

# Transport

[Contents](#) - [Previous](#) - [Next](#)

## Definition

Transport generally marks the passage from one stage of the post-harvest system to the next.

Transport, whether traditional or mechanized, is needed to move the agricultural commodities:

- from the harvest fields, to the threshing or drying site;
- from there to the farmer's storehouses or to collection-centre warehouses;
- from there to the processing industries or to bigger central storage buildings (often much farther from where the commodity is grown);
- from these industries or storage buildings to wholesalers or retailers for final marketing.

## Traditional transport

In many parts of the world, farmers and peasants live far away from any road on which grain can be transported to places of collection, storage, or marketing.

Therefore, products are often carried in small quantities over very bad roads or footpaths. This entails long transport times and high costs per unit of product transported, leading to a substantial decrease in incomes. This does not encourage farmers to increase their production.

Indeed, increasing production requires small farmers not only to develop storage buildings but also to readjust the local road network to the needs of product transport.

To alleviate these disadvantages, the road network would have to be improved to permit development of a small-scale transport system to meet the needs of the most distant production areas.

In places where the road network is undeveloped and agriculture is traditional, products are generally by transported people, donkeys, camels, and sometimes horses: oxen are more often used as draught animals.

Otherwise, pickup trucks, buses and taxis are often used to transport products to the

collection, storage and marketing places.

In places where most goods are transported by people or animals, it is not unusual for farmers to have to travel 30 or 40 km to take their grain to collection, storage or marketing places.

Often there is a rental system (animals, small trucks), with rates that vary according to the season, the condition of the roads, and the distance.

Where efforts are made to popularize the use of oxcarts and simple wheelbarrows, such initiatives meet with a certain success when the equipment can be easily made by local artisans. On the contrary, when imported parts (axles, wheels, etc.) cannot be locally repaired, such efforts end in failure.

## **Road transport**

For road transport, tractors with trailers are generally used in the field, while on the road goods are transported on trucks of varying capacities.

It has not been possible to standardize the dimensions and capacities of trucks, because of the variety of transport requirements and the number of companies that manufacture chassis and bodies for these types of vehicles.

This being said, where the road system permits and the storage and marketing organization require it, there is a tendency to use big dump-trucks with cargo capacities of dozens of tonnes.

## **Purchase or rental of trucks**

The choice between these alternatives should be made after an analysis of the needs, that is, an estimate of the quantities to be transported and of the type and number of vehicles necessary, depending on the characteristics of the routes and the frequency of travel.

On the one hand, the rental option offers various advantages:

- the transport operation itself is not run by the farmers, which saves them a good deal of time;
- potential vehicle breakdowns are chargeable to the rental company (in terms of time and responsibility as well as money);
- no one can make private use of the vehicles, which eliminates the upkeep expenses caused by misuse of these vehicles;
- the money that has not been spent to buy vehicles can immediately be used for other

purposes;

- all the expenses related to possession of a vehicle (insurance, license fees, upkeep) are eliminated.

On the other hand, the other option has its attractions:

- the vehicles are kept in better condition and are less likely to be misused or overloaded;
- the vehicles correspond exactly to the needs of the buyer, and he is sure of having them on hand at any time;

Nevertheless, renting seems to be the simplest and most economical method.

But if buying a vehicle appears to be the best solution to the transport problem, there is, on the one hand, the question of selecting the vehicle best-adapted to the situation with the best quality-price ratio. On the other hand, the most economical means of financing or making this purchase must be found.

In selecting the type of vehicle, it is first necessary to define its specific functions, and thus the features desired: its load-bearing capacity in terms of the weight and volume of the products to be transported; its size and shape in terms of the type of products; finally, its

technical features (four-wheel-drive vehicle, for instance) in terms of the condition of the road network.

It is obviously more economical to pay cash when purchasing a vehicle, but several possibilities exist for loans to be negotiated with banks. This can permit the simultaneous purchase of several vehicles necessary for the transport of products, rather than the purchase of a single vehicle paid for in cash.

The possibility of buying a second-hand vehicle should also be considered, although it should always be supplied by the seller with a guarantee for a certain period.

In any case, the purchase of a vehicle should not be seen as an isolated operation, but considered in the context of an overall programme for the production and distribution system of the products.

