage par rapport:**

- **aux zones de production;**
- **aux zones de commercialisation;**
- **aux zones de transformation du grain et de consommation.**

**Il est aussi fonction des différents systèmes de transport disponibles dans le pays et de leur coût unitaire (par exemple, coût par tonne-kilomètre).**

**Dans certains cas, la localisation d'un ou plusieurs systèmes de stockage est prédéterminée. Un pays exportateur de grain doit par nécessité établir d'importants systèmes de stockage à la périphérie des ports ou des gares ferroviaires. De même, l'existence de grands centres urbains éloignés des zones de production nécessite l'établissement d'importants systèmes de stockage près de ces centres afin d'assurer la sécurité alimentaire des populations urbaines.**

**Le coût annuel du transport du grain devra être estimé pour chaque stratégie de stockage considérée par le gouvernement.**

#### **IV.2 Coût unitaire du stockage**

**Le coût unitaire du stockage varie en fonction du système adopté (villageois, communautaire ou commercial), du choix de la technique de stockage (en vrac, en sacs) et de la localisation des structures de stockage. Le Chapitre V décrit une méthodologie relativement simple qui peut être utilisée pour une première estimation du coût unitaire de stockage.**

**Il n'existe pas, a priori, un système plus avantageux qu'un autre. Chaque système peut, sous certaines conditions, être le moins coûteux. Cependant, les systèmes de stockage villageois présentent souvent les coûts unitaires les plus bas car ils utilisent de la matière première disponible localement et souvent gratuite (de la terre, des déchets végétaux) et une main d'oeuvre peu coûteuse ou gratuite (par exemple, le fermier peut construire son propre système de stockage pendant les périodes creuses).**

#### **IV.3 Coût des pertes**

**Le coût des pertes de grains doivent aussi être pris en considération lors de l'évaluation de différentes stratégies nationales du stockage. Par exemple, des systèmes de stockage à faible coût unitaire peuvent donner lieu à des pertes relativement importantes de grain. Ainsi, il est quelquefois plus avantageux de choisir des systèmes de stockage à coût unitaire élevé s'ils peuvent assurer une protection adéquate du grain.**

**Comme on l'a vu précédemment, il est difficile d'estimer les pertes associées à différents systèmes de stockage. Par conséquent, il sera peut-être nécessaire d'effectuer des recherches dans ce domaine afin d'assurer le meilleur choix d'une stratégie nationale du stockage.**



#### **IV.4 Objectifs de développement**

**Le choix d'une stratégie nationale du stockage devra souvent prendre en considération les objectifs de développement du pays. Par exemple, le choix d'un système de stockage en vrac est en contradiction avec l'objectif de développement de l'emploi car un tel système nécessite moins de main-d'oeuvre par tonne logée qu'un système de stockage en sacs. De même, certains systèmes nécessitent davantage d'équipements importés que d'autres et sont donc en contradiction avec une politique visant à améliorer la balance des comptes. Ainsi, le planificateur devra juger du mérite de tel ou tel système de stockage en fonction de ses effets socio-économiques et des objectifs de développement du pays.**

#### **V. MISE EN OEUVRE DE LA STRATEGIE NATIONALE DE STOCKAGE**

**Une fois formulée, la stratégie nationale du stockage des grains doit être appliquée. Pour ce faire, plusieurs mesures doivent être élaborées et appliquées par le gouvernement afin de favoriser telle ou telle stratégie retenue.**

##### **V.1 Mesures en faveur de la recherche-développement**

**Le gouvernement devra favoriser la recherche-développement en matière de stockage des grains. Cette recherche pourra se faire par les centres universitaires ou centres de recherches spécialisés. Le problème des pertes devra être étudié en priorité afin de déterminer leur importance.**

**Les systèmes de stockage villageois devront également être testés et éventuellement améliorés. La recherche ne devrait pas se limiter au seul domaine technique. Des investigations socio-économiques devront également être faites pour déterminer les avantages des différents systèmes et leur acceptation par les agriculteurs.**

## V.2 Programmes de formation

**La diffusion et l'application de nouveaux systèmes de stockage villageois nécessite une formation des utilisateurs par des agents de vulgarisation. La même démarche est nécessaire pour promouvoir des systèmes de stockage améliorés ou des techniques de traitement des grains. Dans tous les cas, il faut s'assurer que les techniques proposées sont appropriées d'un point de vue technique, économique et social.**

## V.3 Assistance financière

**Il est parfois plus avantageux pour un groupe de villages d'entreposer les grains dans une structure de stockage communautaire. Un tel système est cependant coûteux et nécessite des investissements importants. Pour autant qu'il soit justifié sur un plan économique et social, un tel système peut être subventionné en totalité ou en partie par le gouvernement. De même, des crédits pourraient être offerts aux groupements villageois à des taux préférentiels.**



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)

### Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)

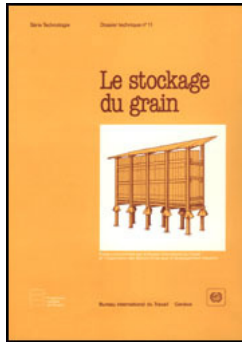
#### CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION

##### I. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES

 *(introduction...)*

 I.1 Composition physique des grains

 I.2. Propriétés physiques des grains



- ☐ I.3 Composition biochimique
- ☐ **II. FACTEURS D'ALTERATION DES GRAINS**
  - ☐ **II.1 Manifestation de l'activité des grains**
  - ☐ **II.2 Facteurs d'altération des grains**
  - ☐ **II.3 Les agents biologiques de dégradation des grains**
- ☐ **III. APTITUDE DES GRAINS AU STOCKAGE**
  - ☐ **(introduction...)**
  - ☐ **III.1 Siccité des grains**
  - ☐ **III.2 Propreté des produits et des locaux de stockage**
  - ☐ **III.3 Contrôle en cours de stockage**

**Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

## **CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**

### **I. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES**

**Les pertes de grains en cours de stockage dépendent des facteurs suivants:**

- l'état des grains stockés caractérisés par leur degré d'humidité, leur température et l'état de leur surface (présence de raflures, de fractures résultant d'un mauvais grenage);
- la présence de différentes impuretés mêlées aux grains;
- l'attaque des prédateurs (insectes, rongeurs, oiseaux);
- les conditions climatiques (humidité relative, température) pendant le stockage;

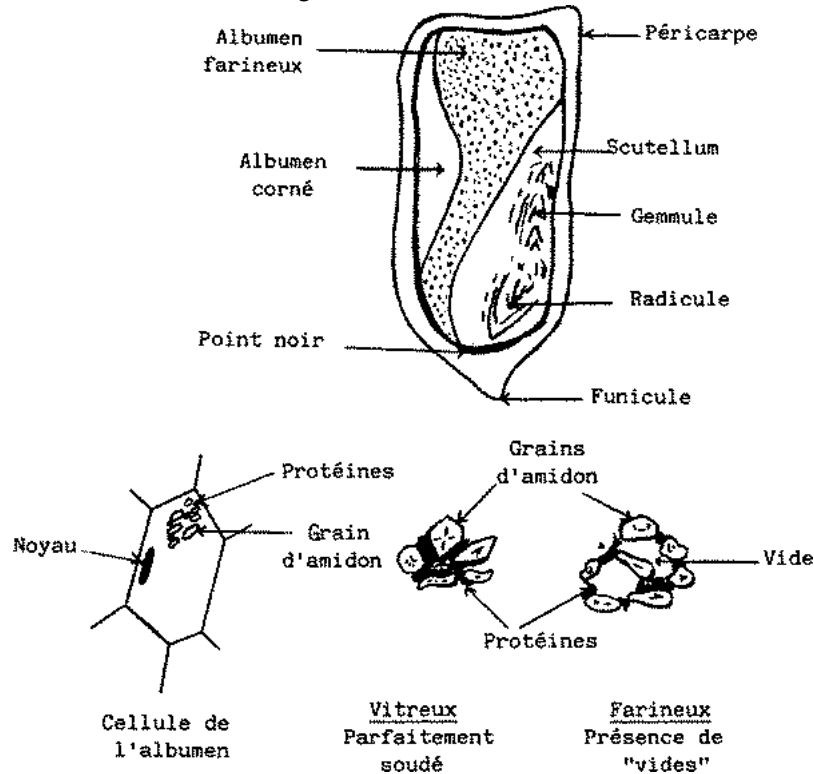
- la durée du stockage;
- le système de stockage utilisé.

**Pour mieux comprendre l'action de dégradation de ces différents facteurs, il est bon de rappeler succinctement les caractéristiques des grains stockés.**

### **I.1 Composition physique des grains**

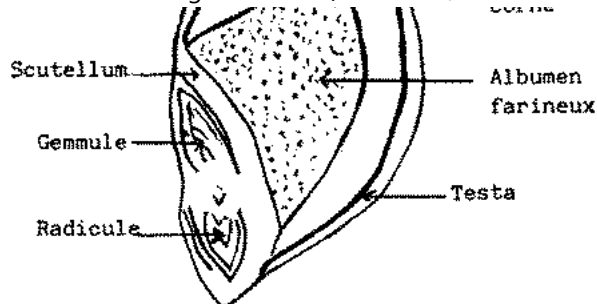
**Les grains sont constitués de trois parties: les enveloppes, l'albumen et le germe ou plantule. Les figure II.1 et II.4 montrent ces différentes parties pour les grains de maïs, sorgho, riz et haricot.**

Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986...

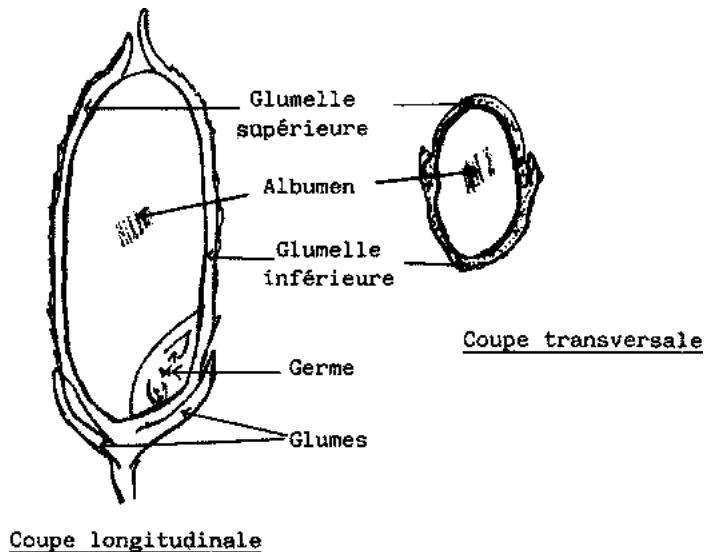


**Figure II.1** Structure du grain de maïs

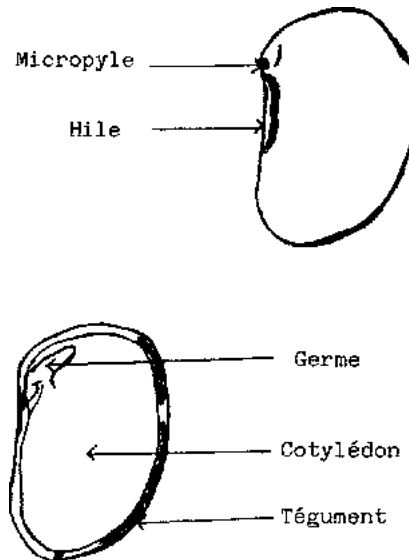




**Figure II.2** Coupe du grain de sorgho



### **Figure II.3 Coupe du grain de riz**



### **Figure II.4 Grain de haricot**

#### **Les enveloppes**

Les grains de céréales sont protégés par une ou plusieurs enveloppes. L'enveloppe extérieure, ou péricarpe, protège la graine et ralentit les échanges avec l'extérieur. Elle peut cependant être traversée par les micro-organismes et par les gaz. Lors de la mouture, le péricarpe donnera le "son", substance riche en protéines. Par opposition aux céréales dites "nues" (par exemple le maïs, le sorgho, le mil), certaines céréales, telles

que le riz paddy, sont dites "vêtues" car elles possèdent certaines enveloppes provenant de la fleur. Celles-ci améliorent considérablement la protection de la graine. Les grains de légumineuses, telles que le haricot, sont de véritables graines recouvertes en général de deux téguments.

Les enveloppes protègent la graine de l'humidité, de certaines moisissures et de différents insectes. Cependant, cette protection n'est assurée que si l'enveloppe n'a pas été éraflée ou rompue durant la moisson ou l'égrenage. Étant donné que les grains endommagés risquent de contaminer les grains sains, il est important d'en éliminer le maximum avant le stockage.

L'enveloppe ne protège pas la totalité du grain: une partie de ce dernier, le funicule, n'est pas protégée et permet la pénétration de vapeur d'eau et de certaines moisissures à l'intérieur du grain.

### L'albumen

L'albumen occupe une grande partie de l'intérieur du grain et correspond à l'organe de réserve. Il est surtout constitué de grains d'amidon dont l'assemblage plus ou moins lâche confère à l'albumen une structure vitreuse ou farineuse. Dans le cas de certaines légumineuses (haricot ou pois par exemple), l'albumen est rapidement digéré par les cotylédons qui deviennent alors l'organe de réserve. On a ainsi des grains sans albumen. Certains insectes et moisissures se nourrissent ou se servent de l'albumen tout en produisant de l'humidité, du gaz carbonique et de la chaleur. L'humidité et la chaleur ainsi dégagées favorisent les attaques par d'autres insectes ou engendrent des conditions favorables au développement des moisissures.

### Le germe et la plantule

La plantule des céréales est formée du scutellum (ou cotylédon) qui est riche en lipides



**(matières grasses) et du germe qui constitue une véritable plante miniature. La taille relative de la plantule par rapport au grain varie suivant les produits (par exemple 2 pour cent pour le riz cargo, 10 pour cent pour le sorgho et 11 pour cent pour le maïs).**

**Les conséquences de la dégradation de la plantule en cours de stockage sont particulièrement graves dans le cas où les grains sont stockés en tant que semences. Ainsi, une dégradation importante de celles-ci réduirait considérablement le rendement des récoltes. Par conséquent, les semences sont souvent stockées séparément afin de leur assurer une meilleure protection.**

**Le germe est aussi une source importante d'éléments nutritifs qui, tels que les vitamines, sont essentiels pour l'homme. Son importance du point de vue alimentaire est davantage d'ordre qualitatif que quantitatif. Par exemple, il est préférable de ne pas séparer le germe du reste des constituants des grains lors de la mouture dans les pays où la consommation des grains (maïs par exemple) constitue l'essentiel du régime alimentaire des groupes économiquement défavorisés<sup>1</sup>. Cependant, on élimine parfois ces germes riches en lipides pour éviter que les farines auxquelles ils se retrouvent mélangés ne rancissent.**

**<sup>1</sup> Voir ce sujet le dossier technique sur la transformation du maïs, où plusieurs techniques d'usinage sont analysées en fonction de leur effet sur la nutrition: BIT: Small-scale maize milling, Technology Series, Technical Memorandum No. 7 (Geneve, 1984), traduction française paraître.**

**L'importance relative des différentes parties du grain est donnée en titre indicatif dans le tableau II.1 pour le maïs, le sorgho et le riz cargo.**

**Tableau II.1**  
**Importance relative des différentes parties du grain**

Grain	Pourcentage		
	Panicarpe	Albumen	Germe
Maïs	5,5	83	11,5
Sorgho	6	84	10
Riz cargo	6	92	2

## I.2. Propriétés physiques des grains

Certaines propriétés physiques des grains expliquent quelques uns des problèmes d'un mauvais stockage.

### Porosité

Les grains en masse constituent un matériau poreux dont 30 à 50 pour cent du volume est occupé par l'air interstitiel. Le pourcentage des 'vides', fonction de la taille des grains, est par exemple plus faible pour le sorgho que pour le maïs. Ces espaces intergranulaires permettent de faire traverser les grains par un courant d'air (ventilation). Dans les zones humides, certains systèmes de stockage sont conçus de façon à favoriser une telle ventilation afin, par exemple, de parachever le séchage des grains.

### Conductibilité thermique

Les grains ont une faible conductibilité thermique, se comportant ainsi comme un isolant. Cette caractéristique peut donner lieu à des pertes ou à des dégradations lorsqu'une partie de ces grains est sujette à des attaques d'insectes ou de moisissures. En effet, ces attaques produisent de l'humidité, du gaz carbonique et de la chaleur. Cette dernière, ne pouvant se dissiper facilement du fait de la faible conductibilité thermique des grains, peut donner lieu à des températures relativement élevées (par exemple 50 à 60°C) à l'intérieur des

**stocks. Ces derniers perdent une partie de leur valeur nutritive et ne peuvent plus être utilisés comme semence.**

### Hygroscopicité

**Le grain constitue un matériau hygroscopique capable de changer de la vapeur d'eau avec le milieu ambiant. Cet changement est fonction du degré d'humidité de l'air et de sa température et se poursuit jusqu'à ce qu'un équilibre s'établisse entre l'humidité de l'air et celle du grain. Cette caractéristique du grain joue un rôle important lors du stockage car l'humidité est l'un des facteurs les plus importants de détérioration du grain.**

### Poids spécifiques

**Il est important de connaître les poids spécifiques des différents produits stockés pour déterminer les volumes et donc les dimensions des greniers ou des magasins qui seront nécessaires pour stocker telle ou telle quantité de grains. Le tableau II.2 donne quelques exemples de poids spécifiques.**

Tableau II.2

#### Poids spécifique de différents produits stockés (en kilogrammes par mètre cube)

Produit		Poids spécifique
		(kg/m <sup>3</sup> )
Maïs	Epis nus	450
	Grains	700 - 750
Riz	Gerbes	80 - 120
	Paddy	520 - 740 (on retient souvent 550)

	Cargo et usin	800 -1040
Sorgho	Grains	680 - 750
Mil	Grains	810
Haricots secs	Grains	720
	Gousses	410

### I.3 Composition biochimique

Les grains sont constitués de matière sèche et d'eau. La matière sèche est constituée des éléments suivants:

- **Les glucides** qui sont présents principalement dans l'albumen sous forme de grains d'amidon. D'un point de vue nutritionnel, les glucides jouent un rôle essentiellement énergétique;
- **les lipides**, ou matières grasses, sont surtout concentrés dans le germe et jouent aussi un rôle essentiellement énergétique. En cas de mauvaise conservation, certains acides gras (dits "insaturés") peuvent s'oxyder et donner un goût et une odeur de rance aux grains;
- **les protides** sont surtout présents dans le germe et l'assise protéique. Ce sont des composés azotés formés par l'association d'éléments de base, les acides aminés. Certains de ces acides aminés sont essentiels à l'alimentation humaine. Leur élimination en cours de stockage diminue donc la valeur nutritive des grains;
- **Les vitamines** sont surtout concentrées dans le germe et le péricarpe. Intervenant au niveau des fonctions essentielles de l'organisme humain, leur

**carence entraîne souvent des troubles graves. Or, les vitamines, présentes dans le germe et l'enveloppe sont plus vulnérables que les autres constituants du grain en cas de mauvais stockage.**

**Au cours des différentes phases du système après récolte et notamment du stockage, on doit veiller à bien conserver l'intégralité de ces différents constituants biochimiques afin que les grains conservent leur qualité nutritionnelle et alimentaire.**

**Le grain contient aussi de l'eau dans des proportions qui varient selon l'origine des grains et le séchage auquel ils ont été soumis. Présente à une certaine teneur, l'eau va favoriser l'attaque par des micro-organismes. Les effets conjugués du niveau d'humidité du grain et de la température seront étudiés de manière plus détaillée dans ce chapitre.**

**Les proportions des différents constituants de quelques céréales sont fournies au tableau II.3.**

**Tableau II.3**

**Composition biochimique de quelques céréales**

Céréales	Constituants (pourcentage)				
	Glucides	Lipides	Protides	Cendres	Eau
Maïs	72	4	10	1	13
Riz					
Paddy	73	2	8	4	13
Cargo	75,5	1,5	10	1	12
Sorgho	73	3,5	11	1,5	11

## II. FACTEURS D'ALTERATION DES GRAINS

### II.1 Manifestation de l'activité des grains

Afin de mieux comprendre le processus de détérioration des grains, il est bon de rappeler une manifestation essentielle de l'activité de ceux-ci: la respiration. Celle-ci peut schématiquement être assimilée à la dégradation des glucides suivant la réaction suivante:



soit:

Amidon + oxygène  $\Rightarrow$  gaz carbonique + eau + chaleur

Durant le stockage, les organismes vivants que sont les grains respirent. Cette activité provoque une perte de matière sèche, dans ce cas l'amidon, tout en produisant du gaz carbonique, de l'eau (sous forme de vapeur) et de la chaleur. Ce phénomène est fréquemment observé dans les masses de grains stockés humides. Il donne lieu à une forte élévation de température, au développement de micro-organismes tels que les moisissures et finalement à la prise en masse des grains. Pour assurer une bonne conservation des produits, il faut donc limiter au maximum ce phénomène en agissant sur les principaux facteurs internes d'altération des grains, essentiellement l'humidité et la température. Un bon stockage doit aussi limiter les pertes et dégradations occasionnées par des prédateurs tels que les insectes et les rongeurs. Tous ces facteurs d'altération des grains sont brièvement analysés dans la section suivante.

### II.2 Facteurs d'altération des grains

#### La durée du stockage

**D'après ce qui a été précédemment exposé sur le phénomène de la respiration, il apparaît évident que plus la durée de stockage est longue, plus les pertes de matières sèches sont importantes. Les grains destinés à être conservés sur une longue période, comme c'est le cas par exemple pour un stockage de sécurité pluri-annuel, doivent ainsi être dans un état de siccité important et dans un environnement favorable afin de limiter autant que possible les phénomènes de respiration des grains.**

### La température

**Elle joue un rôle important dans la conservation des produits agricoles car elle conditionne la vitesse de dégradation des grains. Elle accélère en effet la vitesse des réactions chimiques et enzymatiques et la respiration des grains. Une augmentation de température se traduit par un dégagement de chaleur au sein de la masse des grains. Ce dégagement de chaleur double pratiquement pour chaque élévation de 5°C de la température, ceci jusqu'à environ 28 C (au delà l'effet diminue). La durée probable de conservation d'un stock est ainsi diminuée de moitié lorsque la température des grains augmente de 5°C. L'échauffement des grains est un phénomène qui s'auto-accelère et qui altère rapidement la qualité des grains. Le niveau des températures atteintes est important à considérer. Le pouvoir germinatif des semences de céréales est totalement altéré si l'on dépasse, par exemple, 40°C.**

**Les échauffements peuvent être évités ou freinés par l'utilisation de différentes techniques. La première consiste à stocker les grains à basse température. Cette technique est rarement possible dans les zones tropicales. La ventilation des produits stockés est une technique beaucoup plus fréquemment utilisée. Certains systèmes de stockage favorisent l'aération naturelle des produits, et permettent ainsi d'éliminer la chaleur produite par les phénomènes biologiques au fur et à mesure de son apparition. On peut enfin isoler les stocks des fortes températures ambiantes en construisant des greniers avec des matériaux relativement isolants (terre stabilisée, par exemple) ou en**

**les recouvrant d'un enduit de couleur claire (chaux, peinture blanche).**

**La température agit aussi indirectement sur les stocks en favorisant le développement des micro-organismes et des insectes. Les extrêmes de température tolérés par les moisissures varient d'une espèce à l'autre mais la majorité d'entre elles ont une croissance accélérée entre 20 et 40°C pour autant que ces micro-organismes soient placés dans des conditions hydriques satisfaisantes. Quant aux insectes, leur développement est possible entre 10 et 45 C et connaît, pour la plupart des espèces, un optimum vers 30 C. Les basses températures retardent ou arrêtent complètement la reproduction des insectes alors que les fortes températures entraînent leur élimination. Dans les régions tropicales, les stocks sont souvent à des températures qui correspondent aux conditions optimales de croissance des insectes et des moisissures.**

### **L'humidité**

**L'humidité est sans doute le facteur de dégradation le plus important. Il est courant de constater que les grains stockés humides sont le siège de chauffements, de développement de moisissures et parfois de germination. L'une ou l'autre de ces manifestations est la preuve flagrante d'un mauvais stockage.**

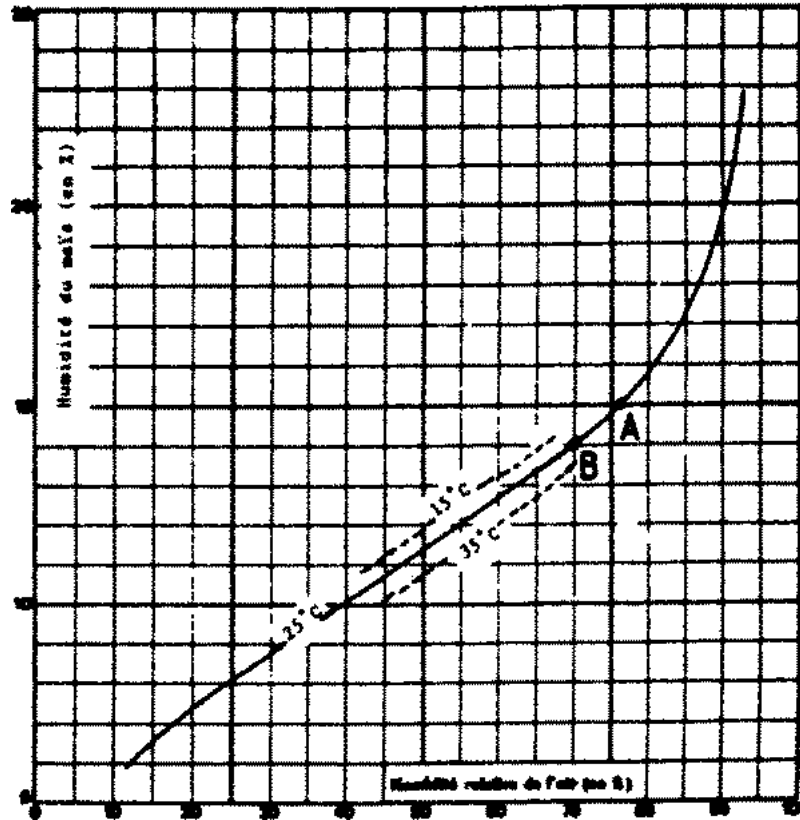
**L'humidité favorise la respiration des grains et des micro-organismes qui lui sont associés et accentue en conséquence le dégagement de chaleur au sein des grains stockés. Il est généralement admis que le dégagement de chaleur double pour chaque accroissement de 1,5 pour cent de l'humidité du grain. La durée probable de conservation d'un stock est ainsi diminuée de moitié si l'humidité du grain stocké augmente de 1,5 pour cent. Les altérations sont accentuées par le fait que les grains humides contiennent une eau faiblement absorbée qui est rapidement mise à profit par les micro-organismes présents à la surface du grain pour se développer.**