### **Programming road transport**

The transport system must be as economical and effective as possible. This implies strict planning for the use of vehicles, according to transport priorities of certain products, establishment of certain schedules, and availability of personnel.

Note that it is desirable to keep some flexibility in the planned programme, to provide against unforeseen circumstances.

It is best that one person be clearly in charge of this planning: drivers or transporters can address their suggestions and requests to this person in order to improve scheduling.

Good transport planning must take account of the location of collection points, processing and storage centres, and markets, of the distances separating them, and of the quantities of products to be loaded or unloaded at each point.

In addition, a route plan should be prepared for the drivers, in order to reduce distances and calculate transport time as closely as possible.

This is especially important when collecting harvested crops, in order to avoid theft or deterioration of products awaiting transport to storage centres.

## **Vehicle upkeep**

Like every other kind of management, supervision of vehicle upkeep tries to find the happy medium between two extremes: putting vehicles in the garage on working days, or making no

repairs at all in order not to lose a single working day.

In fact, both the technical and the economic aspects of the question must be taken into account.

The purpose of upkeep is to maintain the vehicles in good condition, to reduce to a minimum the possibility of mechanical breakdowns, to reduce the costs of using the vehicle, and to prolong its lifespan to the maximum.

Two types of upkeep must be distinguished: routine upkeep, which consists of regular checking on the condition of the vehicles, and emergency upkeep when an unexpected repair is needed.

## **Costs of road transport**

There is a tendency to reduce the overall costs of transport to the cost of fuel.

In reality, this is only an additional cost, and a small part of the total cost. Total cost is made up of fixed costs (those connected to the vehicle's papers and a potential driver's salary), to which are added the costs of use: fuel, oil, and upkeep in general.



To these must be added the cost of depreciation of the vehicle, which increases with its age.

Finally, it should be noted that the costs of use vary according to the distances travelled, the salaries paid, and the way in which the vehicle is driven; the fixed costs are invariable.

Depreciation cost depends both on the market and on how intensively the vehicle has been used.

To get a precise idea of transport costs in a given situation, a systematic estimate must be made of the costs of the vehicle per tonne or per quintal of product transported, taking account of all the above factors. This estimate should be repeated at least once a year.

An analysis of transport costs should be made when deciding between purchase or rental of vehicles.

## **Losses**

Transport costs have an important bearing on the sale price of a product. Thus losses during transport must be reduced to a minimum.

Loss means the difference in weight between the quantity loaded and the quantity unloaded.

But in addition to this loss in quantity, there is a loss in quality when the product undergoes changes during transport.

It is therefore important to reduce the transport time while performing an effective service capable of preserving the condition of the products.

Various factors can be at the root of losses in both quality and quantity.

Bags that are roughly handled during loading or unloading can tear, causing leakages of products during transport.

Driving too fast, or in vehicles that are in poor condition, can also cause product leakage.

In certain weather conditions (e.g. rainy season), products can deteriorate if they are transported without protection.

Furthermore, loads left unsupervised can be stolen.

Various solutions can be applied to the problem of losses, both as concerns the vehicles themselves and as concerns the handling of the products.

Flat-bed or low-sideboard trucks must be fitted with a framework roof, and their sides covered with tarpaulins that can be rolled up or removed, in order to give protection against rain, and provide proper ventilation for commodities with a high moisture content.

Although the structure and condition of the vehicles are important factors in transport, it is equally important to pay particular attention to handling.

During the loading and unloading of vehicles, as much use as possible should be made of two-wheeled trolleys and bag-lifts in order to reduce manhandling.

Care must be taken to load and arrange bags properly in the vehicles, avoiding crushing the lower layers, and placing the bags on pallets to permit air to circulate. The attention to be given to these operations depends on the characteristics of the product and on its moisture content.

If loading is to take place at several locations, the bags must be loaded in inverse order to that in which they will be unloaded (the last bag loaded will be the first unloaded).

## **Other means of transport**

In many countries, large quantities of goods are also transported by rail, and this has the advantage of generally being cheaper than road transport.

Rail's biggest disadvantage is that it almost always entails an additional transport operation on departure and arrival, unlike road transport which provides "door-to-door" service.

Over great distances, and where tile means exist, it is generally preferable to transport cereals by rail or by ship.

---

[Contents](#) - [Previous](#) - [Next](#)

[Home](#) > [ar](#).[cn](#).[de](#).[en](#).[es](#).[fr](#).[id](#).[it](#).[ph](#).[po](#).[ru](#).[sw](#)

---

## Appendixes

[Contents](#) - [Previous](#)

[Appendix I Units of measurement](#)

[Appendix I Units of measurement \(continued\)](#)

[Appendix I Units of measurement \(continued\)](#)

[Appendix I Units of measurement \(continued\)](#)

[Appendix II Physical characteristics of products](#)

[Appendix II Physical characteristics of products \(continued\)](#)

---

## **Bibliography**

J. L. MULTON, Conservation et stockage des grains et graines et produits drives, volume 1 et 2, Collection sciences et techniques agro-alimentaires, Technique et documentation (Lavoisier), 1982.

J.F. CRUZ et A. DIOP, Agricultural Engineering in Development: Warehouse Technique, FAO Agricultural Services Bulletin No. 74, 1989.

CEEMAT (Centre d'tude et d'experimentation du machinisme agricole et tropical), Conservation des grains en rgions chaudes, Rpublique franaise - Ministre de la cooperation et du dveloppement, 1988.

D.W. HALL, Manipulacin y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicules (FAO), 1971.

CEEMAT (Centre d'étude et d'expérimentation du machinisme agricole et tropical), Manuel de motorisation des cultures tropicales, Tome II (République française - Ministre de la coopération), 1974.

ILO (International Labour Organisation), Le stockage du grain, série technologique Dossier technique No. 11.

Manuel de l'agronome (République française - Ministre des relations extérieures Coopération et développement), 1984.

Elisabeth O'KELLY and R. H. FORSTER, Processing and storage of foodgrains by rural families, Agricultural Services Bulletin, No. 53 (FAO), 1983.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Prevention of postharvest food losses: a training manual, FAO Training Series No. 10, 1985.

L'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest, Etudes et solutions présentées lors du séminaire tenu à Bamako en avril 1979 (Agence de coopération culturelle et technique), 1980.

P. GILLIER, P. SILVESTRE, L'arachide, Techniques agricoles et productions tropicales, G.P. Maisonneuve et Larose, 1969.

M. JAMIESON et P. JOBBER, Manejo de los alimentos, Volume 2 et 3 (FAO, editorial PaxMexico), 1975.

E.V. ARAULLO, D.B. DE PADUA, MICHAEL GRAHAM, Rice Postharvest Technology (International Development Research Centre), 1976.

Structures de stockage des crales, des lgumineuses et de leurs drivs, compte rendu du sminaire international tenu Rabat en novembre 1990.

IDEMA (Instituto de Mercados Agropecuario), Manejo, secado y almacenamiento de granos cereales y oleaginosas, Memorias curve internacional, centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1985.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Agricultural engineering in development: selection of mechanisation inputs, Agricultural Services Bulletin No. 84 (FAO), 1990.

H.A.U. MONRO, Manual de fumagacin contra insectos (FAO), 1971

JO. ROUSSEAU, Cosecha de granos (trigo, maz, frigol y soya), Oficina Regional de la FAO pare America Latina y el Caribe, 1984.

J. GAVAIRIA LONDONO, Control de calidad de granos, Almacénar - Ediagro (Colombia), 1989).

Stockage et conservation des crales, CULTIVAR No. 170, March 1984.

C. LINDBLAD, L. DRUBEN, Preparing Grain for Storage, Volume I of Small Farm Grain Storage, Appropriate Technologies for Development, (Peace Corps - VITA), 1980.

MALCOLM HARPER, Recoleccin y recepcin de productos agropecuarios - Manual del instructor, Srie MATCOM, BIT, 1985.

MALCOLM HARPER - Gestin del almacenamiento - Munual del instructor, Srie MATCOM (BIT), 1985.

MALCOLM HARPER, Comercializacin de productos agropecuarios - Manual del instructor, Srie MATCOM (BIT), 1985.