**Afin de mieux cerner la relation qui existe entre la teneur en humidité et la dégradation**



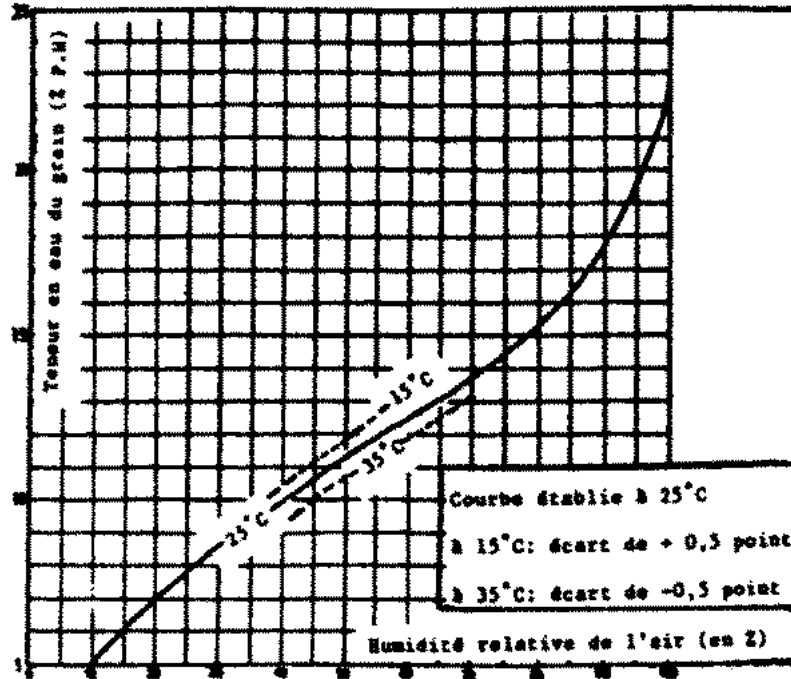
**des grains, il est essentiel de rappeler la notion d'équilibre hygroscopique air-grain. Mis en contact prolongé, le grain et l'air ambiant atteignent un état d'équilibre hygroscopique caractérisé par une même température et une même pression de vapeur d'eau. Lorsqu'il y a déséquilibre, un transfert d'eau sous forme de vapeur d'eau a lieu entre les deux milieux. Placé dans une atmosphère sèche, un grain humide perd de l'eau (ce principe est utilisé en séchage) alors qu'un grain sec placé dans une ambiance humide se réhumidifie. A chaque degré d'humidité relative de l'air correspond un degré d'humidité du grain. Ces différents équilibres sont représentés par une courbe d'équilibre hygroscopique qui, établie pour une température donnée, est propre à chaque produit. Pour un même grain, plusieurs courbes sont tracées qui correspondent à différentes températures.**

**Les figures II.5 et II.8 représentent les courbes d'équilibre hygroscopique pour différents produits: maïs, riz, sorgho, légumineuse (haricot, soja). Par exemple, à une température de 25°C, le maïs, qui a une teneur en eau de 15 pour cent, est en équilibre avec l'air à 76,5 pour cent d'humidité relative (point A sur la figure II.5). S'il est ventilé avec de l'air à 25°C et à 70 pour cent d'humidité relative, sa teneur en eau va diminuer et s'équilibrer à 14 pour cent (point B sur la figure II.5).**



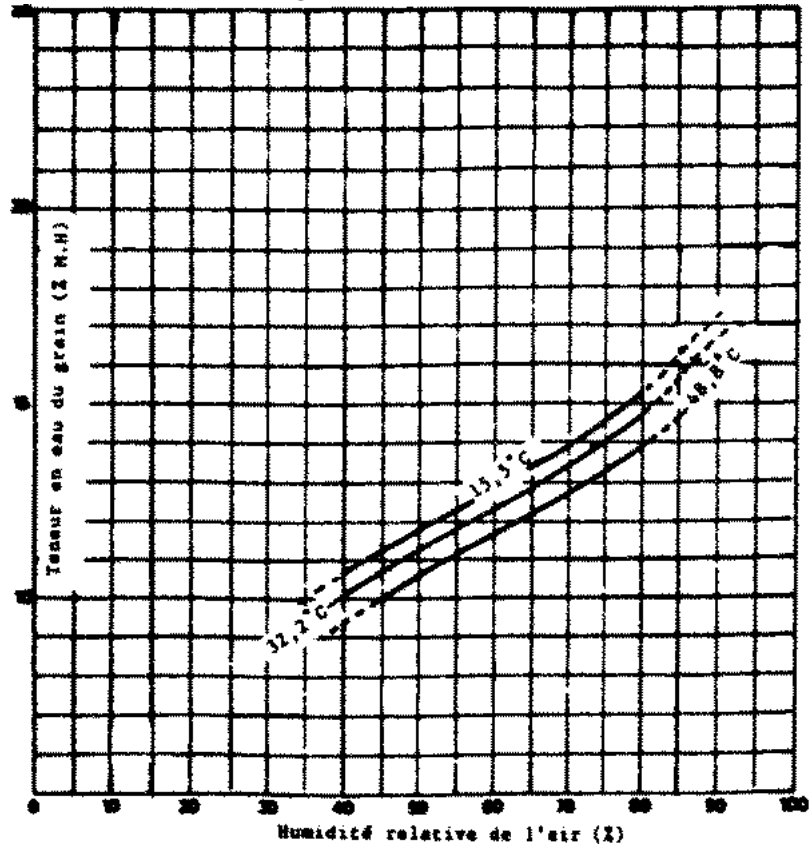
**Figure II.5** Courbe d'équilibre d'humidité air-maïs (grain) table 25°C

(Source: CEMAGREF)

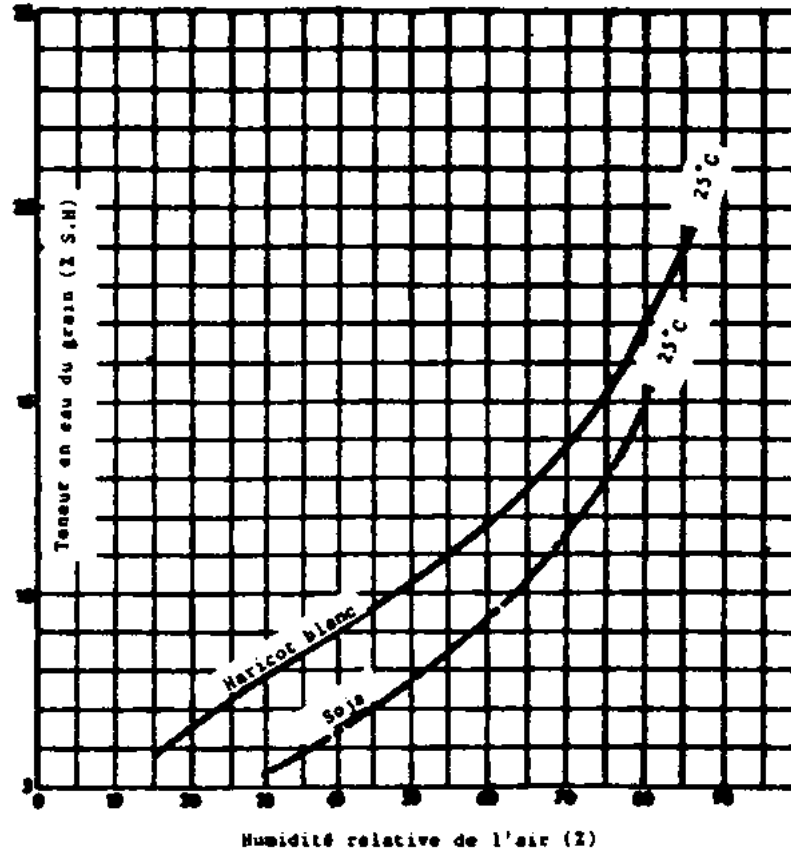


**Figure II.6** Courbe d'équilibre d'humidité air-riz table 25°C

(Source: CEMAGREF)



**Figure II.7** Courbe d'équilibre d'humidité air-sorgho



**Figure II.8** Courbes d'♦équilibre d'humidité♦ air-haricot blanc et air-soja ♦tablies ♦ 25°C

**Entre 25 et 60 pour cent d'humidité relative, il y a pratiquement blocage de toutes les réactions de dégradation des grains. Ce n'est qu'au-dessus de 65 à 70 pour cent d'humidité relative que se développent les micro-organismes et que s'accroissent les réactions d'altération. Pour une bonne conservation des grains stockés, leur humidité doit être inférieure à celle qui correspond à l'équilibre avec de l'air à 70 pour cent d'humidité relative.**

**Le tableau II.4 donne, pour différents produits, la teneur en eau qui ne doit pas être dépassée afin d'éviter les risques de développement des moisissures au cours du stockage. Les valeurs données tiennent compte du fait qu'en zone tropicale, la température des stocks est souvent élevée (25 à 30°C et parfois plus).**

**Tableau II.4**

**Humidité maximum recommandée pour le stockage des grains en régions chaudes**

Produit	Teneur en eau (pourcentage)
Maïs	13
Paddy	13-14
Riz	13
Sorgho	12,5-13
Mil	15
Blé	13
Haricot	14
Soja	12
Arachide	7

### Action combinée de la température et de l'humidité

Les facteurs température et humidité sont étroitement liés. Les courbes d'équilibre hygroscopique air-grain indiquent en effet que plus la température est élevée, plus l'humidité du produit doit être faible pour assurer une bonne conservation. C'est pourquoi les taux d'humidité maximaux recommandés pour le stockage dans les régions chaudes sont toujours inférieurs à ceux retenus dans les régions tempérées ou froides. Le diagramme de conservation des céréales établi par Burgess et Burrell (voir figure II.9) donne les différents types d'altération possible, en fonction de la température et de l'humidité. Ce diagramme permet de vérifier que du grain à une teneur en eau de 15 pour cent et stocké à une température de 25°C (point A) va présenter des risques de développement d'insectes et de moisissures alors que s'il est stocké à cette même température, mais à une humidité de 12,5 pour cent, il est seulement exposé aux attaques d'insectes (point B). On note également que du grain à 15 pour cent d'humidité se conserve parfaitement s'il est stocké à 10°C (point C). En zone tropicale, on ne dispose généralement pas de températures aussi basses.

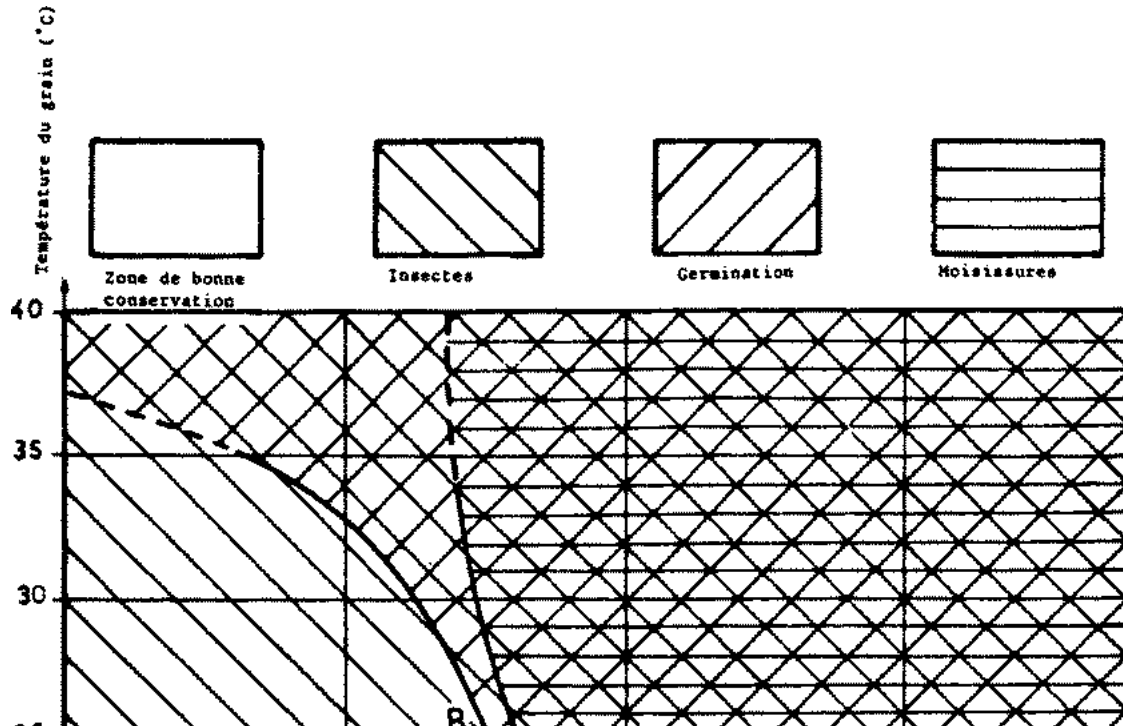
### Composition des gaz du milieu

Les grains en masse constituent un matériau poreux dont 30 à 50 pour cent du volume est occupé par de l'air qui détermine leur métabolisme aérobie. La respiration des grains stockés dans une structure étanche appauvrit l'atmosphère intersticielle en oxygène et l'enrichit en gaz carbonique. Cette modification de la composition des gaz du milieu peut bloquer le développement des moisissures et détruire les insectes éventuellement présents. Ce principe est appliqué dans les méthodes de stockage souterrain. Ces méthodes sont pratiquées de manière traditionnelle dans de nombreuses régions du monde où les producteurs utilisent des fosses creusées dans le sol pour stocker leur récolte. Cependant, si les grains sont emmagasinés avec une humidité excessive, des risques de fermentation apparaissent et donnent lieu à des pertes importantes pouvant

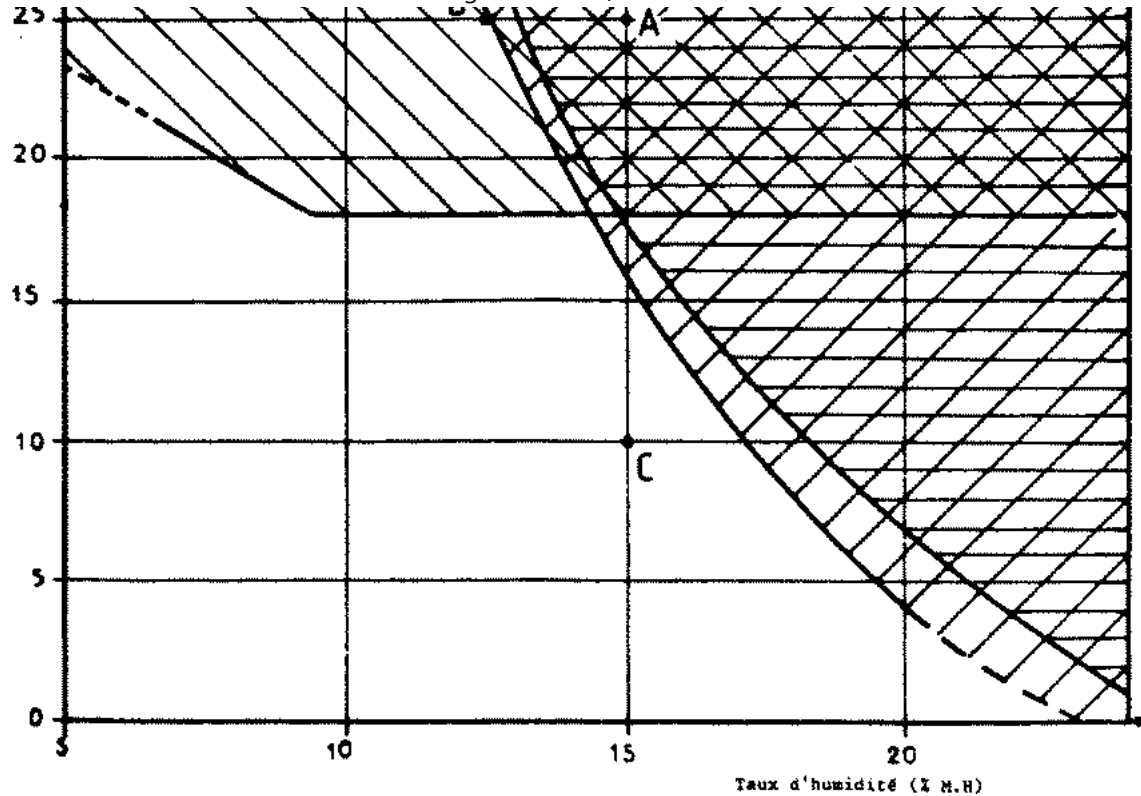
atteindre l'ensemble du stock.

### II.3 Les agents biologiques de dégradation des grains

Les principaux agents biologiques responsables de l'altération des grains au cours du stockage sont les moisissures, les insectes et les rongeurs. Ceux-ci sont brièvement analysés dans cette section.







**Figure II.9** Diagramme de conservation des céréales

(Source: FAO)

## La microflore des grains

La surface des grains est toujours imprégnée d'une microflore. Les chauffements qui apparaissent dans les masses de produits stockés sont dus aussi bien à la respiration des grains qu'à la présence du "complexe grain-micro-organismes". La microflore présente sur les grains se compose de bactéries de levures et de moisissures. Leur développement n'est possible que dans des conditions bien précises de température et d'humidité. Les limites inférieures moyennes de développement en fonction de l'humidité relative de l'air sont de 90 pour cent pour les bactéries, 85 pour cent pour les levures et 65 à 70 pour cent pour les moisissures. En général, ce sont uniquement les moisissures qui sont à craindre pendant le stockage, bien que tous les micro-organismes précédemment cités soient susceptibles de polluer les grains à fort degré d'humidité. Il existe de très nombreuses espèces de moisissures dont certaines sont caractéristiques du stockage (par exemple les "penicillium" et les "aspergillus"). Au cours de leur développement, elles produisent parfois des toxines qui rendent les produits sur lesquels elles sont présentes impropres à la consommation humaine ou animale. Le cas le plus connu est celui de l'aflatoxine, une mycotoxine cancérigène produite par l'*Aspergillus flavus*.

Les conditions d'un bon stockage doivent empêcher le développement de moisissures qui risquent d'altérer les propriétés organoleptiques des grains de consommation (aspect, odeur, goût), la valeur nutritionnelle du produit (perte de matière sèche) et parfois sa qualité alimentaire (présence de mycotoxines).

## Les insectes

En zone tropicale, les insectes sont à l'origine de nombreux dégâts dans les produits stockés. Le développement de la plupart des espèces se situe entre 15 et 35°C avec un optimum d'environ 25-30°C. Leur multiplication est réduite dans le cas de faible humidité du grain (11 pour cent pour le maïs par exemple). Les insectes ne résistent pas à une

**teneur en oxygène du milieu inférieure à 1 pour cent.**

**Dans les stocks, les insectes occasionnent des pertes quantitatives importantes en consommant l'albumen et parfois le germe des grains. Ce sont bien souvent les larves, pour certaines espèces vivant à l'intérieur même des grains, qui provoquent les dégâts les plus sensibles. Les denrées qu'ils infestent sont également dépréciées par leurs déjections ou sécrétions.**

**Enfin, par leur activité biologique qui produit des déchets (fines farines par exemple), et des dégagements de chaleur et de vapeur d'eau, les insectes créent un milieu propice au développement des micro-organismes.**

**De très nombreuses espèces d'insectes s'attaquent aux denrées stockées. Certaines sont spécifiques au stockage alors que d'autres peuvent infester les produits dans le champ. Les principaux insectes prédateurs des produits vivriers sont répertoriés dans le tableau II.5.**

### **Les rongeurs**

**Les rongeurs occasionnent des pertes importantes dans les greniers et les magasins de stockage: des pertes quantitatives en consommant les produits et des pertes qualitatives en souillant les denrées par leurs sécrétions. Les rongeurs provoquent également des dégâts au niveau des structures de stockage ou des emballages (sacs). Selon le système de stockage utilisé, les risques d'attaque par les rongeurs sont plus ou moins élevés. Le stockage en vrac est de ce point de vue, plus efficace que le stockage en sacs.**

**Les principaux rongeurs prédateurs des stocks sont le rat gris, le rat noir et la souris, que l'on rencontre pratiquement sous tous les climats. Selon les régions, des espèces locales de rongeurs peuvent également s'attaquer aux produits stockés.**

**La lutte contre les rongeurs est importante tant d'un point de vue économique que d'un point de vue sanitaire car ces animaux sont souvent porteurs de maladies. Cette lutte doit d'abord être préventive. Les méthodes utilisées consistent à placer des "écrans" infranchissables entre les rongeurs et les stocks (par exemple, barrières anti-rats et fermeture hermétique des locaux) et surtout à observer une hygiène rigoureuse dans les entrepôts. Dans certains cas, des méthodes curatives s'avèrent nécessaires pour réduire des populations importantes de rongeurs. Ces opérations sont souvent difficiles à mettre en oeuvre et délicates car elles nécessitent l'emploi de poisons (anticoagulants) dangereux pour l'homme et les animaux domestiques.**

### III. APTITUDE DES GRAINS AU STOCKAGE

**Avant le stockage, les grains et les structures destinés à les recevoir doivent être correctement préparés pour éviter les risques de mauvaise conservation.**

**Tableau II. 5**

**Principaux insectes prédateurs des stocks**

Espèces d'insectes		Produits alimentaires
Nom commun	Nom scientifique	
Charançon	Sitophilus spp.	Maïs, sorgho, blé, riz, paddy
Bostryche ou capucin des grains	Rhizopertha dominica	Paddy, riz, blé, maïs, manioc
Dermeste des grains	Trogoderma granarium	Maïs, blé, sorgho, riz, légumineuses, oléagineux, tourteaux
Silvain	Orzaenphilus	Maïs, blé, riz, oléagineux, fruits sèches

Sitona	Cryzocephus spp.	Mais, blé, riz, arachides, fruits sèches
Ver de farine	Tribolium spp.	Mais, blé, farine, arachides, farines de céréales, fruits sèches, cacao, tourteaux et farines pour l'alimentation du bétail
Bruche des haricots	Callosobruchus spp.	Doliques, fèves
	Acanthoscelides obtectus	Haricots
	Zabrotes subfasciatus	
	Caryedon serratus	Arachides
Dermeste	Dermestes spp.	Poisson séché
Lasioderne du tabac	Lasioderma serricorne	Cacao, manioc
Coléoptère plat	Cryptolestes spp. Laemophloeus pusillus	Mais, riz, arachides, cacao farine
Alucite des grains	Sitotroga cerealella	Mais, blé, paddy, sorgho
Teigne du cacao	Ephestia cautella	Arachides, riz, maïs, blé, cacao, sorgho
Plodia	Plodia interpunctella	Mais, arachides, fruits sèches
Teiane du riz	Corcra	Mais. blé. riz. sorgho. arachides

	cephalonica	
Bruche du café	Araecerus fasciculatus	Café, cacao, maïs

### III.1 Siccité des grains

Il a été précédemment démontré que l'humidité était le facteur d'altération le plus important. Avant tout stockage, il est donc nécessaire de vérifier que les grains sont bien secs, c'est-à-dire que leur humidité correspond à l'équilibre hygroscopique avec de l'air à 70 pour cent d'humidité relative. Le tableau II.4 rappelle ces humidités pour différents produits.

Dans les zones sèches, les grains sont souvent très secs à la récolte et ne sont pas exposés a priori au développement des moisissures au cours du stockage. Dans les zones humides, les conditions climatiques ne permettent pas le séchage sur pied des récoltes. Il est alors nécessaire de ramener les produits à un état de siccité qui empêche le développement des moisissures, par des moyens de séchage appropriés.

### III.2 Propreté des produits et des locaux de stockage

Pour obtenir un stockage correct, il est indispensable que le produit soit propre. Les différentes impuretés, souvent plus humides que le grain lui-même et plus facilement vulnérables aux attaques d'insectes et de moisissures (par exemple les grains brisés, les farines, les débris végétaux) constituent des foyers d'infestation privilégiés.

Pour le stockage en épis (maïs par exemple), il est indispensable d'effectuer, avant la mise au grenier, un triage du produit pour ne conserver que les épis parfaitement sains. Les grains doivent également être exempts d'insectes qui, tout en consommant le produit, créent un milieu favorable à l'attaque par des micro-organismes.

**Avant le stockage, les structures d'emmagasinage (greniers, magasins, silos) doivent être parfaitement préparés pour recevoir les récoltes. Les greniers doivent être débarrassés des restes de grains provenant des récoltes précédentes, puis soigneusement nettoyés et éventuellement traités avec un insecticide de contact. Les entrepôts doivent également être bien nettoyés et les sacs defectueux remplacés.**

### **III.3 Contrôle en cours de stockage**

**Les grains sont des organismes vivants qui, en fonction des conditions environnantes, subissent des altérations pendant le stockage. Le fait qu'ils aient été emmagasinés dans un état sain n'exclue donc pas la nécessité d'un contrôle suivi de leur état au cours du stockage. Le contrôle des grains stockés est nécessaire tout au long de la période de stockage.**

**Au niveau villageois, ce contrôle est essentiellement visuel et permet de déceler les indices d'attaques par les moisissures, les insectes ou les rongeurs. Au niveau des stocks de plus grand volume, le contrôle doit devenir systématique. Il nécessite l'utilisation de divers appareils de mesure comme, par exemple, des sondes thermométriques pour déceler d'éventuels chauffements révélateurs d'un mauvais stockage, et l'analyse d'échantillons pour connaître le niveau d'infestation par les insectes. Les différents contrôles à effectuer en cours de stockage sont exposés de manière plus détaillée dans les chapitres suivants.**



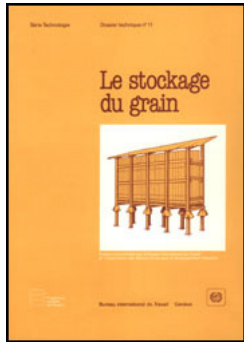
**[Home](http://www24.brinkster.com/alexweir/)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">**



**Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



- **I. LE STOCKAGE TRADITIONNEL**
  - ☞ **I.1 Généralités**
  - ☞ **I.2 Les greniers traditionnels**
  - ☞ **I.3 Problèmes en cours de stockage**
- **II. AMELIORATION DU STOCKAGE VILLAGEOIS**
  - ☞ **II.1 Amélioration du séchage**
  - ☞ **II.2 Amélioration des structures traditionnelles de stockage**
- **III. UTILISATION DE STRUCTURES NOUVELLES**
  - ☞ **(introduction...)**
  - ☞ **III.1 Les silos en béton**
  - ☞ **III.2 Les silos métalliques**
  - ☞ **III.3 Structures en plastique**
- **IV. LA DESINSECTISATION**
  - ☞ **(introduction...)**
  - ☞ **IV.1 Méthodes de lutte traditionnelles**
  - ☞ **IV.2 Utilisation d'insecticides chimiques**

**Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**

**I. LE STOCKAGE TRADITIONNEL**

**I.1 Généralités**

**Les caractéristiques du stockage villageois sont les suivantes:**



- Bien que représentant la forme essentielle du stockage dans les pays en développement, il intéresse généralement des quantités unitaires très faibles avoisinant 1 à 2 tonnes (pour les céréales) et dépassant rarement 5 tonnes;
- Les grains sont principalement destinés à l'autoconsommation. Cependant, une part des stocks est réservée à la semence et parfois à la vente;
- Les stocks, dont une partie est prélevée chaque jour pour la consommation immédiate, sont surtout à moyen terme (une année) pour couvrir les besoins familiaux jusqu'à la récolte suivante. Le stockage à long terme (pluriannuel) est plus rare. Ce stockage prévisionnel est surtout présent dans les régions où les aléas climatiques (sécheresse) ont de tous temps obligé les hommes à constituer des réserves pour plusieurs années (en zone sahélienne par exemple);
- Les récoltes ont généralement subi un séchage sur pied, au champ, durant une période plus ou moins longue suivant les conditions climatiques. Au cours de cette période, les grains ont pu subir des attaques par les prédateurs (insectes, rongeurs, oiseaux);
- Les produits sont parfois stockés en pis, notamment durant les premiers mois du stockage et sont souvent propres du fait d'un triage manuel effectué par le paysan avant l'emmagasinage.

## I.2 Les greniers traditionnels

Les structures traditionnelles de stockage varient selon les pays et selon les zones climatiques. Toutefois, toutes sont construites avec des matériaux disponibles localement qui sont essentiellement la terre, la pierre, les fibres végétales et le bois.

### Les greniers fermés

**Les greniers "en banco" des zones sahéliennes de l'Afrique représentent un cas typique de grenier fermé. De section circulaire ou carrée, ces greniers sont construits en terre plus ou moins armée de fibres végétales. La base de l'édifice, parfois constituée de rondins de bois, repose sur des pierres pour éviter les remontées d'humidité. Le toit de chaume protège l'ouverture de remplissage (et de vidange) située dans sa partie supérieure. Certains greniers de forme sphérique ont une ouverture supérieure de taille réduite qui peut être obturée par un couvercle (par exemple en pierre) luté à l'argile. Les greniers sont parfois divisés en plusieurs compartiments pour stocker des produits différents.**

**Ces structures fermées sont adaptées aux zones sèches où les grains sont, dès la récolte, dans un état de siccité important, donc stables vis-à-vis du développement des micro-organismes. Leur principal défaut est de ne pas présenter une protection efficace contre les attaques d'insectes et de rongeurs. Les greniers mal construits (emploi de mauvais matériaux par exemple) et mal entretenus peuvent présenter de nombreuses fissures qui sont autant de caches pour les insectes et qui constituent des foyers d'infestation quasi-permanents.**

**Les figures III.1 et III.2 illustrent ces greniers traditionnels en terre.**

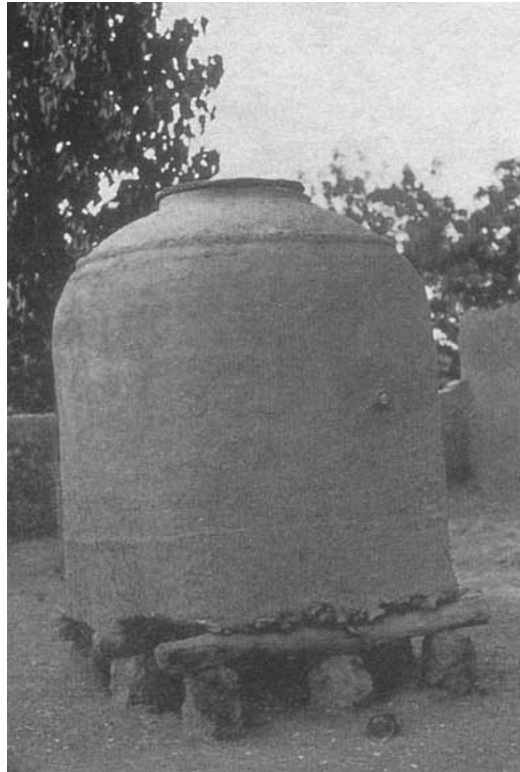
### **Les greniers aérés**

**Les greniers aérés constituent la structure de stockage typique des zones humides, bien qu'on les retrouve parfois dans les zones sèches (voir figures III.3 et III.4). Ils sont généralement constitués de fibres végétales tressées et réunies en une sorte de grand panier posé sur une plateforme en bois située à plusieurs dizaines de centimètres du sol. Cette plateforme est soutenue par un ensemble de petits piliers (rondins de bois par exemple). L'ensemble est recouvert d'un toit de chaume. Suivant les zones, les fibres végétales utilisées sont des chaumes de céréales ou des feuilles de palmier maintenues**

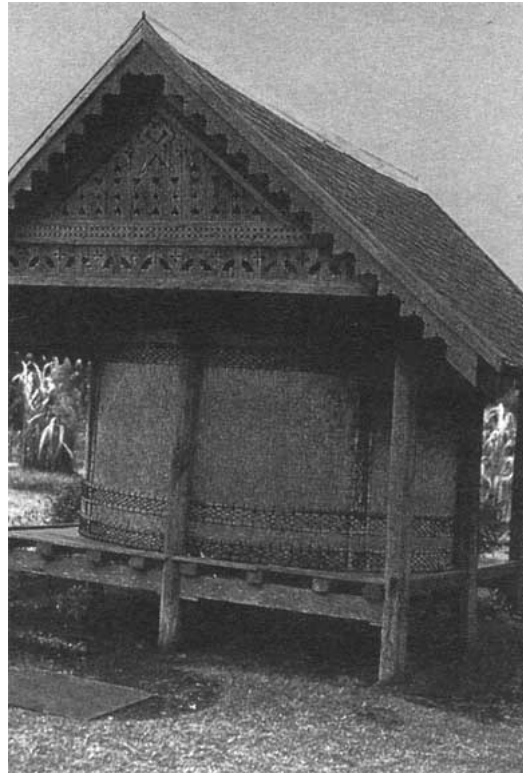
**par des armatures en branchage ou en bambou. La nature ajourée des parois ne permet que le stockage de produits en épis.**



**Figure III.1 Grenier en banco (Côte-d'Ivoire)**



**Figure III.2 Grenier en banco (Niger)**



**Figure III.3 Grenier en paille tressée (Indonésie)**



**Figure III.4 Grenier aéré en chaume (Burkina Faso)**

Les greniers aérés sont adaptés aux zones humides où les produits, malgré un pré-séchage au champ, n'atteignent pas au moment de la récolte, l'humidité de sauvegarde. Leur paroi non étanche permet la libre circulation de l'air à travers la masse ensilée et par conséquent la finition du séchage au cours des premiers mois de stockage.

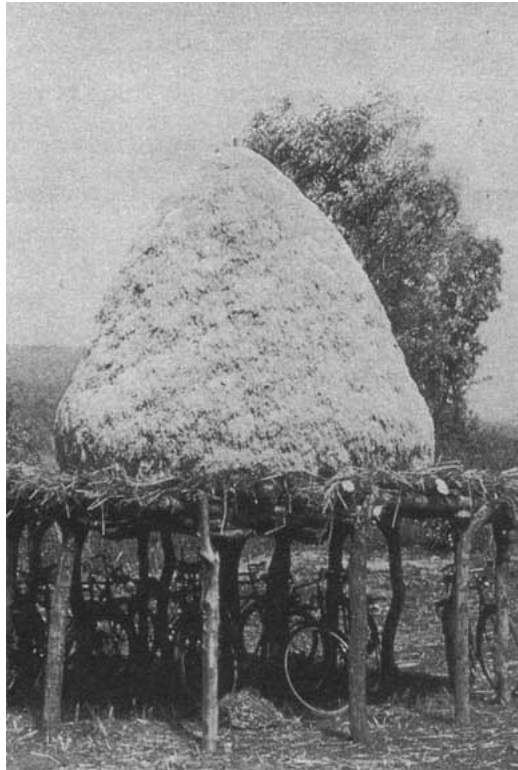
Certains greniers, qui peuvent être classés dans la catégorie des greniers aérés, ne présentent pas de parois propres. Ils sont simplement constitués d'un empilement de pis sur une plateforme surélevée. Le tout est parfois recouvert d'un toit de chaume. C'est le cas par exemple des "meules" de paddy (figure III.5) ou des "ebliva" togolais pour le stockage du maïs (figure III.6). La forme arrondie de l'ensemble et la disposition serrée

**des épis lors de la confection du grenier ne permettent pas d'assurer une bonne ventilation naturelle du produit. La présence des spathes sur les épis de maïs empêche la bonne aération des grains et le séchage des épis. Des moisissures peuvent alors se développer dans la masse stockée, notamment dans les greniers de diamètre important.**

**Les greniers aérés traditionnels ne présentent pas en général de protection contre les rongeurs ni contre les insectes. De plus, dans les zones humides où ils sont utilisés, le risque de développement des moisissures subsiste. Ces greniers aérés doivent être considérés comme des structures de séchage ou de finition de séchage plutôt que comme des structures de stockage proprement dit.**

### **Autres types de greniers**

**Les greniers de type classique décrits précédemment sont généralement édifiés près des habitations et, plus rarement, sur le lieu de récolte. D'autres structures de stockage sont placées à l'intérieur même des locaux. Ce sont les jarres en terre ou des coffres en bois souvent utilisés pour le stockage des grains. Dans les locaux d'habitation, l'entreposage des produits en épis sur un faux plafond (le soberado en Amérique du Sud) est également pratique courante, notamment pour les produits auxquels les paysans attachent un intérêt particulier (semences par exemple).**



**Figure III.5 Meule de paddy (Côte d'Ivoire)**





**Figure III.6** Grenier de maïs type "ebliva" (Togo)

### I.3 Problèmes en cours de stockage

Dans les zones sèches, telles que les zones sahéliennes, les conditions climatiques post-récolte sont favorables au stockage, du moins en ce qui concerne le facteur essentiel qu'est l'humidité. Les structures traditionnelles en terre permettent en général une bonne conservation des produits récoltés secs. Certaines études montrent en effet que le niveau des pertes pondérales au cours du stockage des céréales traditionnelles (mil, sorgho) conservées en pis est relativement faible et est souvent inférieur à 5 pour cent. Il faut cependant se garder de généraliser car d'autres produits, tel que le niébé, restent très vulnérables. Dans ces zones, les risques de dégradation des stocks proviennent

## **essentiellement des insectes et des rongeurs.**

**Dans les zones humides, le problème est plus grave et le niveau des pertes apparaît nettement plus élevé bien qu'on ne dispose pas de données précises sur ce sujet. Outre les dégâts dus aux insectes et aux rongeurs, le risque essentiel est celui du développement des moisissures, notamment pour les récoltes de première saison des pluies. Le système traditionnel consiste à laisser sécher le produit sur pied (maïs par exemple) jusqu'à une humidité de 20 pour cent au moins avant de le stocker dans des structures traditionnelles adaptées.**

**Ce système de stockage présente deux inconvénients majeurs:**

- en ne libérant pas les terres dès que le grain est mûr, il retarde la préparation des champs pour une éventuelle seconde culture;**
- il expose les récoltes aux attaques des différents prédateurs.**

**Une solution consiste à récolter le produit dès qu'il a atteint sa maturité. Son humidité est cependant telle (25 à 30 pour cent pour le maïs par exemple) qu'il est impossible de le stocker dans les structures classiques sans risquer le développement des moisissures. Il est donc indispensable dans tous les cas de sécher le produit.**

## **II. AMELIORATION DU STOCKAGE VILLAGEOIS**

### **II.1 Amélioration du séchage**

**L'objet de ce dossier n'est pas le séchage des grains. Cependant, il s'avère nécessaire de rappeler brièvement quelques méthodes qui permettent de faciliter le séchage des denrées au niveau villageois. En effet, dans de nombreuses zones, l'amélioration du stockage passe nécessairement par l'amélioration du séchage.**

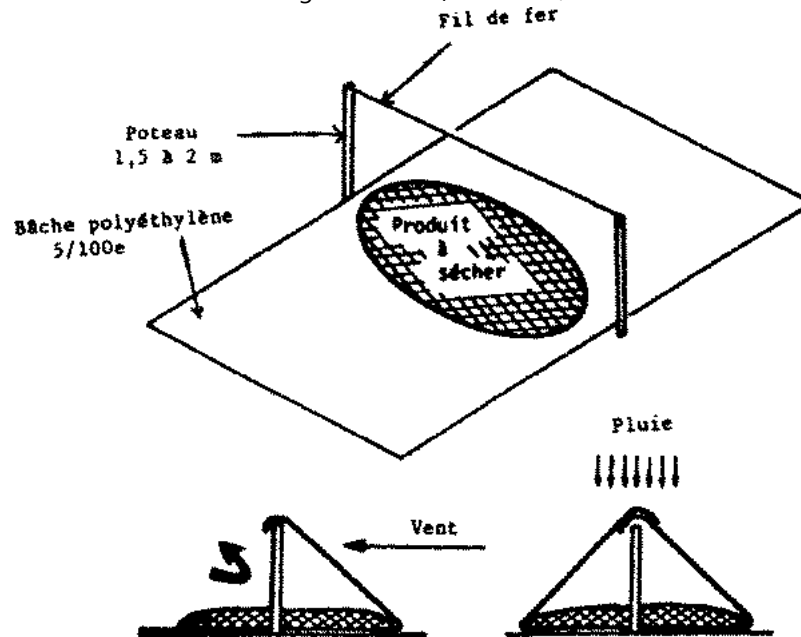
**Le séchage solaire est souvent utilisé dans les régions tropicales où il est courant d'étendre le produit en couches minces, sur le sol ou sur le toit des habitations. Différentes techniques peuvent être utilisées pour parfaire le séchage. Celles-ci sont brièvement décrites dans cette section.**

### **a) Séchoirs solaires améliorés**

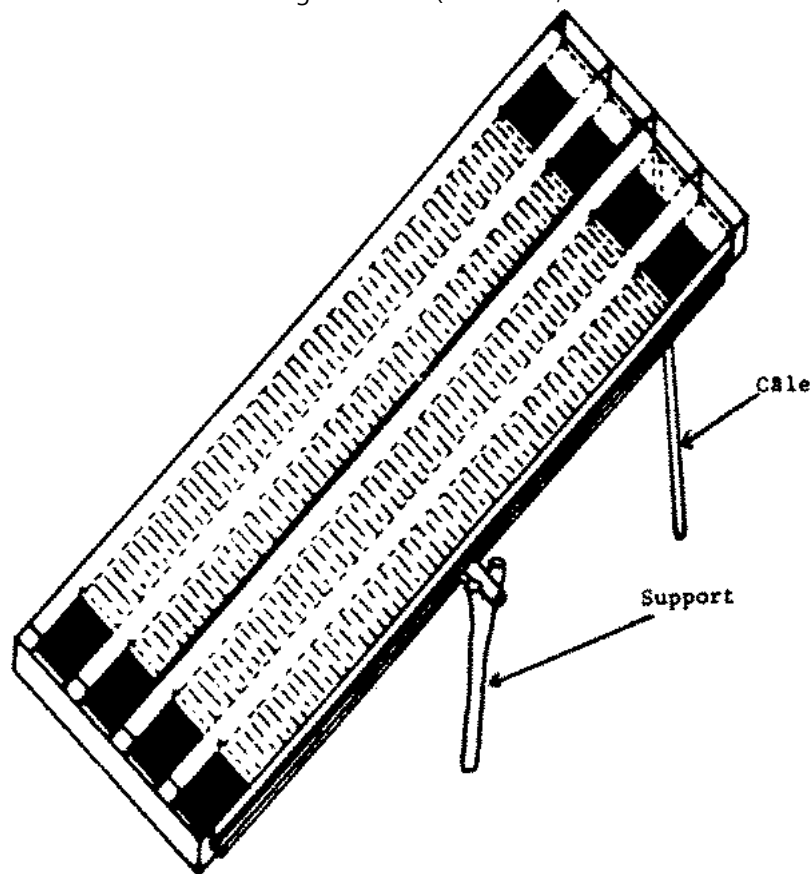
**Aire de séchage:** Il s'agit d'une plateforme bétonnée, quelque peu surélevée par rapport au sol, et légèrement en pente pour permettre l'évacuation rapide des eaux de pluie. Le terrain sur lequel la plateforme doit être parfaitement drainé. Un abri, où l'on pourra entreposer le produit en cas de pluie, est construit à proximité. Pour de petites quantités de produit, le séchage peut se faire en couche mince sur de simples tables surélevées. Des bâches plastiques peuvent être prévues pour recouvrir le produit en cas de pluie.

**Bâches plastiques:** Pour de petites quantités de produit, des bâches en plastique de couleur noire peuvent être utilisées comme aire de séchage portative (figure III.7). Certaines sont pourvues d'oeillets pour le passage d'une corde qui permet de refermer la bâche en cas de pluie. Ces bâches sont très utiles pour le séchage des haricots en grains. Les plus grands modèles peuvent contenir jusqu'à 150 kg de produit.

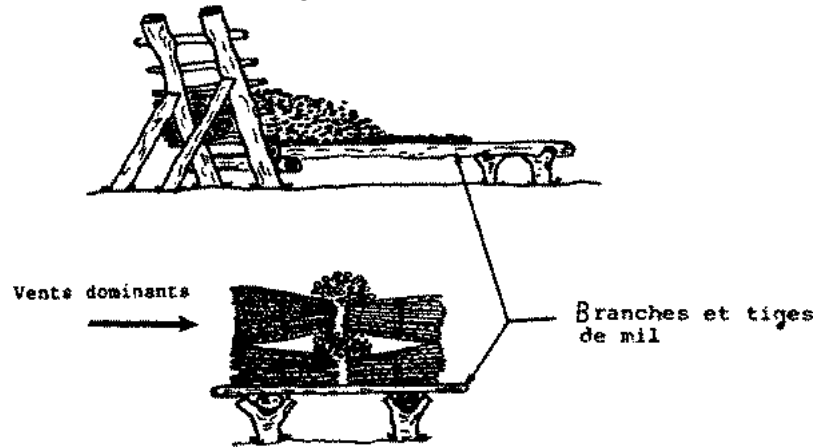
**Claies:** L'utilisation de différentes claies (par exemple, séchoir basculant illustré à la figure III.8, "séchoir autobus") peut également être préconisée pour améliorer le séchage solaire des produits. La figure III.9 représente une claie utilisable pour le séchage des épis de mil. De conception simple (rondins de bois), elle est facilement réalisable par les villageois. La figure III.10 illustre une technique très simple pour améliorer le séchage des panicules de riz paddy.



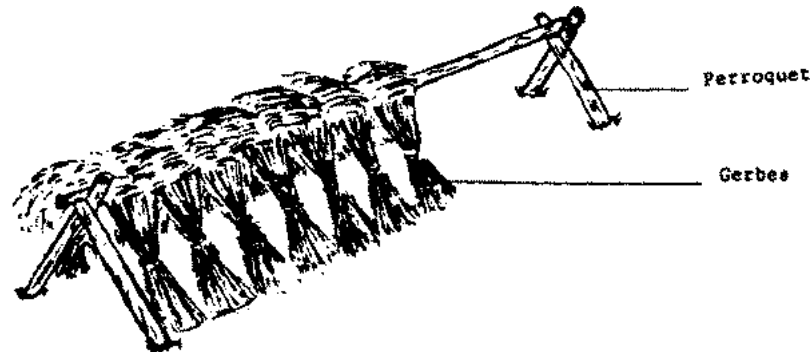
**Figure III.7** Utilisation de bâches plastiques pour l'amélioration du séchage du grain



**Figure III.8 S◇choir de grain basculant**



**Figure III.9** Claies de sèchage du mil



**Figure III.10** Sèchage de panicules de riz sur perroquet

## **b) Autres séchoirs**

D'autres systèmes de séchage sont également utilisés au niveau villageois. Le séchoir bio-combustible (bois), vulgarisé en Afrique de l'Ouest sous le nom de séchoir de brousse **Brooks** permet de réchauffer l'air grâce à un foyer constitué de fûts métalliques. L'air s'élève par convection naturelle et traverse une grille sur laquelle est étendu le produit à sécher (en couches minces de 10 cm pour du maïs en grain et de 30 cm pour des épis). Ce séchoir, très rustique, permet de sécher environ 200 à 300 kg de maïs de 20 à 14 pour cent d'humidité en une journée. Son rendement évaporatoire très faible (environ 5000 Kcal par kg d'eau évaporée) fait que ce séchoir n'a connu qu'un développement très limité.

Le crib permet de sécher lentement du maïs récolté à un taux d'humidité important. Cette structure de séchage est recommandée dans les zones tropicales, même les plus humides. Le crib est également une structure de stockage.

## **II.2 Amélioration des structures traditionnelles de stockage**

Pour améliorer le stockage au niveau villageois, deux types d'interventions peuvent être envisagés: l'une consiste à modifier partiellement ou entièrement les structures existantes et l'autre à introduire des techniques de stockage totalement nouvelles. Cette section traite du premier type d'interventions.

Les interventions visant à améliorer les greniers existants sont toujours très délicates. Elles ne sont acceptées par les paysans que si elles donnent des résultats probants à peu de frais.

### **a) Greniers fermés**

Les greniers fermés des zones sèches sont en général bien adaptés au stockage des

**corrales locales. Les structures pourraient cependant être renforcées en ajoutant 10 pour cent de ciment à la terre. Il faut également veiller au lissage correcte des parois internes et externes des silos. L'effort doit surtout porter sur le bon entretien des greniers, notamment par un lutage de toutes les fissures de fond et de parois, par des réparations de toiture et par des nettoyages rigoureux des greniers et de leurs abords.**

**Certains organismes de développement proposent des interventions beaucoup plus poussées tant au niveau des principes de construction que des matériaux utilisés tout en se référant aux méthodes traditionnelles de stockage. Trois types de greniers fermés promus par ces organismes sont décrits ci-dessous.**

### **(i) Silo en briques de terre stabilisée**

**Cette structure améliorée est proposée par l'ENDA (Dakar, Sénégal)<sup>1</sup>. Il s'agit d'un petit silo cylindrique de 1 m<sup>3</sup>, construit en briques de terre ou banco, et destiné au stockage des corrales en grains. Les différentes phases de la construction de ce silo sont illustrées dans la figure III.11 qui est une reproduction d'une des fiches techniques du GRET<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> ENDA: Organisation non gouvernementale établie à Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup> GRET; Groupe de recherches et d'échanges technologiques (Paris, France).

**Après avoir réalisé les briques de terre, destinées à la confection des parois, on construit la plateforme sur laquelle doit reposer le silo. Cette plateforme est constituée de grosses pierres recouvertes d'une couche de ciment. Elle empêche l'humidité contenue dans le sol de remonter au niveau des parois du silo. Le fond du silo est réalisé en forme d'entonnoir afin de faciliter la vidange. Les parois du silo sont montées par couches successives jusqu'à une hauteur d'environ 1,50 m. Le corps cylindrique du grenier est**

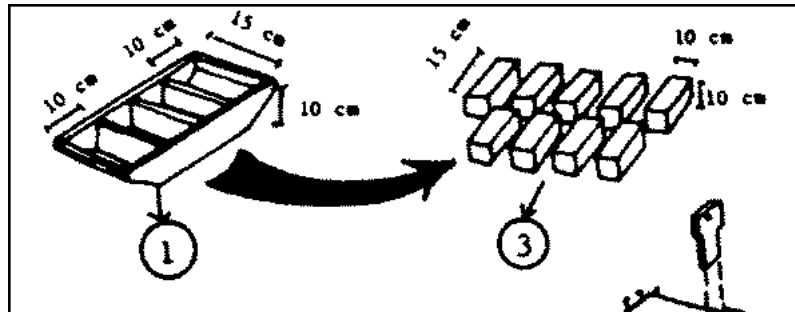


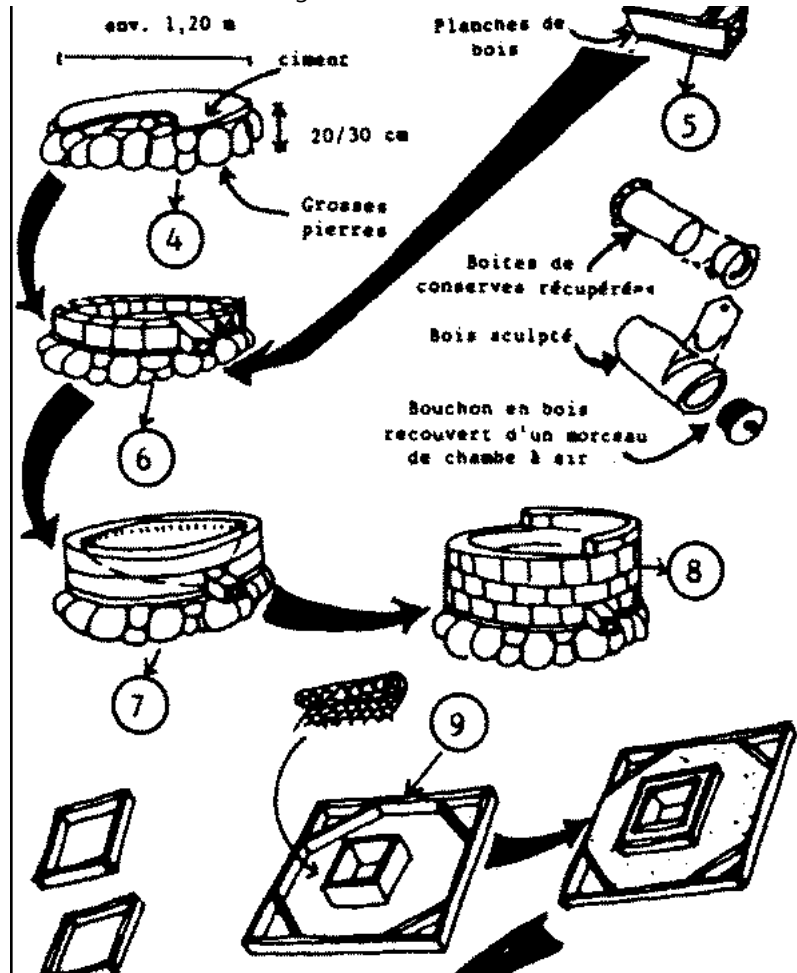
recouvert d'une dalle de toiture en béton armé dans laquelle est ménagé un orifice de remplissage. Une fois terminée, la structure est recouverte d'un enduit de couleur claire afin d'éviter un réchauffement trop élevé de la masse de grains durant les périodes chaudes. De par sa conception (grenier fermé) et sa réalisation (briques de terre), ce silo est principalement destiné aux zones sèches.

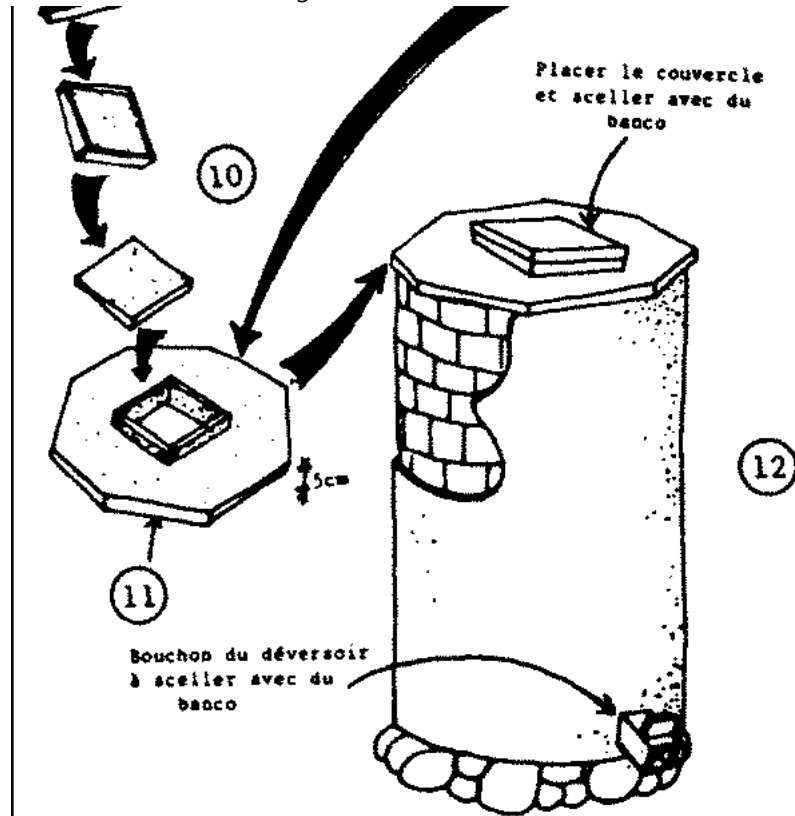
### (ii) Silo artisanal vulgarisé par l'USAID<sup>3</sup> au Nigeria

<sup>3</sup> USAID: Agence pour le développement international des Etats-Unis.

Ce silo peut être considéré comme une variante du type précédent. Il s'agit d'un silo cylindrique ayant une capacité d'environ 1 tonne de maïs-grain. La base de la structure est constituée d'une dalle en béton armé de 1,5 m de diamètre reposant sur trois piliers de fondations en béton ou en pierres. Le corps cylindrique du silo est monté en parpaings de terre (10 x 10 x 15 cm) et enduit au ciment sur les deux faces. L'enduit extérieur est armé avec du grillage à poulailler. L'orifice de remplissage, situé en partie supérieure, reçoit un couvercle (ou dôme de couverture) constitué de terre recouverte d'un enduit de ciment et reposant sur des bambous ou sur un fond de fer métallique. Un orifice de vidange, ménagé dans la base du silo, est obturé par une trappe de vidange métallique.







**Figure III.11** Phases de la construction d'un silo de briques de terre stabilisé

### Phases

- 1. Moule  $\diamond$  briques construit avec des planches de bois.**
- 2. Malaxer le banco (terre argileuse + paille + fumier de vache m $\diamond$ lang $\diamond$  avec de l'eau).**
- 3. Mouiller le bois avant de tasser le banco dans le moule. Retirer le moule d'un geste sec et laisser s $\diamond$ cher les briques au soleil.**
- 4. Placer de grosses pierres sur la terre dam $\diamond$ e. Recouvrir les pierres de ciment (1 seau de ciment pour 5 seaux de sable).**
- 5. D $\diamond$ versoir de grains en bois ou en m $\diamond$ tal.**
- 6. Placer une premi $\diamond$ re rang $\diamond$ e de briques avec un mortier ciment (ciment + sable) ou banco. Sceller le d $\diamond$ versoir en place.**
- 7. Construire le fond en forme d'entonnoir pour faire couler le grain vers le d $\diamond$ versoir.**
- 8. Monter le mur sur 14 ou 15 rang $\diamond$ es de briques.**
- 9. Fabriquer un coffrage en bois pour la dalle de la toiture et le couvercle: mettre du grillage de poulailler dans le coffrage pour renforcer la dalle.**
- 10. Couler la dalle de la toiture et le couvercle: laisser s $\diamond$ cher au moins 6 jours en arrosant avec de l'eau 2-3 fois/jour (m $\diamond$ lange de b $\diamond$ ton: 1 seau de ciment + 2 seaux de sable + 3 seaux de gravier).**
- 11. Enlever le bois du coffrage.**
- 12. Placer la dalle de la toiture sur le mur en la scellant avec du mortier. Peindre**

**l'ensemble avec de la chaux blanche, pour que le silo absorbe moins de chaleur.**

### **13. COMMENT UTILISER LE SILO:**

- **garder les grains après le battage seulement (on ne peut stocker les épis);**
- **bien sécher les épis avant le battage;**
- **mélanger le grain sec soit avec de la cendre de bois (10 litres de cendres pour 100 kg de grain), soit avec de l'insecticide (suivre soigneusement les instructions);**
- **après remplissage du silo, placer le couvercle en fermant le joint avec du banco. Bien enfoncer le bouchon du déversoir et sceller avec du banco;**
- **pour prendre le grain, ouvrir le déversoir;**
- **si on a utilisé l'insecticide, bien laver le grain avant de piler et de préparer;**
- **le silo a un volume d'un peu plus de 1 m<sup>3</sup>: on peut stocker 800-850 kg de mil ou 760-800 kg de sorgho.**

**Les matériaux nécessaires à la construction de ce type de silos sont:**

- **4 à 5 sacs de ciment**
- **22 m de fer à béton,**
- **9 m<sup>2</sup> de grillage à maille de 26 mm**
- **pour la trappe de vidange:**

**1 plaque métallique de 15 cm x 30 cm,  
et de 1,5 mm d'épaisseur**

**- pour le moule parpaings de terre:**

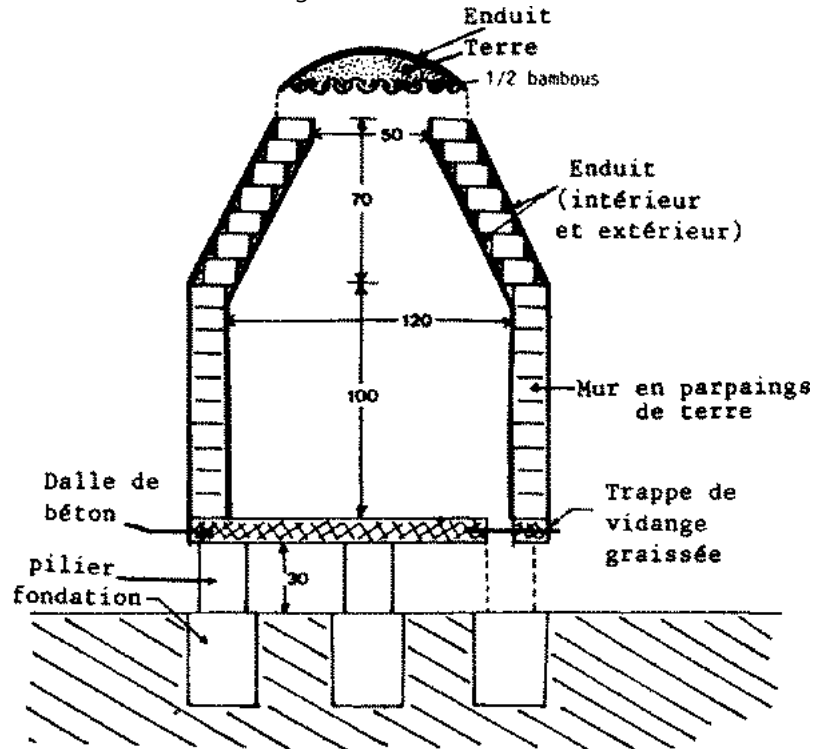
**1 planche de 60 cm x 10 cm  
et de 2.5 cm d'épaisseur,  
1,5 kg de clous de 6 cm**

**Le silo USAID est illustré la figure III.12.**

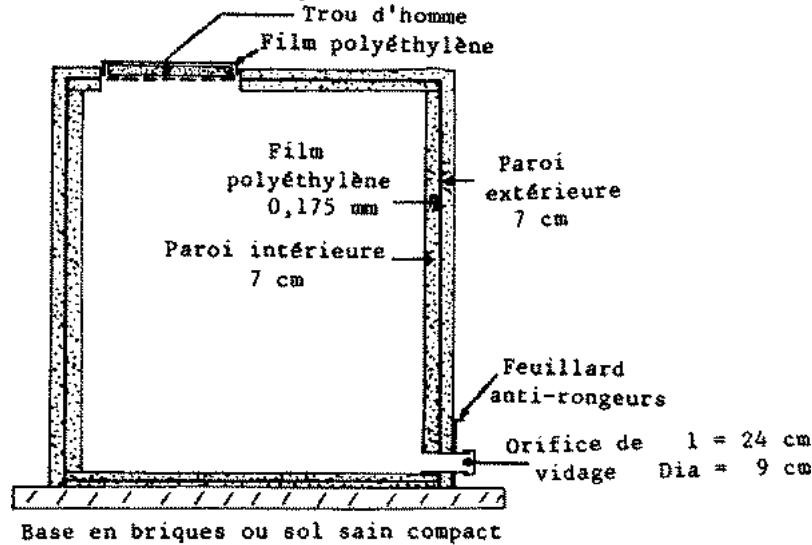
### **(iii) Silo "pusa"**

**Expérimenté en Inde, il s'agit d'un silo en boue ou briques crues dont la forme parallélépipédique reprend celle des structures traditionnelles de ce pays. Le modèle suivant est prévu pour le stockage de 2 tonnes de produit en vrac (Fig. III.13).**

**La structure, de forme rectangulaire, a des dimensions intérieures de 1,40 m par 1 m, et une hauteur de 1,60 m. Elle repose sur une dalle de briques ou directement sur un sol sain, compacté. La base et le toit sont constitués d'une plateforme en béton de terre de 10 cm d'épaisseur dans laquelle est insérée une feuille plastique (polyéthylène de 175 microns d'épaisseur). Les parois sont doubles, avec une feuille de polyéthylène intercalée. Cette feuille plastique est en continuité avec celles du plafond et du sol. Les parois sont également constituées de béton de terre. Un trou de remplissage et de visite de 60 cm par 60 cm est ménagé dans le toit. A cet endroit, la feuille plastique n'est pas découpée mais seulement fendue selon la diagonale de l'ouverture. Pour la vidange, un orifice est prévu la partie inférieure de la cellule. Cette goulotte de vidange est l'épreuve des rongeurs.**



**Figure III.12** Silo artisanal vulgari $\diamond$  au Nig $\diamond$ ria



**Figure III.13** Silo de type "pusa"

Pour réaliser ce type de silos, on construit d'abord la base sur laquelle on monte ensuite les parois intérieures. L'ensemble est alors recouvert d'une enveloppe en polyéthylène mise en forme à l'avance et raccordée à la feuille de base par soudure chaude. La paroi extérieure est montée en dernier lieu.

La présence de la feuille plastique prise "en sandwich" dans les parois du silo est nécessaire si l'on veut assurer un stockage hermétique. Etanche, elle permet un traitement contre les insectes par fumigation. Il est cependant important que les grains ensilés soient parfaitement secs, sinon ils risquent de se détériorer par les moisissures ou éventuellement par le développement de fermentations.



## **b) Greniers aérés**

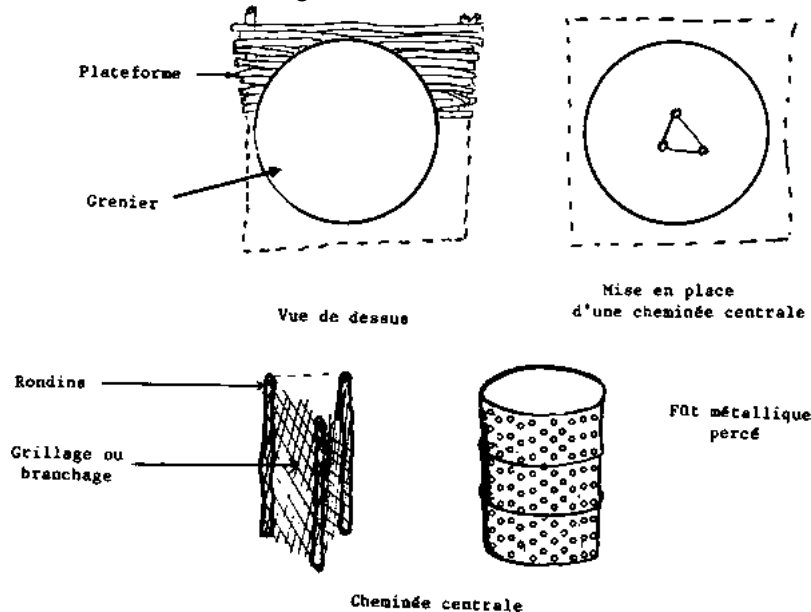
**Deux types de greniers aérés sont décrits ci-dessous: le grenier de type "ebliva" et les cribs.**

### **(i) Grenier de type "ebliva"**

**La forme arrondie de ce grenier (figure III.14) et son mode de réalisation - consistant à ranger intimement les épis de maïs les uns sur les autres - ne permet généralement pas une ventilation correcte du maïs stocké. Cela est particulièrement vrai pour les greniers de grand diamètre qui sont souvent le siège d'un important développement de moisissure.**

**Une cheminée d'aération peut être adaptée à ce type de grenier pour améliorer la circulation de l'air entre les épis. Cette cheminée centrale, construite avec des matériaux disponibles localement (bois, grillage ou encore des fûts métalliques percés), réduit de moitié l'épaisseur de produit que l'air doit traverser et favorise la ventilation naturelle du stock. La plateforme inférieure du grenier doit reposer sur un nombre restreint de poteaux supports pour pouvoir adapter aisément des barrières anti-rats.**

**Le schéma de construction de la cheminée centrale est présenté à la figure III.14.**



**Figure III.14** Grenier de type "ebliva" amélioré

### (ii) Les cribs

Les cribs sont des structures qui permettent un séchage lent du produit par ventilation naturelle. Leur emploi est intéressant dans les zones humides ou les produits, qui ont un taux d'humidité élevé la récolte, ne peuvent être stockés en structures fermées. Ainsi, du maïs à 30 ou 35 pour cent d'humidité récolté en première saison des pluies, peut être séché jusqu'à 15 pour cent en moins de trois mois pendant la seconde saison des pluies. L'humidité du maïs de seconde saison peut aussi être abaissée de 25 à 15

**pour cent en 10 jours. L'efficacité du crib comme structure de séchage dépend de plusieurs facteurs: la largeur du crib (le facteur le plus important) et la forme sous laquelle sont stockés les épis. La présence de spathes sur les épis empêche l'aération correcte des grains et perturbe le séchage.**

### **Dimensions des cribes**

**Le choix des dimensions d'un crib et sa réalisation sont brièvement décrits ci-dessous.**

**Largeur:** Dans les zones très humides où le maïs est récolté à 30-35 pour cent d'humidité, la largeur ne doit pas dépasser 60 cm. Dans les zones plus sèches, où le maïs est récolté à 25 pour cent d'humidité, la largeur peut atteindre 1 m. Dans les zones très sèches, elle peut atteindre 1,5 m.

**Hauteur:** Le choix de la hauteur est un compromis entre la recherche d'une capacité de stockage la plus grande possible et les risques d'instabilité de la structure, notamment dans les régions à forts vents dominants. La facilité de remplissage est également un facteur à prendre en compte. Les hauteurs de stockage les plus courantes avoisinent 1,5 m à 2 m. Il faut ajouter à la hauteur du stockage la distance entre le sol et la plateforme du crib, soit 80 cm à 1 m. Un espace de quelques dizaines de centimètres est prévu entre la limite supérieure de stockage des épis et le toit du crib. La hauteur totale d'un crib peut atteindre 2,5 m à 3,5 m.

**Capacité:** Pour une zone climatique donnée, la largeur et la hauteur du crib sont des données peu modifiables. Le volume de la structure est donc surtout fonction de la longueur de celle-ci. Dans 1 m<sup>3</sup> de crib, on peut stocker 500 kg d'épis de maïs à 30 pour cent d'humidité, ce qui correspond à environ 300 kg de grains à 14 pour cent d'humidité. Un crib dont la hauteur de produit stocké est de 1,7 m et la largeur de 60 cm a une capacité de 1 m<sup>3</sup> par mètre linéaire. Pour une longueur de 5 m, le crib peut contenir 2,5

**tonnes d' épis humides soit 1,5 tonne de grains secs.**

**Le tableau III.1 donne des exemples de capacité de stockage par mètre de longueur de crib et pour différentes largeurs. La hauteur de stockage des épis est égale à 1,70 m.**

**Tableau III.1.**

**Capacité de stockage par mètre linéaire de crib pour une hauteur de stockage de 1,7 m.**

Largeur du crib (en centimètres)	Capacité en épis humides à 30 pour cent (kilogrammes)	Capacité correspondante en grains secs (14 pour cent) (kilogrammes)
60	500	300
80	680	400
100	850	500
120	1000	600

### **Réalisation du crib**

**Pour construire le crib, il est préférable d'utiliser au maximum les matériaux disponibles localement. L'ossature de la structure peut être en bambous ou rondins de bois. Les poteaux, espacés de 1 m, sont enfoncés dans le sol sur plus de 50 cm. Cette partie souterraine des montants doit préalablement être recouverte d'un enduit tel que le goudron ou une vieille huile de vidange pour la protéger des termites et de l'humidité. Les parois, généralement en grillage dans les cribs modernes, peuvent parfaitement être réalisées en raphia, bambou fendu ou baguettes de bois. Il suffit que la paroi n'offre pas au passage de l'air une résistance supérieure à celle des épis eux-mêmes.**

**Le plancher du crib est constitué d'éléments amovibles (rondins, bambous) pour permettre la vidange.**

**Il n'est pas indispensable d'utiliser des plaques de tôle ou d'amiante-ciment pour couvrir le crib. La couverture peut être réalisée en matériaux traditionnels (chaume, feuilles de bananiers). Dans ce cas, l'entretien et la réparation totale du toit sont plus fréquents. Les différents éléments du crib sont assemblés par des clous ou par des lianes. Les "pieds" du crib doivent être équipés de cônes métalliques pour protéger le produit stocké de l'attaque des rongeurs.**

**Les figures III.15(a) et III.15(g) illustrent les différentes phases de construction d'un crib.**

### **III. UTILISATION DE STRUCTURES NOUVELLES**

**On qualifie de structures nouvelles les solutions de stockage mises au point par différents centres de recherche et nécessitant en général pour leur construction des matériaux non traditionnels (ciment, métal, plastique).**

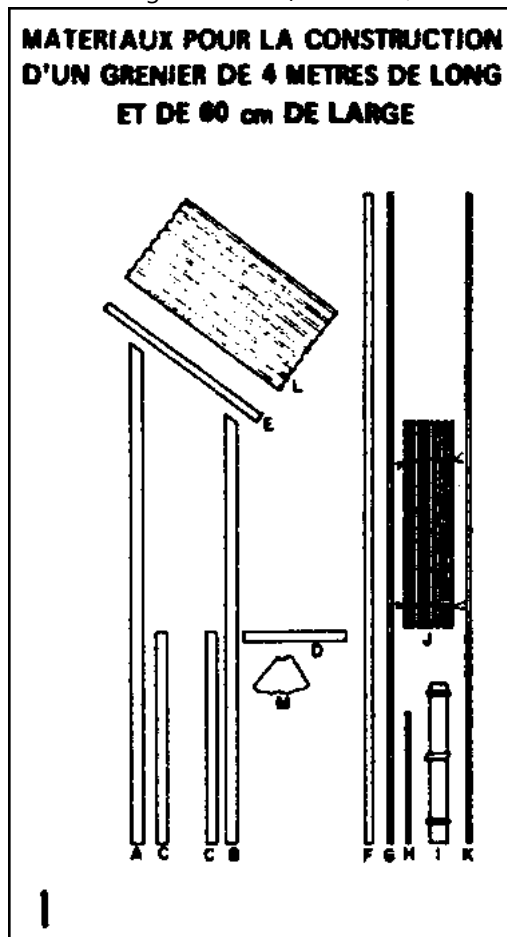
#### **III.1 Les silos en béton**

**Deux types de silos en béton, parmi les nombreux types de structures en béton développés ces dernières années, sont décrits dans ce dossier technique.**

##### **a) Silos en agglomérés de ciment de type Carreras<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> D'après F. Carreras: Une construction rurale appropriée pour les exploitations paysannes des régions tropicales (Montpellier, Institut de recherches agronomiques tropicales, 1982).**

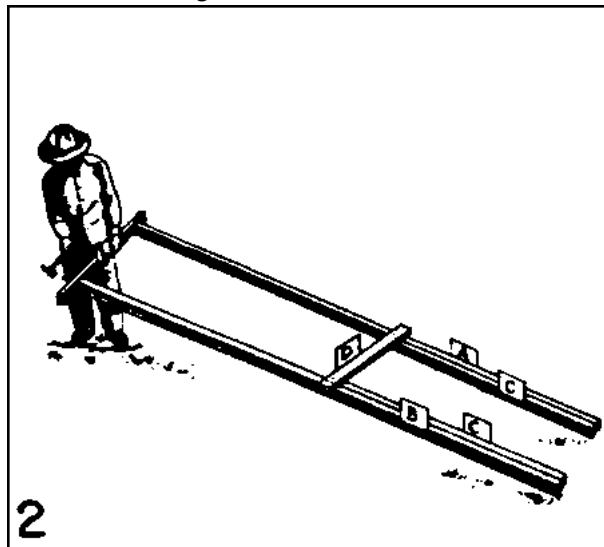
**L'originalité de la technique mise au point au Sénégal par F. Carreras réside dans la réalisation de parpaings courbes dont la courbure est plus ou moins forte suivant le diamètre de silo souhaité. Ces blocs sont pourvus d'évidements pour la mise en place d'un ferrailage. Ces agglomérés de béton autocouvrants permettent de réaliser des silos cylindriques renforcés d'armatures verticales et horizontales sans nécessiter de coffrage. Cette technique de construction reste la portée d'une main-d'oeuvre non spécialisée.**



**Figure III.15 (a) Phase I de la construction d'un crib**

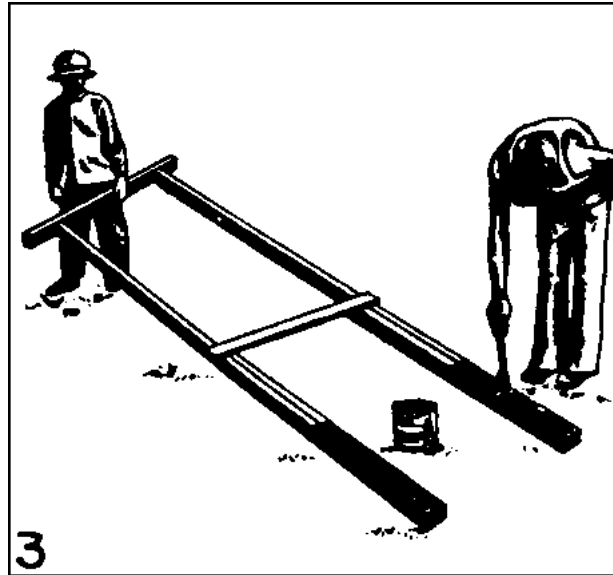
- A. 5 Montants Antérieurs de 3,6 m de long**
  - B. 5 Montants Postérieurs de 3.0 m de long**
  - C. 10 Montants de 1,5 m de long supportant la plate-forme**
  - D. 5 Traverses de 85 cm de long**
  - E. 5 Traverses de 1,4 m de long**
  - F. 2 Traverses de 4,5 m de long supportant le plancher**
  - G. 6 Traverses de 4.5 m de long supportant les parois**
  - H. 6 Traverses de 85 cm de long supportant les parois**
  - I. Environ 50 barreaux de 1 m de long, en bambou ou en un autre matériel, pour former le plancher.**
  - J. Raphia ou autres matériaux appropriés pour les parois**
  - K. Trois traverses de 4.5 m de long supportant le toit**
  - L. Toiture en tôle ou un autre matériel approprié, chaume par exemple**
  - M. Protection contra les rats - tôle découpée en forme d'entonnoir**
- (Source: FAO)**





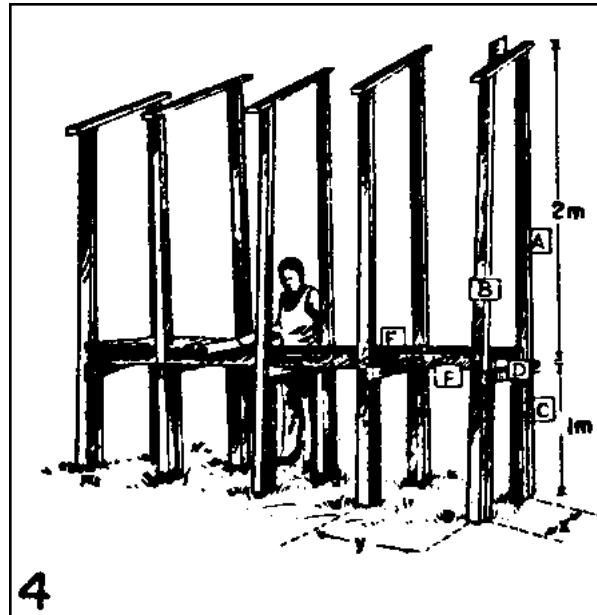
**Figure III.15 (b) Phase II de la construction d'un crib**

**Assembler 5 châssis en clouant ensemble les pièces A, B, C, D et E.**



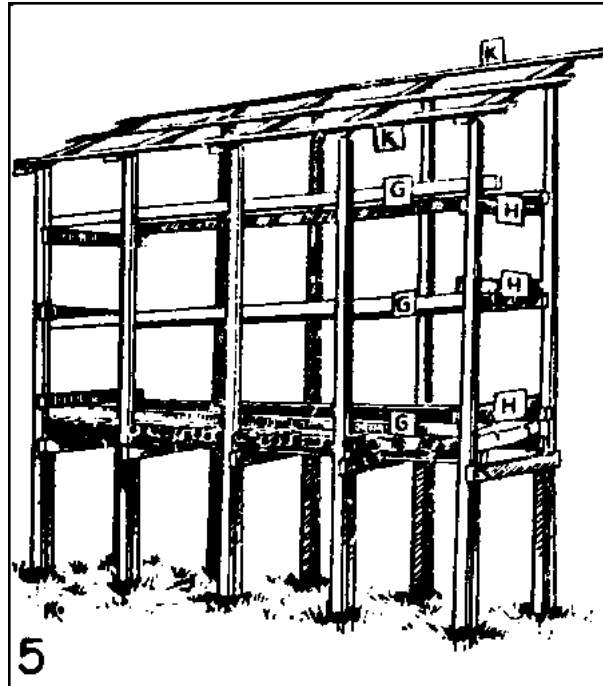
**Figure III.15 (c) Phase III de la construction d'un crib**

**Enduire le bas des montants avec un agent de préservation tel que cuprinol, crésote ou huile de moteur usagée, pour éviter la pourriture et les dégâts causés par les termites.**



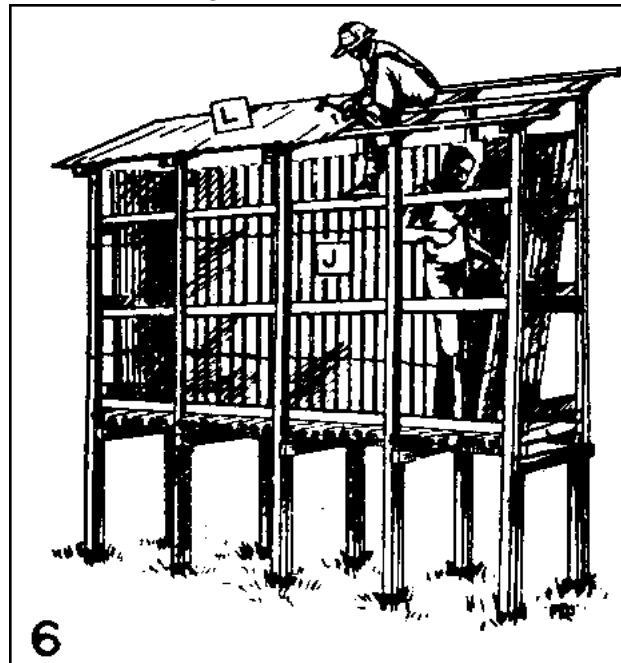
**Figure III.15 (d) Phase IV de la construction d'un crib**

**Creuser deux trous de 50 cm de profondeur, espacés de 70 cm (voir y ci-dessus), puis répéter l'opération à 1m de distance (voir y ci-dessus). Enfoncer les montants dans les trous et clouer les traverses F supportant le plancher. Placer sur F les barreaux formant le plancher.**



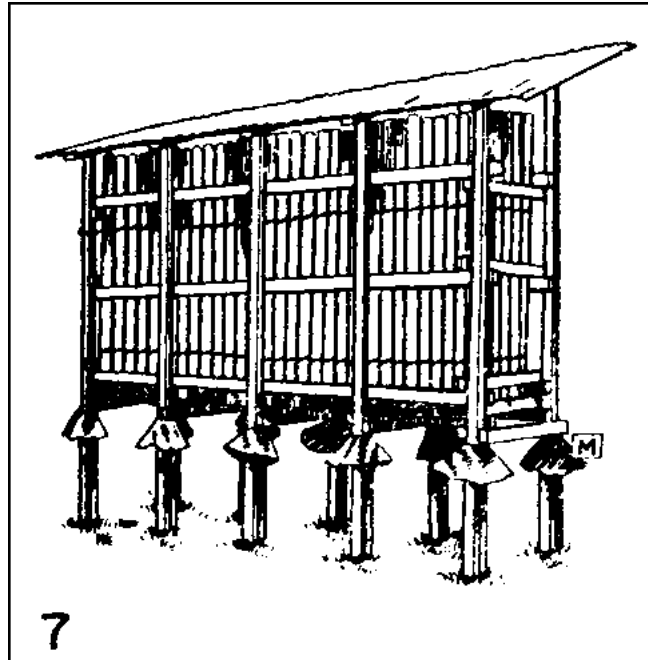
**Figure III.15 (e) Phase V de la construction d'un crib**

**Clouer sur les châssis les traverses G et H qui supporteront les parois, ainsi que les traverses k qui supporteront le toit.**



**Figure III.15 (f) Phase VI de la construction d'un crib**

**Fixer la toiture L et la parois J.**



**Figure III.15 (g) Phase VII de la construction d'un crib**

**Fixer les dispositifs anti-rats M, et le grenier de 4 m de long est prêt.**

**Les différentes phases de l'édification du silo sont illustrées aux figures III.16(a) et III.16(d). Les numéros des différents éléments sont répertoriés à la figure III.16(e).**

**Des silos de différentes capacités peuvent être construits selon cette technique. A titre**

**d'exemple, un silo de 3 tonnes de capacité et les caractéristiques suivantes:**

Diamètre intérieur : 1,50 m (12 agglomérats par rang)

Épaisseur des parois : 12 cm

Hauteur intérieure : 2 m (soit 10 rangs d'agglomérats)

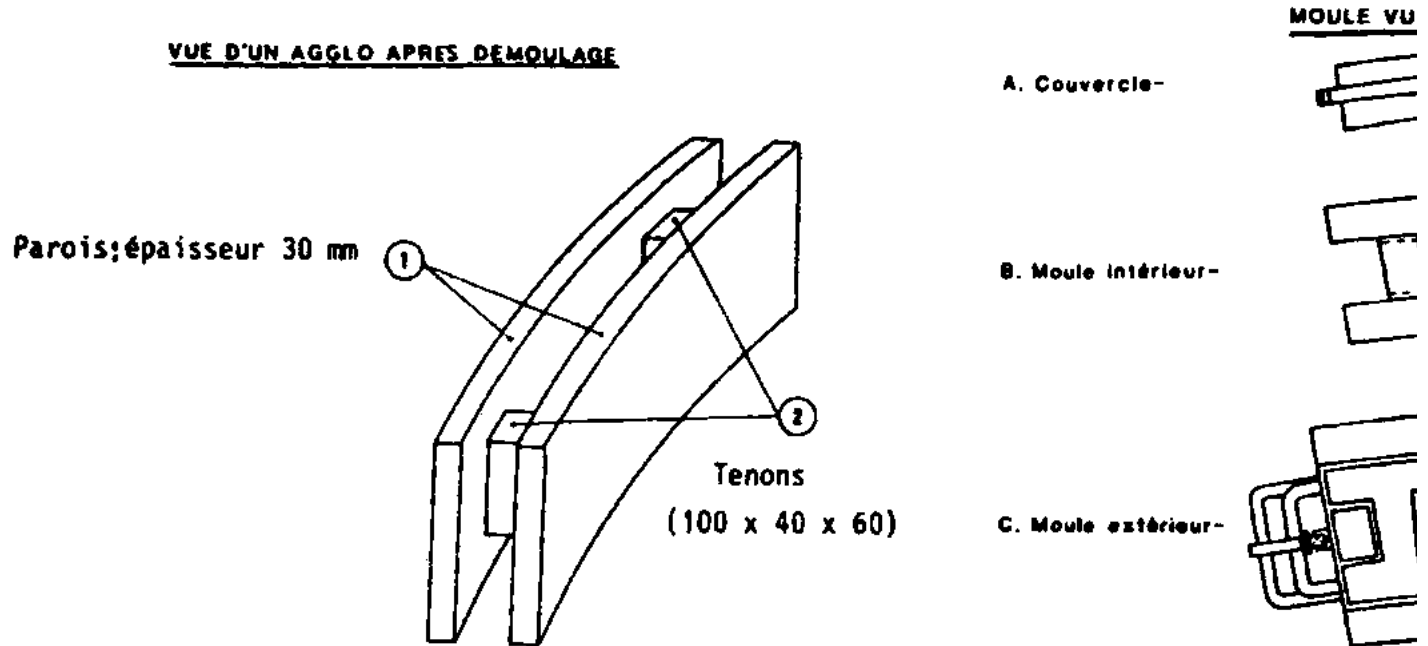
**Les besoins en matériaux nécessaires et sa réalisation sont:**

- 13 sacs de ciment de 50 kg;
- 1,10 m<sup>3</sup> de sable; 3
- 1,4 m<sup>3</sup> de laterite criblée;
- environ 150 m de fer rond d'un diamètre de 6;
- 1,5 kg de fil de fer pour les ligatures;
- 1 trappe d'ensilage;
- 1 goulotte de vidange;
- 8 kg de chaux pour le badigeon extérieur.

**Le coût actuel (1985) de construction d'un tel silo est d'environ 20 000 francs CFA par tonne logée (400 FF par tonne).**

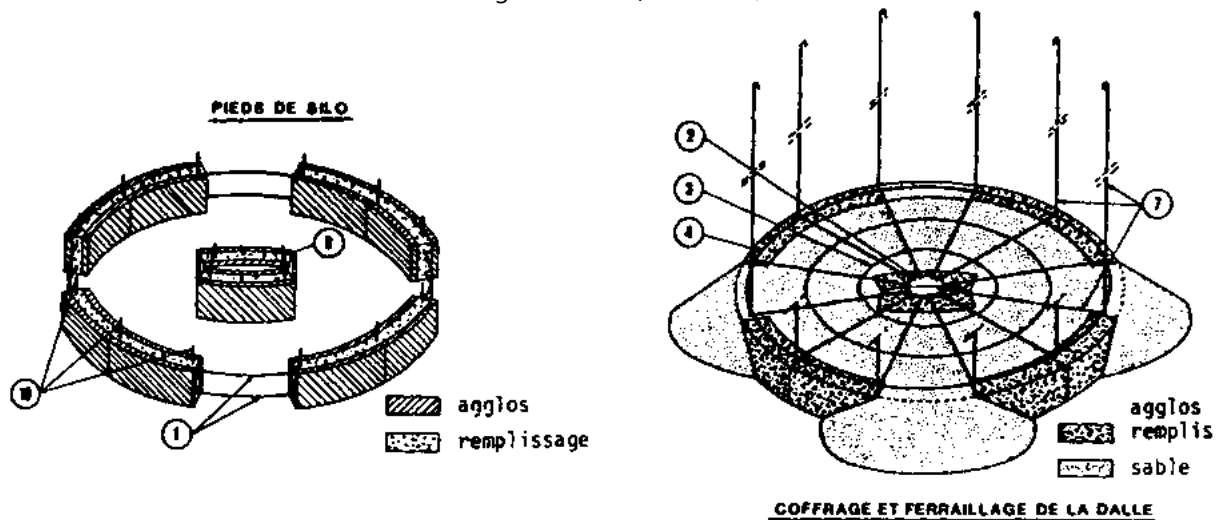
### **b) Silos en ferrociment**

**Le ferrociment est une forme particulière de béton armé où les armatures en fer sont constituées de grillage serré auquel on donne la forme de la structure souhaitée. L'ossature ainsi formée est "remplie" par un mortier de ciment.**

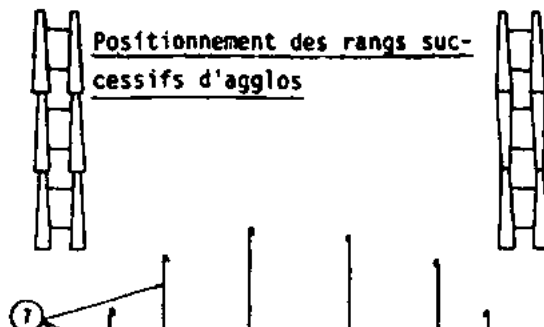


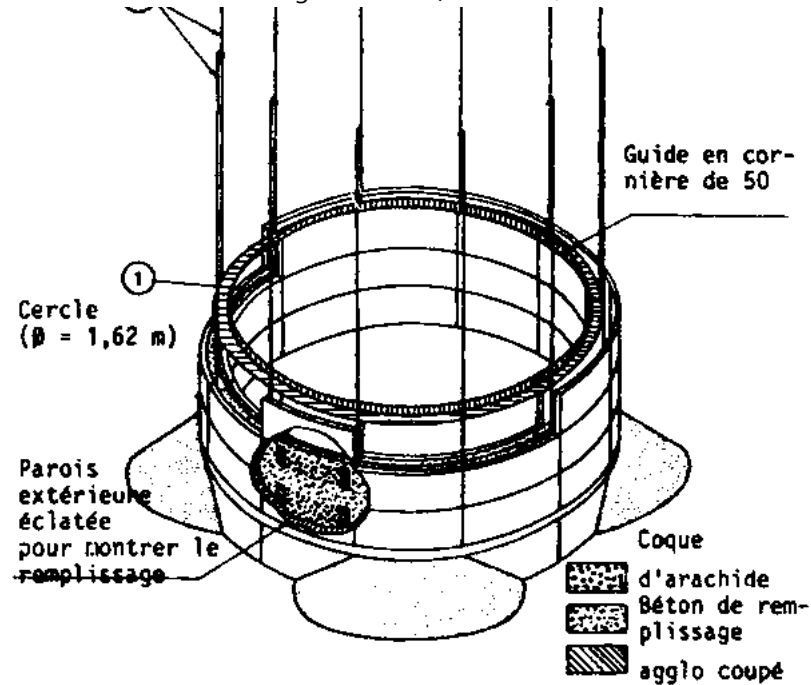
**Figure III.16 (a) Silo en agglomérats de ciment de type Carreras - Production d'agglomérats courbes**



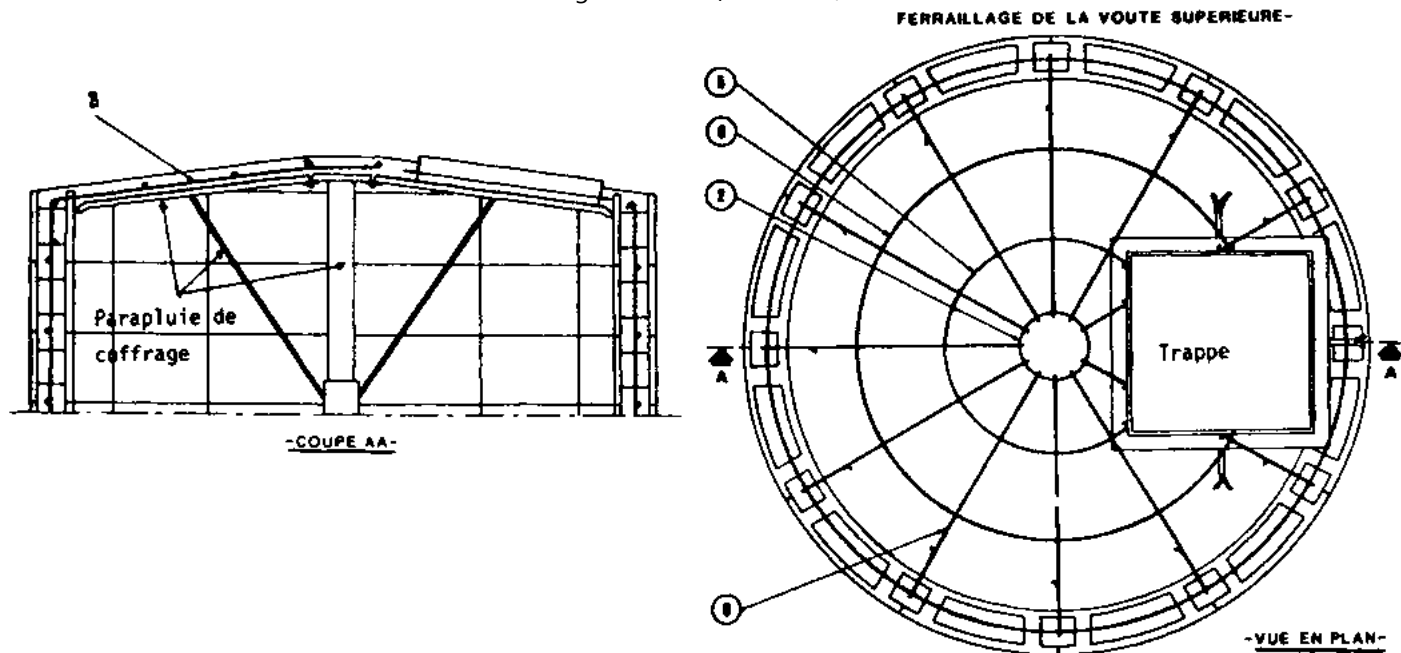


**Figure III.16 (b) Silo en agglomérats de ciment de type Carreras - Réalisation de la base du silo**








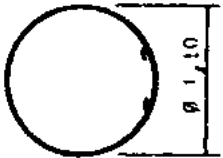
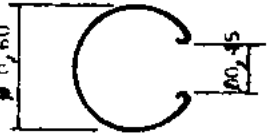
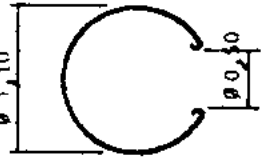
**Figure III.16 (c) Silo en agglomérats de ciment de type Carreras - Mise en place des parois**

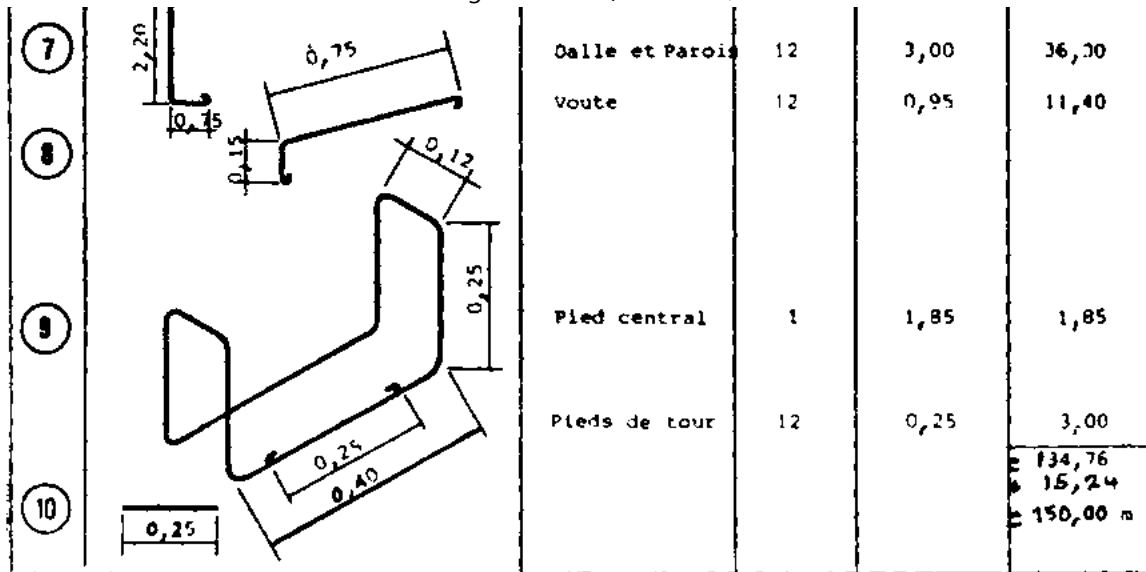


**Figure III.16 (d) Silo en agglomérats de ciment de type Carreras R réalisation du toit du silo**

**-PLAN FERRAILLAGE EN Ø 6 (ou Ø 8 si disponible) -**

N°	FACONNAGE	EMPLACEMENT	NOMBRE	LONG. DÉVEPT. UNITAIRE	LONG. TOTALE
		Pieds	2	5,40	

1		Dalle	1	5,40	70,20
		Parois et bas de la calotte	10	5,40	
2		Dalle	1	0,93	1,86
		Voute	1	0,93	
3		Dalle	1	2,20	2,20
4		Dalle	1	3,75	3,75
5		Voute	1	1,50	1,50
6		Voute	1	3,00	3,00



**Figure III.16 (e) Silo en agglomérats de ciment de type Carreras - Inventaire des différents éléments en fer nécessaires à la construction du silo**

Le ferrociment constitue un matériau résistant, facile à utiliser localement, à réparer et à façonner. Cette technique est très utilisée en Asie du Sud-Est pour construire les barques et petits bateaux. Elle est également utilisée pour réaliser divers récipients et notamment des structures de stockage des grains.

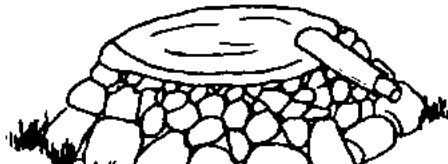
Cette technique a été testée à plusieurs reprises en Afrique, et notamment en Zambie par K. N. Ostergaard. De petits silos villageois, appelés ferrumbu, ont été construits dans ce pays. La figure III.17 illustre les principales étapes de constructions

La base du silo est constituée d'un amas de pierres empilées jusqu'à une hauteur d'environ 80 cm du sol. Le haut du tas est recouvert d'une fine couche de béton sur laquelle est soudé un tube de vidange réalisé préalablement. Un châssis en bois, préfigurant la forme définitive du silo est construit et mis en place sur la plateforme. Une sorte de panier en grillage est formé ensuite autour de ce châssis. Lorsque deux éléments de grillage doivent se chevaucher, le recouvrement est d'au moins 10 cm.

Le nombre de couches de grillage nécessaire est fonction de la taille du silo. On prévoit une couche de grillage pour un silo d'une tonne de capacité, et deux couches pour un silo de quatre tonnes. Le haut du silo se termine en tronc de cône sur lequel une ouverture circulaire de remplissage d'environ 50 cm de diamètre est ménagée.

Après la réalisation de l'ossature générale en grillage, l'extérieur du silo est façonné avec un mortier de ciment (une unité de ciment pour 4 unités de sable) que l'on laisse prendre pendant plus de trois jours. Durant la prise, on recouvre le silo de vieux sacs de jute humidifiés en permanence pour éviter les fentes de retrait. Lorsque la couche externe est sèche, les armatures de soutien sont retirées, puis l'intérieur de la paroi est humidifié et recouvert d'une couche de mortier de ciment. Un couvercle amovible de forme conique (angle 45° et diamètre de base de 70 cm), construit suivant la même technique, est prévu pour recouvrir l'orifice de remplissage.

Le silo est ensuite recouvert d'un enduit blanche constitué de ciment et d'eau. Il est recommandé de recouvrir cet enduit d'une peinture de couleur claire pour que la structure absorbe moins de chaleur.

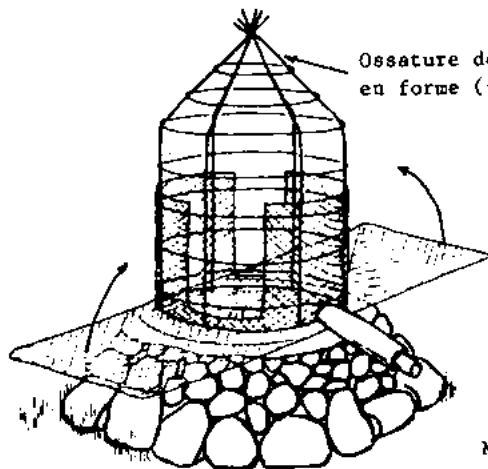




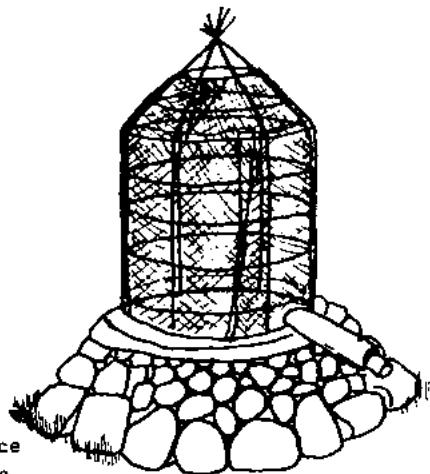
Plateforme



Tube de vidange



Ossature de mise en forme (temporaire)

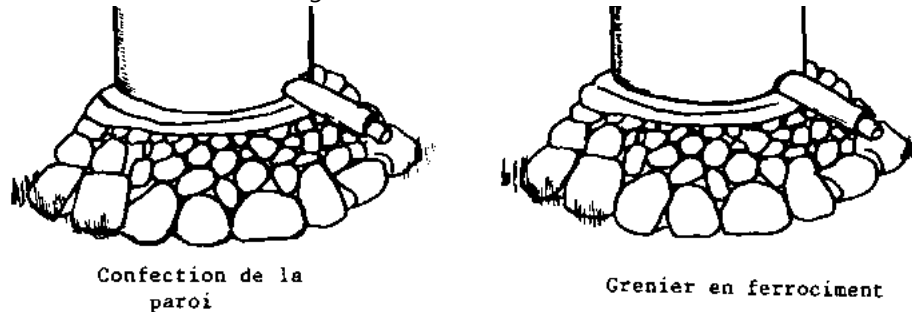


Mise en place du grillage



Capuchon





**Figure III.17** Phases de construction d'un silo en ferrociment (le ferrumbu)

Le tableau III.2 donne un exemple des dimensions  $\diamond$  retenir en fonction des capacités de stockage souhaitées.

**Tableau III.2**

**Caractéristiques des silos de ferrociment en fonction de leur capacité**

	Capacité de stockage	
	1 tonne	4 tonnes
Dimensions: diamètre (en m)	1,1	1,8
hauteur (en m)	1,5	2,1
Épaisseur des murs (en cm)	3,5	5
Nombre de couches de grillage	1	2
Surface de grillage de 12-15 mm (en m <sup>2</sup> )	20	50



Ciment (en kg)	200	400
Sable (en m <sup>3</sup> )	0,75	1,5

**Le coût de construction d'un silo en ferrociment est d'environ 15 000 francs CFA la tonne logée (300 francs français par tonne).**

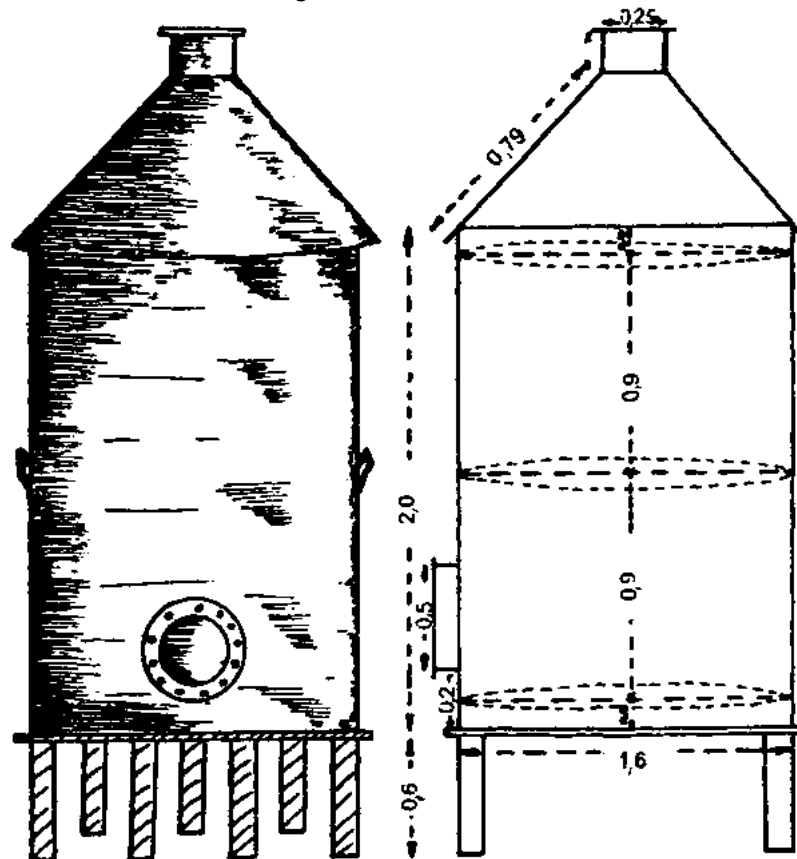
### III.2 Les silos métalliques

**Les fûts métalliques de 200 litres (figure III.18) utilisés dans le commerce pour le stockage des hydrocarbures peuvent être utilisés comme structures de stockage. Ils constituent une structure étanche permettant d'obtenir une atmosphère confinée et un moyen efficace de lutte contre les insectes. Cependant, il est indispensable d'ensiler des grains bien secs car des risques de condensation peuvent conduire à une détérioration du produit. Étant donné l'importante siccité des grains, l'obtention d'une atmosphère confinée par la seule respiration du complexe grain-micro-organismes est un processus lent. Il est donc conseillé de traiter préalablement les grains par un insecticide de contact.**

**Les silos métalliques ont une capacité relativement faible (150 kg de grains). Ils peuvent néanmoins être utilisés pour stocker les légumineuses (haricot, niébé) dont la conservation par les méthodes de stockage traditionnelles est difficile et qui sont généralement stockées en petites quantités. Pour éviter de trop fortes températures, les fûts doivent être entreposés sous abri ou à l'intérieur des habitations. Ces silos peuvent avoir une durée de vie d'une dizaine d'années s'ils ne servent qu'au stockage des grains et ne sont pas utilisés pour le transport et le stockage de l'eau. Cependant, ils deviennent de plus en plus rares car le commerce des hydrocarbures évolue vers des livraisons en vrac.**



**Figure III.18 Fût métallique servant pour le stockage des grains en vrac**



**Figure III.19** Silo m♦allique d'une capacit♦ de 3 tonnes

**Des cellules métalliques de plus grande capacité (1 à 3 tonnes) sont parfois proposées dans des projets de développement (figure III.19). Dans certaines régions (Amérique centrale, par exemple), elles sont largement utilisées au niveau villageois depuis de nombreuses années. Ces structures peuvent aisément être fabriquées par des artisans locaux, et permettent de lutter contre les insectes et les rongeurs. Il est important de rappeler que le grain doit être stocké propre et sec.**

### **III.3 Structures en plastique**

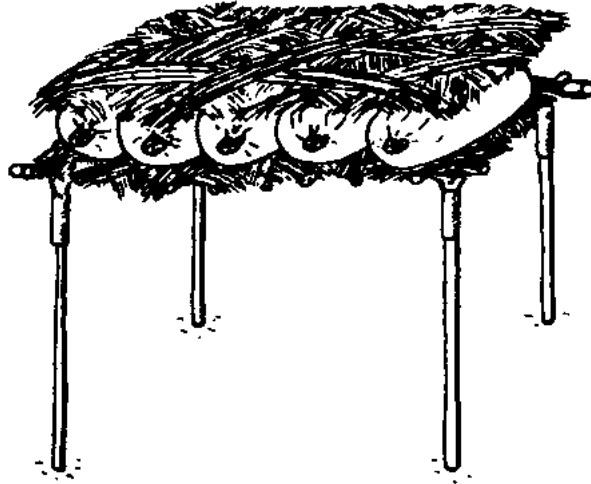
**L'utilisation de sacs en plastique étanches permettant une fumigation au tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>) fut préconisée dans le passé afin d'améliorer le stockage villageois. Les résultats obtenus en Afrique n'ont pas été très probants, surtout à cause de la fragilité des sacs, des difficultés d'approvisionnement et de l'attaque par les rongeurs (figure III.20). Dans d'autres régions (Brésil, Australie), le stockage des grains à long terme se fait dans des poches plastiques ou sont stockés plusieurs centaines de kilos de grains. Une fois remplies, ces poches sont recouvertes de terre. Leur étanchéité permet la création progressive d'une atmosphère confinée favorable à un bon stockage (Figure III.21).**

## **IV. LA DESINSECTISATION**

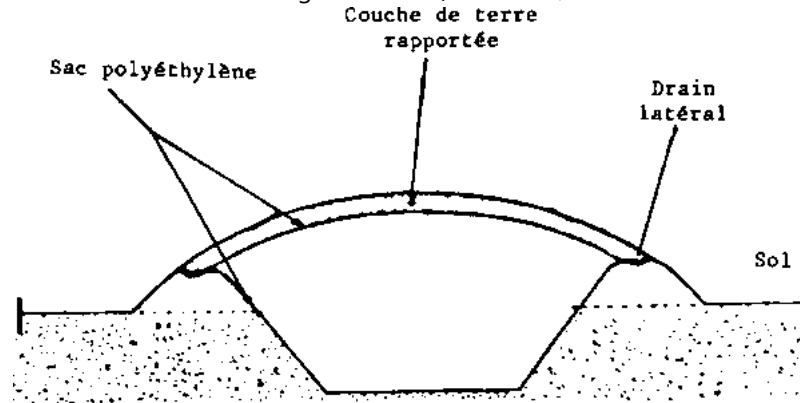
**Les insectes, en particulier dans les régions chaudes, sont une des principales causes de dégradation des denrées stockées. L'amélioration du stockage villageois passe donc en priorité par la lutte contre ces agents déprédateurs, responsables d'importantes pertes.**

### **IV.1 Méthodes de lutte traditionnelles**

**Plusieurs méthodes traditionnelles de lutte contre les insectes sont utilisées dans les pays en développement. Certaines de ces méthodes sont brièvement décrites dans cette section.**



**Figure III.20 Stockage des grains en sacs de plastique ♦ tanche**



**Figure III.21** Stockage en poches de plastique ♦anche semi-enterrés

### Exposition au soleil

L'exposition au rayonnement solaire direct du produit, ♦tal♦ en couches minces, fait fuir les insectes adultes qui n'apprécient ni les fortes chaleurs, ni la lumière vive. Les petites bûches noires pr♦conisées pr♦c♦demment pour le s♦chage permettent d'am♦liorer ce proc♦d♦.

### Enfumage

Dans certaines r♦gions, il est courant de stocker une partie de la r♦colte de ma♦s au dessus de l'endroit qui fait office de cuisine. Le produit est ainsi travers♦ par la fum♦e du foyer qui tout en favorisant le s♦chage des grains, ♦loigne les insectes adultes.

L'efficacit♦ de ce proc♦d♦ semble cependant r♦duite dans le cas où les ♦pis de ma♦s sont pourvus de spathes bien enveloppantes. Il est donc pr♦f♦rable d'enfumer des ♦pis

nus.

### Addition de matières inertes solides

L'addition de matières inertes aux grains pour en améliorer la conservation est une technique connue depuis fort longtemps. Les pratiques varient d'un pays à l'autre, mais les matériaux utilisés sont en général le sable et la cendre. Au siècle dernier, les agronomes français conseillaient également la suie et le charbon pulvérisé.

Mêlées aux grains, ces matières inertes empêchent la progression des insectes adultes en comblant les vides intersticiels présents entre les grains. Selon leur composition, elles peuvent également avoir une action abrasive et dessicative sur les insectes qui meurent par déshydratation. Des essais de conservation du niébé (légumineuse) réalisés au Togo ont prouvé l'efficacité de ces techniques de désinsectisation. Les quantités de matière sont cependant assez importantes: 1,6 kg de sable ou 400 g de cendre par kilo de grains.

### Addition d'huile

L'enrobage des grains de maïs par une fine pellicule d'huile (arachide, palme, ricin) à raison de 5 litres d'huile par tonne de grains est une technique qui semble donner de bons résultats bien qu'elle ne soit applicable que sur de faibles quantités de produit stocké. L'utilisation de ce procédé sur les légumineuses (haricot, niébé) peut être intéressante dans la lutte contre les bruches.

### Utilisation de plantes répulsives

Dans certaines régions, il est courant d'utiliser des plantes ou des extraits de plantes (neem par exemple) pour protéger les denrées stockées contre les attaques d'insectes. Ces plantes ont plutôt une action insectifuge qu'insecticide. Des recherches sont

**actuellement poursuivies pour connaître précisément leur principe d'action et les meilleurs modes d'utilisation.**

**Toutes ces techniques traditionnelles de lutte contre les insectes apparaissent aujourd'hui dépassées. Dans certains cas, il peut être intéressant de les analyser afin de mieux cerner leur efficacité. Leur utilisation est cependant limitée à des quantités très faibles de grains. Ainsi, les agriculteurs font de plus en plus appel à la lutte chimique.**

#### **IV.2 Utilisation d'insecticides chimiques**

**La vulgarisation de l'emploi des insecticides chimiques est à l'heure actuelle le moyen le plus efficace de lutte contre les insectes, surtout dans les régions sèches où ces derniers représentent le facteur principal de pertes de grains.**

##### **Les insecticides**

**Il n'entre pas dans le cadre de ce dossier de dresser une liste exhaustive des insecticides chimiques utilisables sur les denrées stockées. Quelques notions importantes seront simplement rappelées.**

**Il existe deux types de traitement par insecticide chimique:**

- le traitement préventif, qui a pour but de prévenir l'infestation ou la réinfestation des stocks. Dans ce cas, la technique consiste à recouvrir le grain ou la surface d'un lot de grain d'un insecticide de contact qui agit plus ou moins rapidement sur les formes libres d'insectes;**
- le traitement curatif, utilisé pour détruire rapidement les insectes contenus dans les grains, quel que soit leur stade de développement (oeuf, larve, nymphe, adulte) nécessite l'utilisation de gaz insecticides (fumigants), qui n'ont qu'une action**



**limitée.**

**En général, l'utilisation d'insecticides de contact est le seul type de traitement chimique envisageable au niveau villageois. Parce qu'elle nécessite des précautions d'emploi, la fumigation ne peut être mise en oeuvre que par des équipes spécialisées des services de protection des végétaux.**

**Les insecticides de contact de la famille des organochlorés (DDT, lindane), sont aujourd'hui interdits dans les pays industrialisés. Dans les zones tropicales, le lindane est de moins en moins utilisé car les insectes ont développé des résistances à son action.**

**Les insecticides de contact les plus utilisés à l'heure actuelle sont les organophosphorés (malathion, bromophos, dichlorvos, pirimiphos-méthyl, chlorpyrifos-méthyl). Des cas de résistance au malathion et au bromophos ont parfois été signalés. C'est pourquoi l'utilisation d'insecticides relativement nouveaux et plus performants, tel que le pirimiphos-méthyl et le chlorpyrifos-méthyl est de plus en plus fréquente. La persistance d'action du pirimiphos-méthyl (connu dans le commerce sous le nom de Actellic) est estimée à plus de six mois. La généralisation de son utilisation risque toutefois de faire apparaître des groupes d'insectes résistants.**

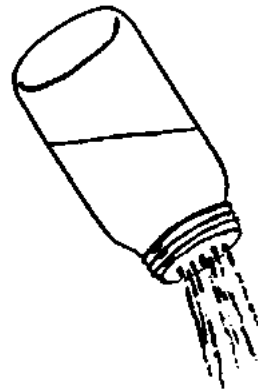
**Traitements**

**Les insecticides de contact sont commercialisés sous différentes formes: poudre à poudrer, poudre diluable, concentré liquide pour pulvérisation, liquide pour nébulisation et solide fumigène.**

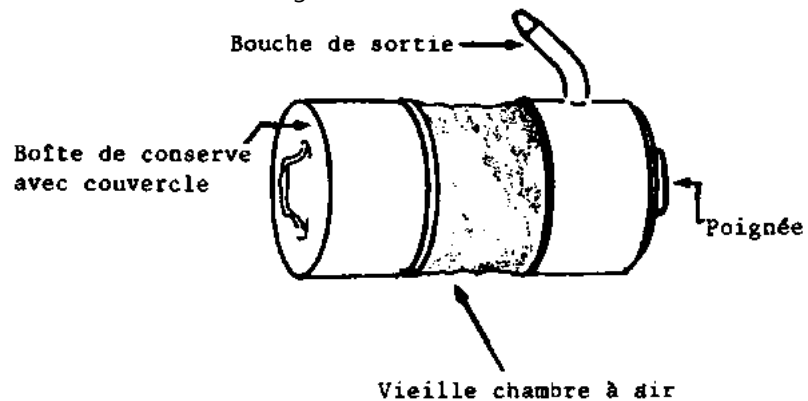
**Au niveau villageois, le poudrage reste le type de traitement des stocks le plus répandu. Il est souvent réalisé à la main par saupoudrage du stock en place, par mélange manuel dans de petits récipients, ou par pelletage du tas de grains.**

Différents appareils (représentés aux figures III.22 et III.24) sont utilisés pour le poudrage. L'utilisation d'un fût métallique monté sur un axe excentré permet de bien mélanger la poudre et une petite quantité de grain (figure III.24). Cette technique peut être efficacement utilisée pour le traitement des semences, qui sont en général conservées en petites quantités.

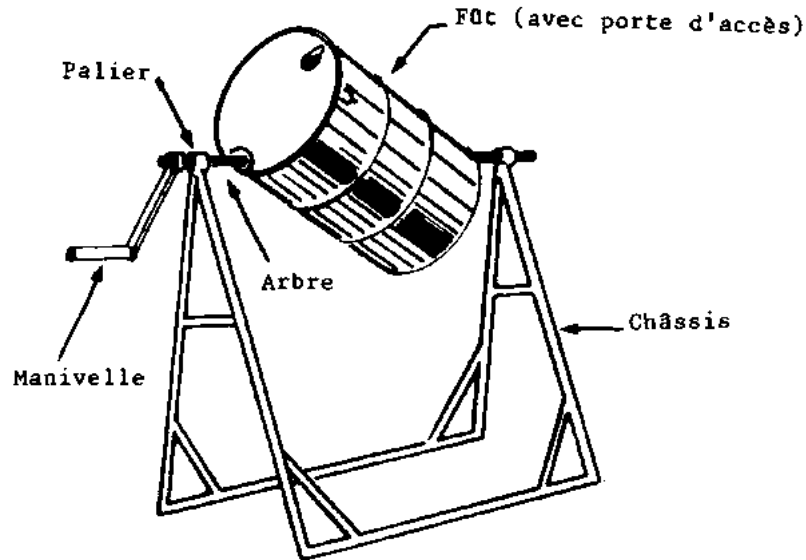
Pour les grains ou les épis conservés dans les silos villageois, la méthode de poudrage utilisée est souvent celle du "traitement en sandwich". Elle consiste à traiter les parois et le fond de la structure, puis à placer une première couche de grains ou d'épis sur laquelle est répandu l'insecticide. Les couches successives de produit sont traitées de la même manière jusqu'au remplissage complet du grenier. La représentation schématisée de ce type de traitement est illustrée à la figure III.25.



**Figure III.22** Bocal à couvercle percé utilisé comme poudreuse



**Figure III.23** Poudreuse ♦ membrane manuelle artisanale



**Figure III.24** Poudreuse type "baratte"

Le traitement par poudrage est très irrégulier; certaines zones peuvent être surdosées et d'autres sous-dosées. Une telle méthode n'assure donc pas une protection totale contre l'attaque des insectes.

Pour traiter les parois verticales des magasins de stockage et des greniers, il est préférable de pulvériser l'insecticide. Divers appareils de traitement, tel que le pulvérisateur mécanique à pression entretenue, sont utilisés (figure III.26). On pulvérise également les piles de sacs dans les entrepôts.

## Exemple de traitement

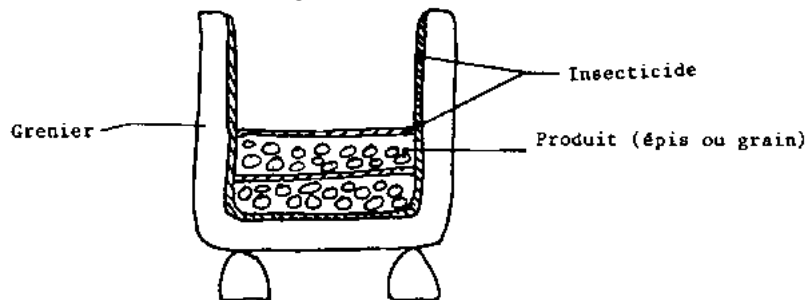
**Le traitement d'un crib de 60 cm de large sur 1,70 m de haut et 4 m de long (volume de 4 m<sup>3</sup>, soit 2 tonnes de grains en épis) avec un insecticide tel que le pirimiphos-méthyl 2 pour cent nécessite 1 kg de poudre. Ce poids de poudre 2 pour cent est calculé comme suit:**

- une dose de 10 parties par million (ppm) représente 10 g de matière active par tonne de grains;

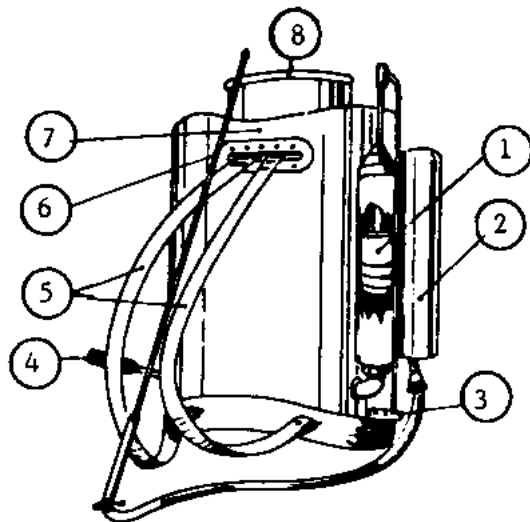
- Une poudre 2 pour cent contient 2 g de matière active par 100 g de poudre. Il faut donc 500 g de produit commercial pour obtenir la dose de 10 ppm. Le traitement d'un crib de 4 m nécessite donc 1 kg de poudre 2 pour cent (500 g/tonne multiplié par 2 tonnes) soit, par exemple, 4 sachets de 250 g chacun.

**Un traitement "en sandwich" tous les 20 cm nécessite 10 couches d'insecticide (y compris la couche de fond), soit 100 g de poudre par couche. Le traitement est achevé par une pulvérisation d'insecticide liquide sur les parois du crib.**

**Pour être efficace, un tel traitement doit se faire sur des épis despathés car les spathes ne permettent pas à l'insecticide d'être en contact avec les grains et d'assurer pleinement son rôle protecteur. L'enlèvement des spathes peut sembler paradoxal car on considère que celles-ci protègent naturellement les épis contre les insectes. En fait, si cette protection naturelle est plus ou moins efficace pour les variétés traditionnelles de maïs aux spathes très enveloppantes, elle l'est beaucoup moins pour les variétés améliorées dont les spathes recouvrent mal les épis.**



**Figure III.25** Schéma de traitement du grain dit "en sandwich"



**Figure III.26 Pulvérisateur à dos à pression entretenue par pompe à piston**


1. Pompe à piston (en coupe)
2. Cloche à air
3. Réglage de la course du piston
4. Levier de pompage
5. Sangles
6. Lance
7. Réservoir de bouillie
8. Orifice de remplissage avec couvercle

(Source: CEMAGREF)

Une lutte chimique bien menée donne souvent de bons résultats et permet d'améliorer de manière sensible le stockage des produits au niveau villageois. Cependant, le premier type d'action dans la lutte contre les prédateurs de stocks (insectes, rongeurs) consiste simplement à observer de bonnes mesures d'hygiène préventive, y compris un nettoyage soigneux des greniers et de leurs abords, l'élimination des déchets, la réparation des constructions défectueuses et le nettoyage des produits à stocker.



[Home](http://www24.brinkster.com/alexweir/):81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

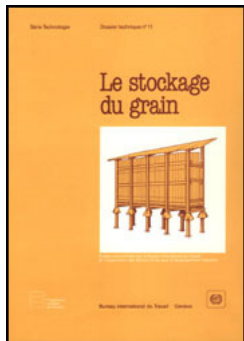
 **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

➔  **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

**I. OBJET DU STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

**II. TYPES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

*(introduction...)*



- II.1 Le stockage en vrac
  - II.2 Le stockage en sacs
- III. CONCEPTION ET CONSTRUCTION DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE
    - III.1 Implantation et exposition des bâtiments
    - III.2 Conception des installations
    - III.3 Détails de construction
  - IV. EQUIPEMENT DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE
  - V. GESTION ET MAINTENANCE DES CENTRES DE STOCKAGE
    - V.1. Préparation des centres avant le stockage
    - V.2 Mise en place des stocks

## **Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

### **CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

#### **I. OBJET DU STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

**Le stockage villageois correspond à des quantités unitaires relativement faibles dont une petite partie seulement (moins de 20 pour cent) est destinée à la vente au détail ou à des offices céréaliers. Ces derniers, qui disposent de capacités de stockage importantes, rencontrent souvent de grandes difficultés lors de leur campagne d'achat de grains. Une des causes de ces difficultés est la grande dispersion des centres d'achat qui n'offrent généralement qu'une faible quantité de grains. Une étape intermédiaire entre le stockage villageois et les grands centres de stockage s'avère souvent nécessaire. Le stockage communautaire permet de drainer et de regrouper le surplus commercialisable des producteurs et, par là même, constituer un fournisseur privilégié pour les offices**



**corréliers. Etant donné l'importance des quantités stockées (plusieurs centaines de tonnes), il est possible de justifier des investissements importants dans des structures de stockage permettant un meilleur contrôle des stocks et un traitement des grains beaucoup plus efficace que ceux envisageables dans le cadre d'un stockage au niveau villageois.**

**Le stockage communautaire peut aussi être utilisé de façon rentable pour la conservation des légumineuses qui, au niveau paysan, sont toujours exposées aux attaques des insectes. Le volume plus important des stocks dans les magasins communautaires permet de justifier l'utilisation d'une technique de désinsectisation telle que la fumigation. De plus, l'introduction de la mécanisation - et surtout de la motorisation - qui permet d'utiliser des équipements et des méthodes modernes de séchage, ventilation, nettoyage et manutention des grains peut être efficace au niveau des centres communautaires alors qu'elle reste très rare et difficile à introduire au niveau villageois.**

## **II. TYPES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

**Dans les régions chaudes, deux types de stockage sont possibles au niveau des centres communautaires et celui des grands centres: le stockage en vrac et le stockage en sacs. Le stockage en sacs est beaucoup plus employé que le stockage en vrac. Les avantages et inconvénients de ces deux types de stockage ont déjà été rappelés au Chapitre I.**

### **II.1 Le stockage en vrac**

**Ce mode de stockage est intéressant car il permet une utilisation maximum du volume offert par les structures. L'architecture des petits centres de stockage en vrac varie selon le type de cellules utilisées. Certaines unités de stockage communautaire sont constituées de cellules rondes, métalliques ou en béton. Les cellules disposées en arc de cercle ou alignées sont en général équipées d'un toit individuel. L'ensemble des cellules est parfois protégé par un hangar. Ces cellules peuvent être du type de celles décrites au**

## chapitre précédent.

**Une manutention mécanique des grains peut être justifiée pour certains centres de stockage. Dans ce cas, les vis sous tube sont des appareils de manutention bien adaptés aux petites unités de stockage.**

**La réalisation de cellules rondes de capacité moyenne (quelques dizaines de mètres cube) peut présenter des difficultés de construction. Ainsi, les unités de stockage communautaire qui utilisent le principe du stockage en vrac sont souvent constituées de cellules carrées juxtaposées. A volume égal, les cellules de forme carrée nécessitent plus de matériaux que les cellules rondes. Cependant, leur géométrie permet de bien les assembler entre elles et d'utiliser au mieux la surface au sol disponible.**

**Les banques de céréales vulgarisées par les organisations non gouvernementales<sup>1</sup> dans certains pays en développement constituent un exemple intéressant de stockage en vrac au niveau communautaire. La première expérience menée au Rwanda par ces organismes avait pour but d'améliorer le stockage des haricots et de mettre à la disposition permanente des populations locales des produits de base à un prix régulier. Ils jouent un rôle important pendant la période de "soudure" précédant la moisson durant laquelle les fermiers rencontrent des difficultés d'approvisionnement en céréales.**

**<sup>1</sup> Par exemple, Service de secours catholique.**

**Le plan d'un des magasins établis par une organisation non gouvernementale<sup>1</sup> est présenté à la figure IV.1. Il comprend plusieurs cellules de stockage en vrac de 20 m<sup>3</sup> chacune. Les cellules ont une forme cubique de 2,7 m de côté. L'unité de stockage est équipée d'une aire de réception des produits et d'un petit bureau de 10 m<sup>2</sup> environ. L'ensemble des installations est recouvert d'un toit. La construction peut être réalisée en**

briques cuites ou en parpaings de béton. Les cellules ont des murs de 30 cm d'épaisseur et des cloisons de 20 cm d'épaisseur. Elles sont fermées par une dalle percée d'un trou d'homme pour le remplissage. Une barrière pare-vapeur en bitume est intégrée à la dalle de fond afin d'éviter les transferts d'humidité. Les murs extérieurs et intérieurs sont enduits de ciment additionné d'un produit hydrofuge.

### 1 Catholic Relief Services.

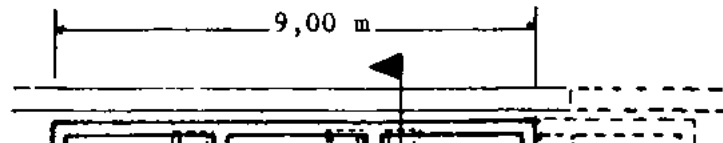
Bien que les cellules soient conçues pour un stockage en atmosphère confinée, il est recommandé de traiter les grains avec un insecticide avant de les emmagasiner.

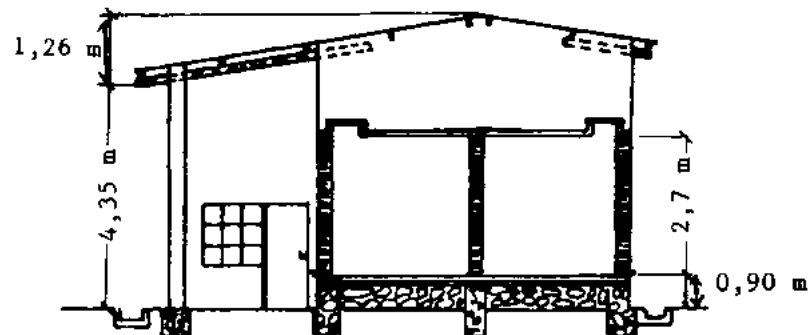
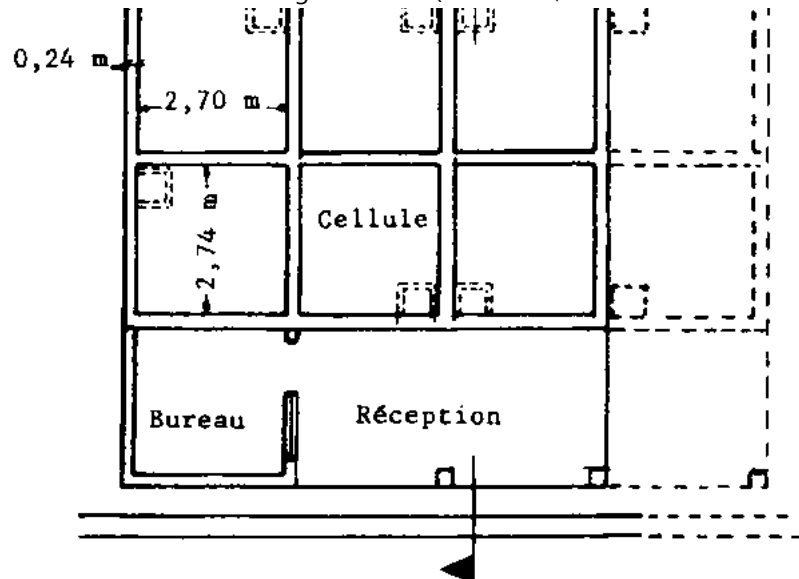
L'unité de stockage illustrée à la figure IV.1 a une capacité d'environ 85 tonnes. On peut aisément augmenter la capacité de stockage en ajoutant des modules de deux cellules.

L'originalité de ces centres tient surtout à leur mode de gestion. Ils fonctionnent comme des banques de céréales. Le gérant du centre contrôle la livraison de grains faite par un producteur et remet à celui-ci un bon de dépôt ainsi qu'une somme en argent équivalente à la valeur du grain. Muni de ce bon, le producteur peut racheter du grain à un prix majoré d'un montant correspondant aux frais de stockage.

## II.2 Le stockage en sacs

Le stockage en sacs est très répandu dans les pays tropicaux où le sac est l'unité de base du commerce des grains. Les centres de stockage et les techniques de manutention et de transport sont souvent adaptés à ce mode de conditionnement des produits.





### **Figure IV.1 Schéma d'un silo communautaire**

**Les magasins de stockage en sacs ne sont parfois que de simples abris qui n'offrent pas toutes les garanties de bonne conservation des produits. Ainsi, des pertes plus importantes qu'au niveau de stockage villageois peuvent se produire.**

**Les structures de stockage en sacs ou en vrac doivent répondre à un certain nombre d'exigences si l'on veut éviter des pertes ou dégradations de grains excessives. Ces exigences peuvent se résumer comme suit;**

- ne pas permettre l'entrée d'eau ou d'humidité à l'intérieur des magasins;
- protéger les stocks contre les températures excessives;
- ne pas permettre l'entrée des insectes, rongeurs et oiseaux à l'intérieur des structures.

## **III. CONCEPTION ET CONSTRUCTION DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

### **III.1 Implantation et exposition des bâtiments**

**Le choix de l'implantation des centres de stockage doit tenir compte d'un ensemble de critères.**

**Si le centre communautaire couvre plusieurs villages, il est recommandé de le situer, dans la mesure du possible, à égale distance de chacune des aires de production afin de ne pas privilégier certains utilisateurs par rapport à d'autres. Le site retenu doit être en bordure d'un axe de communication. Dans le choix du terrain, des critères topographiques et géologiques sont à considérer. Les zones à haut risque d'inondation sont à éviter de même que les terrains argileux et mal drainés. D'autres facteurs, tels que la proximité du réseau d'eau ou du réseau électrique jouent un rôle important dans le choix du site.**

**Dans tous les cas, il est important de consulter préalablement les services du génie rural.**

**Dans les régions chaudes, le rayonnement solaire est plus intense sur les façades est et ouest. Il est donc préférable d'orienter les bâtiments de façon que seules les petites surfaces soient exposées au fort rayonnement solaire.**

### **III.2 Conception des installations**

**Les dimensions des centres de stockage sont fonction de la quantité de produit à stocker et des paramètres suivants:**

- volume occupé par les denrées stockées en sac;
- hauteur des piles de sacs;
- individualisation des lots selon le type de denrée;
- importance des allées de manutention et de contrôle;
- nécessité de locaux annexes (bureau, local de rangement, aire de travail).

**Les magasins de stockage sont en général de forme rectangulaire, car cette forme permet une gestion des stocks plus aisée. Les dimensions les plus courantes correspondent à une longueur du bâtiment égale approximativement à deux fois sa largeur.**

#### **Surface au sol nécessaire pour le stockage en sacs**

**Pour un tonnage donné, la surface au sol dépend du volume spécifique des denrées stockées en sacs, de la hauteur du stockage et de la surface des allées. Le tableau IV.1 indique les volumes spécifiques de certains produits:**

#### **Tableau IV. 1**

#### **Volumes spécifiques de différents produits stockés en sacs**

Produit	Volume spécifique
	(m <sup>3</sup> par tonne)
Mil	1,25
Haricots, pois, lentilles	1,3
Riz usiné, blé, café	1,6
Maïs, sorgho	1,8
Farine de maïs, farine de blé	2,1

**200 tonnes de maïs en grain stocké en sacs occupent donc un volume d'environ 360 m<sup>3</sup>. Compte tenu de ce volume, la surface au sol du centre peut être calculée en fonction des paramètres retenus pour la hauteur de stockage et la configuration des allées (voir ci-dessous).**

### Hauteur du stockage

**La hauteur des piles dépend de la nature des sacs utilisés. Pour des sacs en polypropylène tissé, la hauteur limite des piles doit être de 3 m car ces sacs ont tendance à glisser. Pour en améliorer l'assise, on peut les disposer en pyramide. Par contre, les sacs en jute ou en sisal peuvent être empilés sur une hauteur de 5 à 6 m. La hauteur des piles dépend aussi de la nature du produit stocké. Par exemple, les piles de sacs de farine doivent être moins haute que celles de sacs de grains afin d'éviter des compactations au niveau des couches inférieures. La hauteur du stockage dépend enfin de l'habileté du personnel à réaliser des piles stables. D'autre part, il faut réserver un espace libre d'un mètre environ au dessus des piles pour permettre la libre circulation du personnel chargé d'inspecter, de traiter les lots de grains et de déplacer les sacs.**

**Selon l'exemple cité précédemment et compte tenu d'une hauteur de piles de 3 m, la**

surface au sol nécessaire pour stocker 200 tonnes de maïs en sacs est de 120 m<sup>2</sup>. A cette surface, il faut ajouter celles des allées et locaux annexes.

### Répartition des stocks en plusieurs lots

Le stockage en un seul lot permet d'occuper au maximum le volume disponible. Dans la pratique, cette solution est rarement applicable car les lots doivent être répartis selon la nature des produits et de manière à faciliter les contrôles et les traitements insecticides. Les dimensions des différents lots dépendent parfois uniquement de la taille des bûches utilisées pour la fumigation. Il est indispensable dans tous les cas de réserver un couloir de circulation de 1 m entre les piles de sacs et les murs et de prévoir une allée de manutention d'une largeur de 2 à 3 m.

### Exemple de calcul des dimensions d'un magasin

Les dimensions d'un centre pouvant stocker 200 tonnes de maïs en sacs peuvent être estimées de la manière suivante:

Le volume spécifique du maïs stocké en sacs est de 1,8 m<sup>3</sup> par tonne. Le volume total occupé par le produit est donc de 360 m<sup>3</sup>. Pour une hauteur de piles de 3 m, la surface au sol nécessaire est de 120 m<sup>2</sup>. Cette surface n'inclue pas les allées et locaux annexes.

Un magasin de forme rectangulaire, avec une longueur égale au double de la largeur, aurait les dimensions suivantes correspondant aux 120 m<sup>2</sup> nécessaires:

- largeur: 8 m
- longueur: 15 m

La répartition des sacs en deux lots d'égal volume séparés par une allée centrale de



**manutention de 3 m de large et l'aménagement d'une allée d'inspection de 1 m de large le long des murs nécessitent un magasin dont les dimensions totales sont les suivantes:**

- largeur:  $1\text{ m} + 8\text{ m} + 1\text{ m} = 10\text{ m}$
- longueur:  $1\text{ m} + 7,5\text{ m} + 3\text{ m} + 7,5\text{ m} + 1\text{ m} = 20\text{ m}$ .

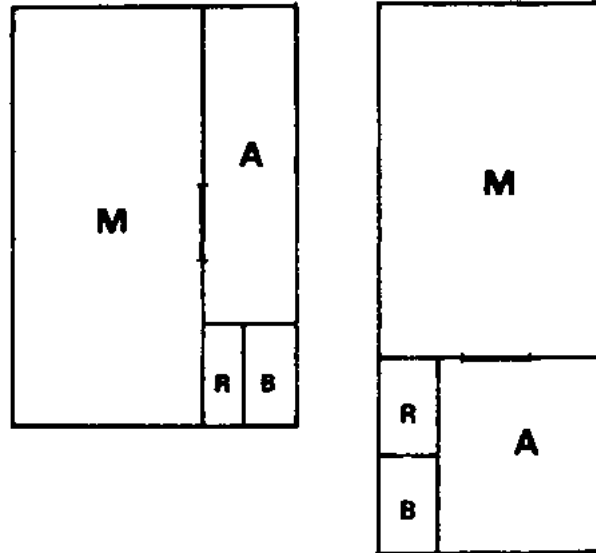
**Pour des murs d'une hauteur de 4 m, le volume total du magasin est de  $800\text{ m}^3$  ( $10\text{ m} \times 20\text{ m} \times 4\text{ m}$ ). Les 200 tonnes de maïs n'occupant que  $360\text{ m}^3$ , le pourcentage de volume utilisé par rapport au volume disponible n'est que de 45 pour cent. L'allée de manutention pourrait éventuellement être réduite afin d'augmenter ce pourcentage. Cependant, des calculs similaires pour de grands centres de stockage montreraient que le pourcentage d'utilisation de ces derniers est bien supérieur (environ 80 pour cent) à celui des petits et moyens magasins.**

### **Locaux annexes**

**Il est nécessaire de prévoir des annexes au bâtiment, soit un bureau pour le responsable du centre et un local destiné au rangement des divers équipements (bascule, balais, baches de fumigation, produits insecticides).**

**Les différentes opérations courantes de gestion des stocks telles que le pesage, le nettoyage, ou le conditionnement des lots défectueux doivent pouvoir être effectués par tous les temps. Il est donc indispensable de prévoir une aire de travail couverte attenante au magasin.**

**La figure IV.2 fournit un exemple d'aménagement des locaux annexes.**



**Figure IV.2** Schémas types d'unités de stockage communautaire avec locaux annexes

**M = Magasin de stockage**  
**R = Remise pour matériel**  
**B = Bureau du gérant**  
**A = Aire de travail**

### III.3 Détails de construction

#### Les fondations

**Pour l'implantation du magasin, il faut éviter les terrains argileux ou remblayés et**

**instables, et choisir un terrain bien drainé et de bonne portance. Lors des fouilles, il faut atteindre un sol offrant une résistance suffisante à la pression exercée par la masse du bâtiment. Toutes les charges de la structure se répartissent au niveau des poteaux, supportés à la base par des semelles en béton armé. Une poutrelle en béton armé (longrine) relie en général ces semelles.**

**La figure IV.3 donne un exemple de ce type de fondations.**

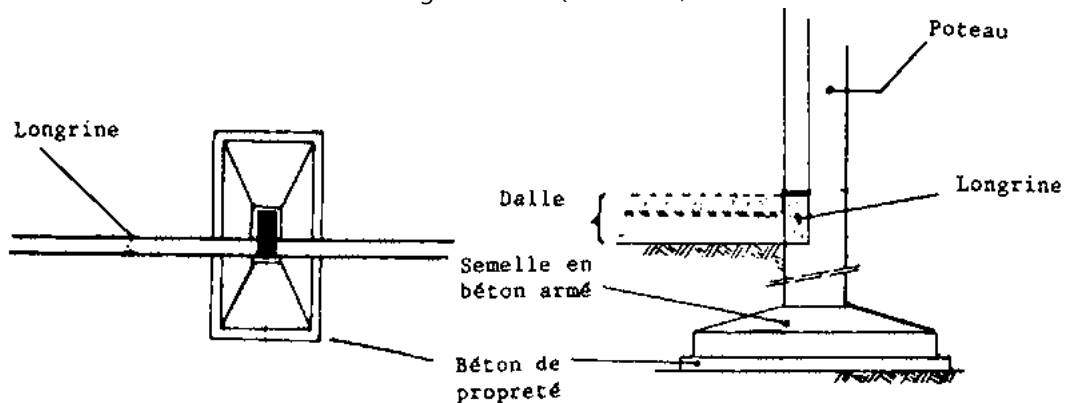
### Le sol du magasin

**Une attention particulière doit être portée à la réalisation du sol des magasins. Il doit résister à la charge des piles de sacs et empêcher les remontées d'humidité. Le sol est généralement constitué d'une dalle de béton armé posée sur une couche de base compacte. Cette dernière est composée d'un remblai stabilisé (lit de pierres, matériaux concassés, sable additionné de ciment) recouvert d'une fine couche de béton de propreté. Un rideau pare-vapeur (constitué de bitume ou d'asphalte tendus et chaud, d'un feutre bitumeux ou d'un film plastique "polyane") est intercalé entre la dalle de béton armé et la couche de base stabilisée (voir figure IV.4). La dalle de béton armé doit comporter des joints de dilatation (généralement en bitume-sable) afin d'éviter les fissurations. Elle peut recevoir une couche de finition (chappe de béton de quelques centimètres) lisse mais non glissante.**

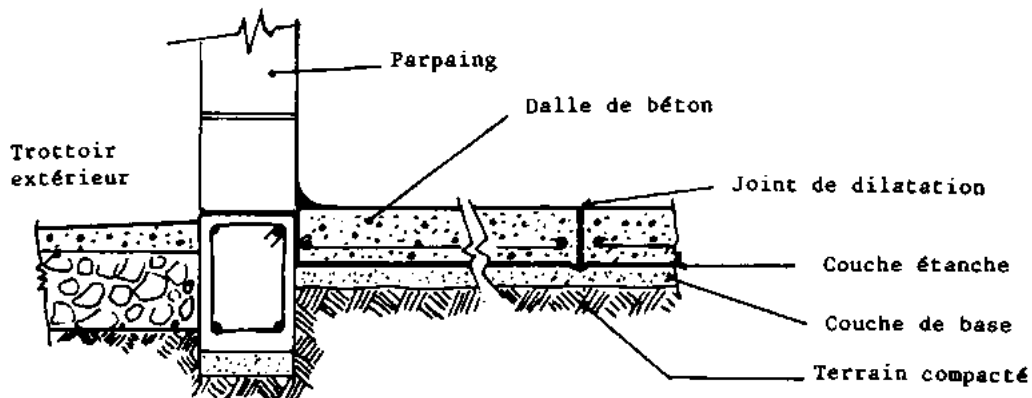
**Les solutions qui consistent à prévoir un sol surélevé posé sur un remblai compacté ou sur vide sanitaire sont en général très coûteuses et rarement justifiées.**

### Ossature des bâtiments

**L'ossature du bâtiment est constituée de poteaux soutenant les fermes de la toiture et reliés entre eux par un chaînage. Elle peut être réalisée en béton ou éventuellement, en éléments métalliques.**



**Figure IV.3 Schéma des fondations d'un magasin de stockage communautaire**



**Figure IV.4 Schéma montrant la construction d'un sol de magasin de stockage**

Les murs peuvent être constitués de parois légères ou lourdes. Les parois légères, en amiante-ciment, en tôle de zinc ou d'aluminium permettent une construction rapide, mais sont assez fragiles. De plus, elles ne sont pas totalement hermétiques et ne facilitent pas la lutte contre les prédateurs. Un autre inconvénient de ces parois est leur faible inertie thermique. Dans les régions chaudes et sèches, cette caractéristique ne permet pas d'amortir les écarts diurnes de température et donne donc lieu des condensations qui favorisent le développement de moisissures. Par contre, les parois lourdes en maçonnerie offrent une bonne isolation thermique. Ces parois, en aggloméré de ciment ou en briques, doivent être recouvertes d'un enduit de ciment sur les deux faces. Si leur épaisseur est inférieure à celle des poteaux, il est nécessaire de prévoir les saillies des poteaux à l'extérieur des bâtiments. En effet, les murs intérieurs des bâtiments ne doivent présenter aucun décrochement susceptible de gêner les opérations de manutention et de nettoyage. Les murs devront reposer sur une couche imperméable en continuité avec la barrière pare-vapeur de la dalle.

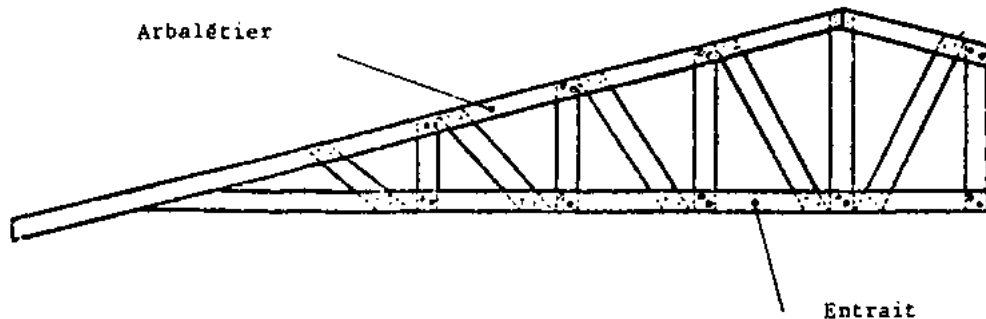
#### IV.4 La toiture

La charpente peut être réalisée soit en bois, soit en éléments métalliques. L'utilisation de pannes métalliques permet d'étendre les travées (espacement entre les fermes) de 7 à 8 m alors que les pannes en bois limitent l'espacement à 4 ou 5 m. Les charpentes en bois constituent un refuge privilégié pour les insectes et rendent difficile la désinsectisation des locaux.

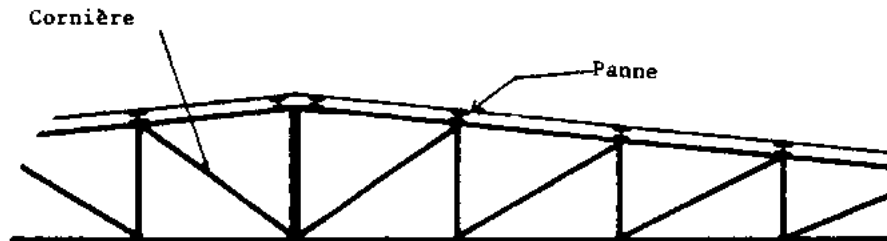
Les charpentes métalliques sont réalisées en fer profilé. Les fermes sont constituées d'un entrait et d'un arbalétrier métalliques reliés par un treillis de fers cornières soudés ou fixés à l'aide de boutons ou de rivets. Les charpentes ne doivent pas nécessiter la mise en place de poteaux-supports à l'intérieur des bâtiments.

Les figures IV.5 et IV.6 illustrent les deux types de charpentes.

La couverture des bâtiments peut être réalisée en plaques d'amiante ciment ou en tôles d'acier galvanisé ou d'aluminium. Les plaques de fibrociment sont plus isolantes que les tôles métalliques mais elles sont relativement fragiles et leur pose est moins aisée que celle des tôles.



**Figure IV.5** Charpentes en bois



**Figure IV.6** Charpentes métalliques

Il est nécessaire de prévoir un débordement de la toiture de 0,7 m à 1 m au niveau des pignons et d'environ 1 m en long pan. Ce débordement doit être suffisant afin d'éviter

**l'entrée des eaux de pluie par les ouvertures d'aération. Les portes peuvent également être protégées de la pluie par un auvent.**

### Les ouvertures

**Les petits magasins de capacité inférieure à 500 tonnes n'ont généralement qu'une seule porte. Deux portes seraient cependant préférables pour une meilleure gestion des stocks. De plus, celles-ci permettraient une meilleure ventilation naturelle du magasin. Les portes doivent être de dimensions suffisantes (au minimum 3 m de large et 2,5 m de haut) et assurer une fermeture hermétique du magasin pour empêcher l'entrée des insectes et des rongeurs. Les portes battants permettent une meilleure fermeture des magasin que les portes coulissantes. Elles doivent s'ouvrir vers l'extérieur afin de ne pas diminuer le volume de stockage offert par le magasin. Les portes métalliques sont plus résistantes que les portes en bois. Si celles-ci ne sont pas disponibles, il est nécessaire de recouvrir la face extérieure des portes en bois d'un feuillard métallique pour les protéger de l'attaque des rongeurs.**

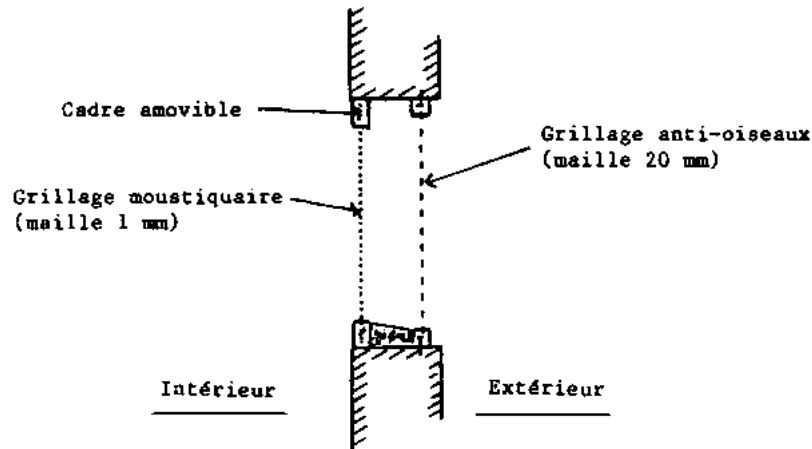
**Les aérations basses ne sont pas conseillées car elles sont à l'origine de nombreux problèmes (entrée d'eau, de rongeurs par exemple). Elles doivent de préférence se trouver au fait des murs pour être protégées des pluies par les avant-toits. Ces ouvertures doivent être équipées d'un grillage anti-oiseaux et d'une moustiquaire fixée sur un cadre amovible, l'espace entre ces deux grillages devant être supérieur à 10 cm. La figure IV.7 fournit une représentation schématique d'une ouverture d'aération grillagée.**

### Les finitions

**Les murs doivent recevoir un enduit de ciment, et si possible une couche de peinture vinylique ou glycérophthalique sur la face interne et un badigeon de chaux sur la face externe. Les murs de couleur claire reflètent le rayonnement solaire et diminuent ainsi**

### **l'accumulation de chaleur ♦ l'intérieur du magasin.**

**Il est conseillé ♦ d'arrondir la jonction entre les murs et les dalles du sol afin de faciliter le nettoyage. La réalisation de la jonction entre les murs et le toit doit ♦tre réalis♦e avec beaucoup de soin afin d'assurer une parfaite ♦tanch♦it♦.**



**Figure IV.7 D ♦tail d'une ouverture grillag♦e**

### **Les am♦nagements ext♦rieurs**

**Un trottoir ext♦rieur, d'une largeur sup♦rieure au d♦bordement de la toiture, doit ♦tre pr♦vu autour du b♦timent afin que les eaux de pluie n'affouillent pas le bas des murs. Des drains doivent ♦galement ♦tre pr♦vus pour l'♦vacuation des eaux de pluie.**

**Le magasin doit ♦tre implant♦ sur un terrain suffisamment grand, prot♦g♦ par une**



**clôture. Il est nécessaire de le relier aux voies d'accès principales par des chemins permettant le passage des camions ou charrettes en toutes saisons.**

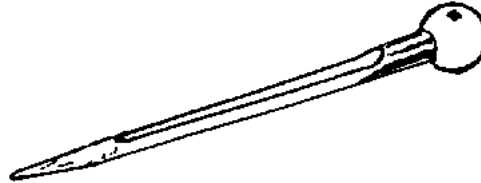
#### **IV. EQUIPEMENT DES CENTRES DE STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**

**Il est nécessaire d'équiper les centres de stockage des matériels suivants afin de faciliter la gestion et le contrôle des stocks:**

- balais
- matériel pour le contrôle des stocks
  - bascule classique de 200 kg;
  - sondes pour échantillonnage (une sonde é sac est représentée é la figure IV.8);
  - tamis pour analyser les impuretés;
  - appareil de mesure de l'humidité des grains.
- matériel nécessaire au traitement insecticide
  - pulvérisateur pour insecticide liquide;
  - poudreuse (une poudreuse é main est représentée é la figure IV.9).
- matériel de manutention
  - diables: le transport des sacs dans les magasins se fait généralement é dos d'homme. La tâche des manoeuvres peut étre facilitée par l'acquisition de petits diables (voir figure IV.10)
  - monte-sacs: la confection des piles de sacs est une opération délicate et pénible. La charge de travail peut étre allégée par l'utilisation de petits

**Élévateurs de sacs fonctionnant avec un moteur électrique ou thermique. La figure IV.11 illustre un monte-sac mobile équipé d'un moteur thermique. Ces matériels ne requièrent qu'une faible surface au sol. Il est conseillé d'en équiper les petits magasins où il serait difficile d'utiliser les équipements standards assez volumineux.**

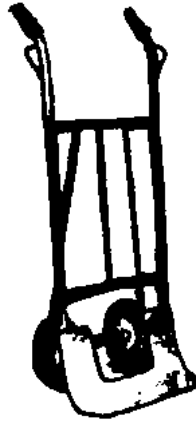
**- Matériels de nettoyage et de reconditionnement des produits.**



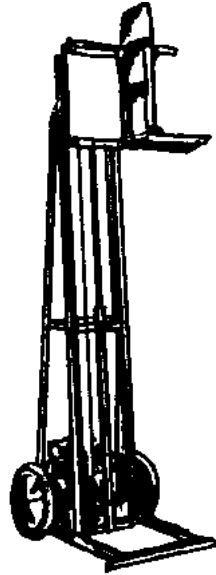
**Figure IV.8 Sonde & sac pour échantillonnage du grain stocké**



**Figure IV.9 Poudreuse  $\diamond$  main**



**Figure IV.10 Diable utilisé pour le transport des sacs de grain**



**Figure IV.11 Monte-sac mobile**

Il est quelquefois nécessaire de reconditionner une livraison de grains contenant des impuretés avant de la stocker avec du grain de bonne qualité. Ceci nécessite une unité de nettoyage et de reconditionnement des produits qui est généralement installée sur l'aire de travail du centre. Une chaîne de reconditionnement (représentée à la figure IV.12) doit comporter les matériels suivants:

- une trémie pour la vidange des sacs;
- une vis d'alimentation du nettoyeur;
- un nettoyeur séparateur;

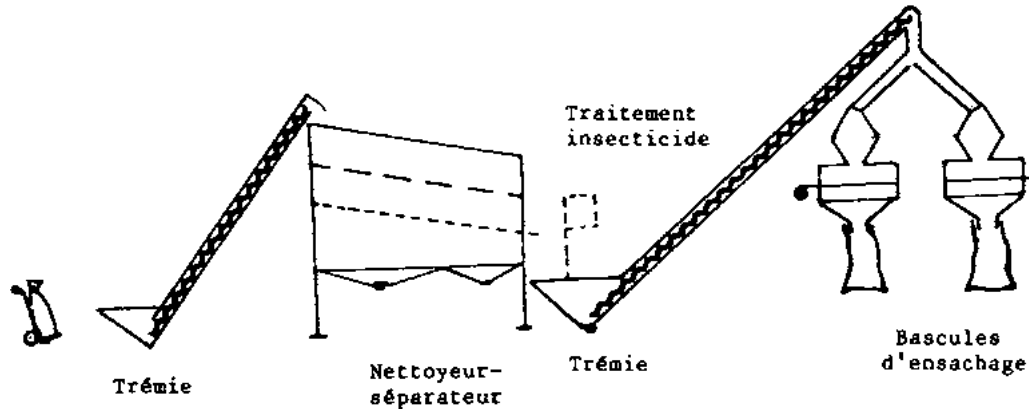
- un appareil pour le traitement insecticide en continu
- (par pulvérisation);
- un peseur ensacheur;
- une couseuse de sac.

**Le fonctionnement d'une telle unité nécessite l'alimentation du centre de stockage en électricité, soit par raccordement au réseau électrique national soit par l'installation d'un groupe électrogène à l'extérieur du bâtiment.**

## **V. GESTION ET MAINTENANCE DES CENTRES DE STOCKAGE**

### **V.1. Préparation des centres avant le stockage**

**L'état général des locaux doit être vérifié avant tout stockage. Il est indispensable de nettoyer soigneusement les diverses parties du magasin et de réparer ou de boucher toutes les fissures. Par la suite, l'intérieur des locaux doit être traité avec un insecticide de contact.**



**Figure IV.12** Schéma d'une unité de reconditionnement

Les abords des magasins doivent être entretenus (herbes coupées, immondices évacués ou brûlés) afin de dégager une aire parfaitement propre autour des bâtiments. Ces mesures d'hygiène constituent un moyen de lutte préventive contre les rongeurs.

Les différents équipements doivent aussi être vérifiés et, le cas échéant, réparés. Le centre doit maintenir des stocks suffisants d'insecticides, carburants, sacs et autres matériels pour le cas où ils ne sont pas disponibles régulièrement dans le pays.

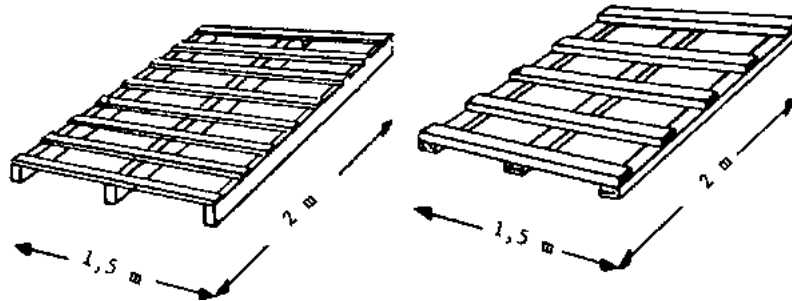
## V.2 Mise en place des stocks

Les sacs à stocker ne doivent pas présenter de ruptures. Le contenu de quelques sacs choisis au hasard devra être analysé afin de s'assurer que les grains sont sains pour le stockage (par exemple, ils doivent être suffisamment secs et ne pas être mêlés de trop d'impuretés). Dans le cas contraire, il est nécessaire de reconditionner le stock de grains.

La mise en place des stocks se fait en fonction de la nature du produit (des produits différents doivent être stockés séparément) et du type d'opérations qu'il faudrait effectuer au cours du stockage. Ainsi, des allées doivent être aménagées entre les lots afin de faciliter la manutention, le traitement et le contrôle des sacs. Le nombre de lots dans les petits centres communautaires devrait être aussi bas que possible afin de maximiser le volume de produit stocké. L'utilisation de crochets pour déplacer les sacs est à éviter pour ne pas détériorer les emballages.

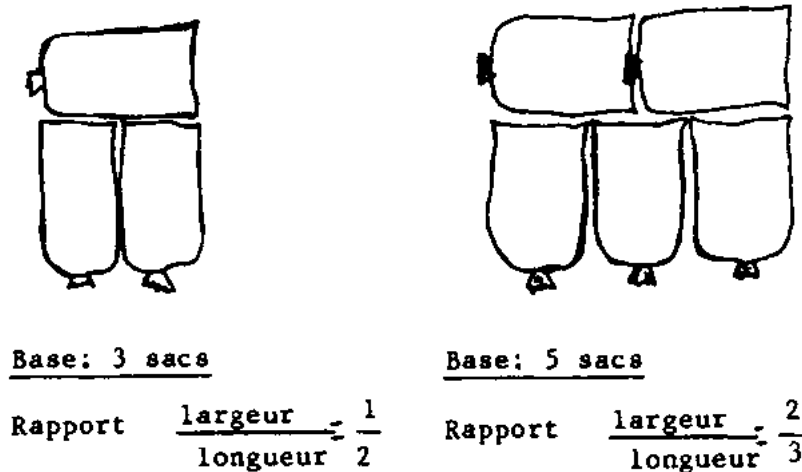
L'emploi de palettes sur lesquelles sont empilées les piles est nécessaire lorsque l'adhésion du sol du magasin n'est pas parfaite ou quand le centre de stockage est situé en zone humide. Les deux exemples de palettes illustrés à la figure IV.13 ont des dimensions réduites (1,5 m x 2 m) qui facilitent le transport. L'emploi de palettes dans les zones sèches n'est pas nécessaire en général.

Des méthodes très précises de disposition des sacs sont utilisées lors de la réalisation des piles. L'unité de base est en général constituée de 3 ou 5 sacs, suivant la taille de ces derniers (voir figure IV.14).



**Figure IV.13** Palettes pour le stockage des grains en sacs





**Figure IV.14** Deux schémas de base classiques pour la confection des piles de sacs



[Home](http://www24.brinkster.com/alexweir/)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/">

Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)

➔ CHAPITRE V. ESTIMATION DES COÛTS DE STOCKAGE

I. INTRODUCTION

II. METHODOLOGIE DE CALCUL DU COÛT DE STOCKAGE

(*introduction...*)

II.1 Coût d'amortissement des installations et assurances

II.2 Valeur locative du terrain



Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986...



**II.3 Salaires du personnel permanent**

**II.4 Frais de réparation et d'entretien des équipements et des bâtiments**



**II.5 Frais de consommation d'énergie**



**II.6 Frais de main-d'oeuvre temporaire**



**II.7 Frais de sacherie**



**II.8 Frais de traitement insecticide**



**II.9 Calcul du coût unitaire de stockage**



**III. CONSIDERATION DES PERTES DANS LE CHOIX D'UN SYSTEME DE STOCKAGE**

**Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)**

## **CHAPITRE V. ESTIMATION DES COÛTS DE STOCKAGE**

### **I. INTRODUCTION**

**Le stockage des grains peut nécessiter des investissements importants surtout au niveau du stockage communautaire. Aussi est-il important d'identifier le type de stockage le moins coûteux et le plus performant du point de vue de la protection des grains contre les mauvaises conditions climatiques et les déprédateurs. En général, le coût par tonne de grains logée devrait augmenter avec le degré de protection offert par le système de stockage car une augmentation du coût unitaire de stockage ne serait pas autrement justifiée. Ainsi, le choix d'un système de stockage "A" plus performant mais aussi plus coûteux qu'un système de stockage "B" devrait satisfaire la relation suivante:**

**[Coût annuel de stockage + valeur annuelle des pertes]<sub>A</sub>**

**est inférieur au**

**[Coût annuel de stockage + valeur annuelle des pertes]**

**Dans la relation ci-dessus, la valeur annuelle des pertes (par suite de moisissures, attaques de rongeurs, etc.) est fonction de la seule performance du système de stockage choisi.**

**Ce chapitre propose une méthode d'estimation du coût unitaire de stockage qui pourrait être utilisée pour évaluer les différents systèmes de stockage communautaire. L'estimation du coût unitaire devrait se faire pour chacun des systèmes répondant à un certain nombre de critères (par exemple, volume à stocker, matériaux de construction disponibles, main-d'oeuvre locale qualifiée) dans le but d'identifier le système qui satisfait la relation ci-dessus.**

**Cette méthode d'estimation peut aussi être utilisée dans le cas du stockage villageois. Cependant, elle devra être modifiée compte tenu du fait qu'il est souvent difficile d'estimer les coûts de main-d'oeuvre. En effet, les systèmes de stockage villageois sont souvent construits par les villageois eux-mêmes durant les périodes où ils ne doivent pas travailler dans les champs. Il est par conséquent difficile de chiffrer le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre. De plus, plusieurs systèmes de stockage villageois utilisent des matériaux locaux disponibles et gratuits (par exemple la terre, les déchets végétaux). Ainsi, le choix d'un système de stockage villageois dépend davantage de l'efficacité du système que de son coût "monétaire", qui est généralement assez bas.**

## **II. METHODOLOGIE DE CALCUL DU COUT DE STOCKAGE**

**Dans le cas du stockage communautaire, un choix doit souvent être fait entre un stockage en vrac et un stockage en sacs. Pour une capacité donnée, ces deux techniques diffèrent de par la taille des installations qu'elles requièrent (le volume spécifique du produit**

**stocké en sacs différent de celui du produit stocké en vrac) et par les équipements nécessaires au fonctionnement des centres.**

**Le coût unitaire de stockage devra tenir compte d'un certain nombre de charges fixes et variables. Les charges fixes comprennent les éléments suivants:**

- **coût d'amortissement des installations (bâtiments et équipements);**
- **valeur locative du terrain;**
- **salaires du personnel permanent du centre de stockage;**
- **coût des assurances diverses.**

**Les charges variables comprennent les éléments suivants:**

- **frais de réparation et d'entretien des bâtiments et équipements;**
- **frais de consommation d'énergie (électricité, carburant);**
- **frais de main-d'oeuvre temporaire;**
- **frais de sacherie (pour un stockage en sacs);**
- **frais de traitement insecticide et rodenticide.**

**Il convient d'ajouter ces charges fixes et variables le coût des pertes en grains dans le cas où le degré d'efficacité des systèmes de stockage potentiels n'est pas le même pour l'ensemble des systèmes. Dans le cas contraire, ou s'il est difficile d'estimer de façon précise les pertes associées à chacun des systèmes, il n'est pas nécessaire de tenir compte du coût des pertes lors du choix d'un système de stockage.**

**Les méthodes d'estimation des différentes charges fixes et variables sont brièvement décrites dans les paragraphes suivants.**

## **II.1 Coût d'amortissement des installations et assurances**

### a) Méthode de calcul du coût d'amortissement

Le montant de l'amortissement annuel des installations (bâtiments et équipements) est fonction du coût de construction et de celui des équipements, de leur durée de vie et du taux d'intérêt.

Le coût d'amortissement des bâtiments peut être calculé de la manière suivante:

Considérons un magasin dont le coût de construction est égal à C (500 000 francs français (FF)) et ayant une durée de vie de 20 ans. Supposons un taux d'intérêt de 18 pour cent. L'amortissement annuel du bâtiment peut être calculé à l'aide du tableau V.1 qui fournit le facteur d'annuité constante (T) pour différentes valeurs du taux d'intérêt (de 5 pour cent à 40 pour cent) et pour différentes durées d'amortissement (de 1 à 25 ans). Il suffit pour cela de diviser le coût de la construction C par le facteur T. Dans l'exemple ci-dessus, T est égal à 5,353 et l'amortissement annuel du bâtiment est donc égal à :

$$\frac{C}{T} = \frac{500000}{5,353} = 93045\text{FF}$$

La même méthode peut être appliquée pour calculer le coût d'amortissement annuel des équipements<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Cette méthode de calcul ne tient pas compte de la valeur résiduelle des bâtiments et des équipements à la fin de leur vie. La prise en compte de celle-ci nécessite l'utilisation de la relation suivante:

$$A = \frac{C}{T} - \frac{R_i}{(1+i)^n - 1}$$

**A = coût annuel d'amortissement;**  
**R = valeur résiduelle du bâtiment ou de l'équipement;**  
**i = taux d'intérêt;**  
**n = durée de vie du bâtiment ou des équipements.**

**Le fait d'assumer une valeur de R égale à zéro ne devrait pas augmenter de manière significative la valeur de A.**

**Le calcul du coût d'amortissement des bâtiments et des équipements nécessite l'estimation des éléments suivants:**

### **Coût de construction des bâtiments**

**De très nombreux facteurs interviennent dans la définition des coûts de construction: taille des installations, éloignement du site, coût du transport des matériaux, choix des matériaux, disponibilité et coût de la main-d'oeuvre, etc. Dans tous les cas, une étude précise des coûts de construction qui tient compte des conditions locales doit être effectuée. Cependant, l'expérience montre que les investissements nécessaires à la construction d'installations de stockage en vrac sont en général supérieurs à ceux nécessaires à la construction d'installation de stockage en sacs.**

### **Coût des équipements**

**Le coût des équipements doit inclure les frais de transport et, le cas échéant, les frais de dédouanement ainsi que diverses taxes. Ces coûts peuvent être obtenus auprès des fabricants ou des importateurs locaux.**

### **Durée de vie des bâtiments et des équipements**

**La durée de vie des bâtiments dépend, en grande partie, du type de matériaux utilisés dans la construction. Les durées de vie suivantes sont en général retenues:**

- magasins en maçonnerie: 20 à 25 ans
- magasins métalliques: 10 à 15 ans
- magasins souples en plastique: 5 ans

**Une durée de vie de 7 ans est généralement retenue pour les divers équipements bien qu'en pratique la longévité de ceux-ci dépend surtout de la manière dont ils ont été utilisés et entretenus.**

## **b) Assurances**

**Les frais annuels d'assurance des installations correspondent généralement à environ 1 pour cent du montant de l'investissement.**

## **II.2 Valeur locative du terrain**

**La valeur locative du terrain doit être ajoutée aux différentes charges fixes annuelles. Elle est estimée en fonction de la surface de la concession sur laquelle est implanté le magasin et du coût de location des terrains dans la zone du projet. La valeur locative du terrain doit être ajoutée aux charges fixes même si le terrain appartient aux propriétaires du magasin de stockage. En effet, il pourrait être vendu ou loué dans le cas où il ne serait pas utilisé en vue du stockage des grains.**

## **II.3 Salaires du personnel permanent**

**Un centre de stockage communautaire nécessite un gérant ou un magasinier, un technicien dans le cas où les équipements motorisés sont utilisés ainsi que quelques ouvriers non qualifiés (pour la manutention, le nettoyage, la fumigation, etc.). Dans**

**certains cas, les services d'un secrétaire-comptable peuvent être nécessaires. L'estimation du coût annuel du personnel permanent se fait sur la base des salaires payés ces différents salariés dans la région concernée.**

#### **II.4 Frais de réparation et d'entretien des équipements et des bâtiments**

**Les frais de réparation des équipements par des artisans spécialisés ou petites entreprises mécaniques dépendent en grande partie de leur qualité, de la durée annuelle d'utilisation, et du soin apporté à leur fonctionnement et entretien. La maintenance qui doit normalement se faire par les techniciens du centre de stockage (par exemple le nettoyage et le graissage des machines, le remplacement des pièces d'usure) nécessite l'acquisition d'un stock suffisant de pièces de rechange. En général, le montant annuel pour les réparations et la maintenance est estimé à 10 pour cent du montant de l'investissement. Un pourcentage inférieur peut être utilisé pour les bâtiments surtout si ces derniers sont bien conçus et construits.**

#### **II.5 Frais de consommation d'énergie**

**Les matériels motorisés peuvent être équipés de moteurs électriques ou thermiques. Le choix de la source d'énergie dépend du lieu d'implantation des unités de stockage. L'utilisation de groupes électrogènes est assez fréquente du fait que les systèmes de stockage communautaires sont souvent installés dans les zones rurales qui ne sont pas raccordées au réseau électrique national. Les indications sur les équipements motorisés dans les brochures de fabricants sont en général suffisantes pour estimer la consommation électrique ou en carburant de ces équipements.**

#### **II.6 Frais de main-d'oeuvre temporaire**

**En période de mise en place des stocks et de vidange des magasins, il est fréquent de faire appel à une main-d'oeuvre temporaire. Le coût de cette main d'oeuvre n'est pas**



**toujours facile à estimer car il n'existe pas de données précises sur la productivité des différentes techniques de manutention (manuelle, assistée de divers équipements). De plus, la productivité de la main-d'oeuvre dépend entre autres du type de stockage choisi (en sacs, en vrac) de la distance entre l'aire de chargement ou de déchargement et des emplacements de stockage à l'intérieur du magasin et de la régularité dans le temps des opérations de chargement ou de déchargement. Le lecteur est donc avisé d'obtenir des données sur la productivité de la main-d'oeuvre à partir de centres similaires déjà établis.**

## **II.7 Frais de sacherie**

**Les frais de sacherie peuvent représenter un coût annuel relativement important. Les sacs en polypropylène tissé sont moins coûteux que les sacs en jute mais ils ne permettent pas toujours de réaliser un bon stockage (voir Chapitre IV). Ils résistent mal aux différentes opérations de manutention et doivent être remplacés plus souvent que les sacs en toile de jute. Le coût de différents types de sacs peut être obtenu auprès de fournisseurs locaux.**

## **II.8 Frais de traitement insecticide**

**Les frais de traitement insecticide incluent le coût des insecticides en poudre (utilisés lors de la confection des piles de sacs) et de celui des insecticides liquides (utilisés en pulvérisation). La quantité de poudre nécessaire est fonction du volume des stocks et de la rotation de ces derniers car le poudrage n'est réalisé qu'au moment de la mise en place des stocks. Par contre, les pulvérisations sont plus fréquentes: il faut prévoir environ quatre pulvérisations par an de l'ensemble des stocks. Les quantités de poudre et de liquide peuvent être estimées pour un volume donné de produits stockés, en fonction de la périodicité des traitements et des instructions d'utilisation fournies sur les paquets d'insecticide en poudre ou les récipients d'insecticide liquide. Les centres de stockage qui**

**devront utiliser régulièrement des équipes spécialisées de fumigation peuvent obtenir une estimation du coût des interventions des services concernés ou d'entreprises locales.**

## **II.9 Calcul du coût unitaire de stockage**

**Le coût unitaire de stockage peut être exprimé en termes de coût de stockage journalier d'une tonne de produit. Ainsi, il est nécessaire d'estimer le nombre de tonnes de produit stocké pour chaque jour de l'année afin de calculer le nombre de tonnes-jour pour toute une année. Le coût unitaire de stockage est calculé en divisant la somme des charges fixes et variables annuelles par le nombre total de tonnes-jour (par exemple, x francs français par tonne-jour).**

**Le coût unitaire de stockage est fonction, entre autres, du taux d'occupation journalier de la structure et de la périodicité de rotation des stocks (le taux d'occupation est égal à la fraction du volume disponible de la structure occupée par les stocks de grains). Il est d'autant plus élevé que le taux d'occupation est bas car les charges fixes annuelles demeurent les mêmes quel que soit le taux d'occupation. De même, le coût unitaire est d'autant plus élevé que la période de rotation des stocks est courte car ceci augmente les charges variables par tonne-jour (en particulier les coûts de main-d'oeuvre temporaire).**

## **III. CONSIDERATION DES PERTES DANS LE CHOIX D'UN SYSTEME DE STOCKAGE**

**Il est en général difficile d'estimer de manière précise le niveau des pertes associées à différents systèmes de stockage, et donc de faire un choix parmi ces systèmes, compte tenu des coûts d'investissement et de fonctionnement de chacun de ceux-ci. Ceci est d'autant plus vrai si le choix doit être fait entre, par exemple, un système de stockage villageois de quelques tonnes et un système de stockage communautaire de quelques centaines de tonnes. Cependant, une estimation très précise des pertes n'est souvent pas nécessaire lorsqu'il s'agit de comparer deux systèmes assez similaires du point de vue de**

## la technique du stockage et du volume des stocks.

Considérons par exemple le cas d'un système de stockage en sacs suffisant pour 300 tonnes de sorgho. Supposons que le choix doit être fait entre un magasin construit en éléments métalliques et un magasin en maçonnerie et que des estimations assez précises des coûts de construction et d'équipement de chacun des deux magasins soient disponibles. Par contre, les taux de pertes associées aux deux types de magasins ne sont pas connus. On peut seulement affirmer que les taux de pertes des magasins métalliques varient entre 5 et 15 pour cent alors que ceux des magasins en maçonnerie varient entre 3 et 10 pour cent. Ainsi, les magasins métalliques peuvent occasionner de 2 à 5 pour cent de pertes en plus, soit l'équivalent de 6 à 15 tonnes de sorgho pour un magasin d'une capacité de 300 tonnes. Pour un prix du sorgho gal de 2 000 FF la tonne (1985), les pertes résultant du choix d'un magasin en éléments métalliques varieraient donc entre 12 000 FF et 30 000 FF par an. Si l'on suppose que ces pertes sont uniquement dues à une différence de qualité entre les structures en maçonnerie et celles en éléments métalliques, il serait rentable de choisir une structure en maçonnerie pour autant que le coût d'amortissement annuel supplémentaire des bâtiments ne dépasse pas la valeur des pertes. Quelle devra donc être la différence maximum entre le coût de construction d'une structure en maçonnerie et celui d'une structure métallique qui justifierait le choix d'une structure en maçonnerie? Cette différence peut être calculée comme suit:

Supposons une durée de vie de 20 ans pour les deux types de structures et un taux d'intérêt de 15 pour cent. Dans ce cas, la valeur du facteur d'annuité constante T est égale à 6,259. Un amortissement annuel supplémentaire de 12 000 FF par an correspondrait donc à un investissement supplémentaire de:

$$12\ 000\ \text{FF} \times 6,259 = 75\ 108\ \text{FF}$$

De même, un amortissement annuel supplémentaire de 30 000 FF par an correspondrait

◆ un investissement supplémentaire de:

$$30\ 000\ \text{FF} \times 6,259 = 187\ 770\ \text{FF}$$

Le choix d'une structure en maçonnerie serait donc justifié si l'investissement supplémentaire est inférieur à 75 108 FF<sup>1</sup>. Par contre, une structure métallique devrait être adoptée si l'investissement supplémentaire est supérieur à 187 770 FF.

<sup>1</sup> Une estimation assez précise de l'investissement supplémentaire est relativement aisée. Il suffit de demander un devis à une entreprise locale.

Enfin, un choix qui comporterait peu de risques n'est pas possible si l'investissement supplémentaire est compris entre 75 108 FF et 187 770 FF. Cependant, une telle situation ne devrait pas être très courante et il devrait être possible de choisir sans risques entre deux systèmes de stockage de capacité similaire.

### Tableau V.1

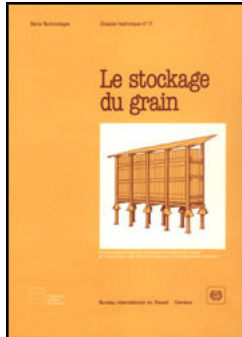
Table d'actualisation: valeur actuelle, au taux d'intérêt  $i$ , de la somme de  $n$  annuités d'un franc payables en fin d'année (les points correspondent à des virgules)

Nombre d'années $n$	Intérêt $i$													
	5%	6%	0%	10%	12%	14%	15%	16%	18%	20%	22%	24%	25%	26%
1	0.952	0.943	0.926	0.909	0.893	0.877	0.870	0.862	0.847	0.833	0.820	0.806	0.800	0.794
2	1.859	1.833	1.783	1.736	1.690	1.647	1.626	1.605	1.566	1.528	1.492	1.457	1.440	1.424
3	2.723	2.673	2.577	2.487	2.402	2.322	2.283	2.246	2.174	2.106	2.042	1.901	1.952	1.923

4	3.546	3.465	3.312	3.170	3.037	2.914	2.855	2.798	2.690	2.589	2.494	2.404	2.362	2.320
5	4.330	4.212	3.993	3.791	3.605	3.433	3.352	3.274	3.127	2.991	2.864	2.745	2.689	2.635
6	5.076	4.017	4.623	4.355	4.111	3.889	3.784	3.685	3.498	3.326	3.167	3.020	2.951	2.885
7	5.786	5.582	5.206	4.868	4.564	4.288	4.160	4.039	3.812	3.605	3.416	3.242	3.161	3.003
8	6.463	6.210	5.747	5.3)5	4.968	4.639	4.487	4.344	4.078	3.837	3.619	3.421	3.329	3.241
9	7.108	6.802	6.247	5.759	5.328	4.946	4.772	4.607	4.303	4.031	3.786	3.566	3.463	3.366
10	7.72?	7.360	6.710	6.145	5.650	5.216	5.019	4.833	4.494	4.192	3.923	3.682	3.571	3.465
11	8.306	7.887	7.139	6.495	5.938	5.453	5.234	5.029	4.656	4.327	4.035	3.776	3.656	3.544
12	8.863	8.384	7.536	6.814	6.194	5.660	5.421	5.197	4.793	4.439	4.127	3.851	3.725	3.606
13	9.394	8.853	7.904	7.103	6.424	5.842	5.583	5.342	4.910	4.533	4.203	3.912	3.780	3.656
14	9.899	9.295	8.244	7.367	6.628	6.002	5.724	5.468	5.008	4.611	4.265	3.962	3.824	3.695
15	10.380	9.712	8.559	7.606	6.811	6.142	5.847	5.575	5.092	4.675	4.315	4.001	3.859	3.726
16	10.830	10.106	8.851	7.824	6.974	6.265	5.954	5.669	5.162	4.730	4.357	4.033	3.887	3.751
17	11.274	10.477	9.122	8.022	7.120	6.373	6.047	5.749	5.222	4.775	4.391	4.059	3.910	3.771
18	11.690	10.828	9.372	8.201	7.250	6.467	6.128	5.818	5.273	4.812	4.419	4.080	3.928	3.786
19	12.085	11.158	9.604	8.365	7.366	6.550	6.198	5.877	5.316	4.844	4.442	4.097	3.942	3.799
20	12.462	11.470	9.818	8.514	7.469	6.623	6.259	5.929	5.353	4.870	4.460	4.110	3.954	3.808
21	12.821	11.764	10.017	8.649	7.562	6.687	6.312	5.973	5.384	4.891	4.476	4.121	3.963	3.816
22	13.163	12.042	10.201	8.772	7.645	6.743	6.359	6.011	5.410	4.909	4.488	4.130	3.970	3.822
23	13.489	12.303	10.371	8.883	7.718	6.792	6.399	6.044	5.432	4.925	4.499	4.137	3.976	3.827
24	13.799	12.550	10.529	8.985	7.784	6.835	6.434	6.073	5.451	4.937	4.507	4.143	3.981	3.831
25	14.094	12.783	10.675	9.077	7.843	6.873	6.464	6.097	5.467	4.948	4.514	4.147	3.985	3.834



[Home":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">](http://www24.brinkster.com/alexweir/)



## Le Stockage du Grain (ILO - WEP, 1986, 140 p.)



*(introduction...)*



**PREFACE**



**REMERCIEMENTS**



**CHAPITRE I. ELEMENTS POUR UNE STRATEGIE DU STOCKAGE**



**CHAPITRE II. CARACTERISTIQUES DES GRAINS STOCKES ET FACTEURS DE DEGRADATION**



**CHAPITRE III. STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS**



**CHAPITRE IV. STOCKAGE COMMUNAUTAIRE**



**CHAPITRE V. ESTIMATION DES COUTS DE STOCKAGE**



**ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**



**ANNEXE II. LISTE DE QUELQUES ORGANISMES DE RECHERCHE OU D'ORGANISATIONS S'INTERESSANT AU STOCKAGE DES PRODUITS AGRICOLES**



**ANNEXE III. BIBLIOGRAPHIE**



**QUESTIONNAIRE**



**QUELQUES PUBLICATIONS DU BIT**



**COUVERTURE ARRIERE**

### **ANNEXE I. GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES**

Acide aminé

Substance organique ayant une fonction acide et une fonction aminé. Les acides

aminés sont les constituants fondamentaux des protéines.

- Activité de l'eau Grandeur égale, à une température donnée, au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau à la surface du grain et de la pression de vapeur saturante. À l'équilibre hygroscopique, l'activité de l'eau est identique à l'humidité relative de l'air. Elle est égale à 1 pour une humidité relative de 100 pour cent.
- Aérobie Se dit d'êtres vivants dont l'existence ne peut se poursuivre qu'en présence d'oxygène et par extension, qualifie souvent l'atmosphère (riche en oxygène) elle-même.
- Albumen Tissu de réserve contenu dans certaines graines entourant et nourrissant la plantule.
- Banco Matériau traditionnel de construction constitué d'un mortier d'argile plus ou moins additionné de paille.
- Caryopse Fruit sec à graine unique soudée au péricarpe.
- Chainage Armature ou élément de construction destiné à renforcer une maçonnerie.
- Coléoptères Ordre d'insectes dont la première paire d'ailes est transformée en tuis chitineux rigides (les élytres) protégeant la seconde paire d'ailes membraneuses.
- Enzyme Substance organique soluble provoquant ou accélérant une réaction. Les enzymes sont des molécules protéiques complexes agissant comme catalyseurs des réactions biochimiques.
- Ferme Assemblage d'éléments de charpente triangulés disposés verticalement pour servir de support à la couverture. Les différentes fermes formant l'ossature de la toiture sont reliées par des pannes.
- Fumigant Substance qui, à une température et pression données, peut être produite sous forme gazeuse à une concentration mortelle pour une espèce vivante donnée.
- Humidité Exprime, en pourcentage, le rapport de la masse d'eau contenue dans un échantillon de grain à la masse totale de l'échantillon.
- Hydrofuge Qui préserve l'humidité, qui s'oppose au passage de l'eau.

Hygrométrie	Evaluation du degré d'humidité de l'air.
Hygroscopique	Qui absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'air. A l'équilibre hygroscopique la pression partielle de vapeur d'eau à la surface du produit est égale à la pression partielle de vapeur d'eau dans le milieu ambiant. Il n'y a plus de change de vapeur d'eau entre le produit (par exemple grains) et l'air ambiant.
Insectifuge	Substance qui protège les grains contre les insectes en tenant ceux-ci à l'écart.
Larve	Forme active, très différente de l'adulte, présente par de nombreux animaux au sortir de l'oeuf. Les larves d'insectes sont souvent les principaux responsables des dégâts dans les denrées stockées.
Lépidoptères	Ordre d'insectes nommés couramment papillons, à deux paires d'ailes membraneuses couvertes de caillots colorés.
Métabolisme	Ensemble de réactions biochimiques qui se produisent au sein de la matière vivante et par lesquelles certaines substances s'élaborent (anabolisme) ou se dégradent en libérant de l'énergie (catabolisme).
Microflore	Ensemble des végétaux microscopiques présents dans les grains ou autres produits (moisissures, levures, etc.).
Moisissures	Nom commun aux champignons de petite taille qui vivent sur les produits agricoles, les aliments, et qui leur font subir des altérations chimiques.
Mycotoxine	Substance toxique produite par les moisissures (par exemple Aflatoxine produite par <i>Aspergillus Flavus</i> ).
Nébulisation	Mode de traitement dans lequel un pesticide est appliqué sous forme de brouillard.
Nibé	Légumineuse à petites graines surtout cultivée en zone sèche.
Organoleptique	Se dit de la propriété que possèdent les corps de faire directement impression sur les organes des sens: le goût, l'odeur, l'aspect, la texture, la couleur d'une substance.
Pannes	En construction il s'agit d'éléments horizontaux d'une charpente de couverture



Pannes	En construction, il s'agit d'éléments horizontaux à une charpente de couverture qui supportent les chevrons.
Parpaings	Éléments de construction préfabriqués, en agglomérat de ciment de forme parallélogrammique et généralement creux.
Péricarpe	Ensemble de tissus (épicarpe, mesocarpe, endocarpe) qui entourent la graine des fruits.
Pignon	Partie supérieure triangulaire d'un mur sur laquelle portent les pannes d'un toit à deux pentes.
Poudrage	Traitement consistant à appliquer de la poudre insecticide sur les produits à conserver.
Pulvérisation	Traitement consistant à appliquer un insecticide liquide sous la forme de fines gouttelettes.
Spathes	Feuilles (grandes bractées) recouvrant l'épi de maïs. L'épi de maïs recouvert de ses spathes est parfois appelé "panouille".
Thermométrie Relative	la mesure des températures (par exemple, sondes thermométriques).
Traitement	Opération consistant à appliquer ou à mettre en œuvre un ou plusieurs agents physiques, chimiques ou biologiques en vue de protéger ou d'améliorer la production agricole.
Travée	Espace compris entre deux piliers ou deux points d'appuis, ou entre deux fermes successives d'une charpente.