R. BALDONI, L. GIARDINI, Coltivuzioni erbacee (Ptron Editore), 1986.

A. GRIMALDI, F. BONCIARELLI, F. LORENZETTI, Coltivazioni erbacee (Edizioni Agricole), 1983.



F. RIBAUDO, Prontuario di agricoltura per il geometra, il perito agrario e l'agrotecnico (Edizioni agricole), 1989.

G. TASSINARI, Manuale dell'Agronomo (REDA - Roma), 1980.

---

[Contents](#) -  [Previous](#)

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

---



# L'après-récolte des grains - organisation et techniques

---

## [Table des matières](#)

Préparé par  
**M. De Lucia**

et

**D. Assennato**

Consultants à la FAO

**BULLETIN DES SERVICES AGRICOLES DE LA FAO 93**

**ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE**

Rome, 1992

## **Droits d'auteur**

La reproduction totale ou partielle, sur support numérique ou sur papier, de cet ouvrage pour usage personnel ou pédagogique est autorisée par la présente, sans frais ou sans qu'il soit nécessaire d'en faire une demande officielle, à condition que ces reproductions ne soient pas faites ou distribuées pour en tirer un bénéfice ou avantage commercial et que cet avis et la citation complète apparaissent à la première page des dites reproductions. Les droits d'auteur pour les éléments de cet ouvrage qui sont la propriété de personnes physiques ou morales autres que la FAO doivent être respectés. Toute autre forme de reproduction, de republication, d'affichage sur serveurs électroniques et de redistribution à des listes d'abonnés doit faire l'objet d'une permission préalable expresse et/ou du paiement de certains frais.

Adresser les demandes d'autorisation à publier à:

Le rédacteur en chef

FAO, Via delle Terme di Caracalla

00100 Rome, Italy

adresse e-mail: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

---

## Table des matières

---

[Avant-propos](#)

[Preface](#)

[Introduction](#)

[Systeme apres-recolte et grains](#)

[Définition](#)

[Les cereales](#)

[Les légumineuses à grain](#)

[Les oléagineuses](#)

## [Pertes apres-recolte](#)

[Définition](#)

[Pertes et systeme apres-recolte](#)

[Les pertes de poids](#)

[Les pertes de qualite](#)

[Les pertes economiques](#)

## [La recolte](#)

[Définition](#)

[Maturité physiologique](#)

[Operations de recolte](#)

## [Pre-sechage](#)

[Définition](#)

## Operation de pre-sechage

## Battage et egrenage

### Définition

Operation de battage ou d'egrenage

## Sechage

### Définition

Teneur en eau

Humidite relative de l'air

Equilibre air-grain

Processus de séchage

Séchage naturel

Séchage artificiel

Autres methodes de sechage

## Stockage

### Définition

Influences des facteurs du milieu

Agents de dégradation des grains

Méthodes de stockage

## Contrôle des grains

Définition

Pesage

Echantillonnage

Détermination du taux d'impuretés

Mesure de la teneur en eau

Contrôle de la température

## Nettoyage des grains et traitements insecticides

Définition

Nettoyage

Traitement insecticides

## Stockage en sacs

**Définition**

**Stockage en plein air**

**Entrepôts en magasins**

**Equipement**

**Gestion du stockage en sacs**

**Stockage en vrac**

**Définition**

**Silos de petite capacité pour stockage a la ferme**

**Silos de grande capacité**

**Equipement des centres de stockage en vrac**

**Gestion du stockage en vrac**

**Preparation des ventes**

**Définition**

**Ventes et qualité des produits**

**Normes de qualité**

**Emballage des grains**

## Transport

### Définition

### Transport traditionnel

### Transport routier

### Autres moyens de transport

## Annexes

### Annexe 1: unités de mesure

### Annexe 2: caractéristiques physiques des produits

## Bibliographie

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

---

## **Avant-propos**

Table des matières - Suivante



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

M-17

ISBN 92-5-203108-1

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause

**(c) FAO 1992**

---

## Preface

"Tous les jours, des millions d'individus ne mangent pas leur faim et parmi eux, beaucoup ne mangent tout simplement pas".

Pour nombre de pays en voie de développement les céréales et les légumineuses grain représentent l'élément essentiel du régime alimentaire des populations, surtout de celles à plus faibles revenus, généralement rurales.

Dans ces pays, l'autosuffisance alimentaire reste encore souvent un objectif à atteindre, et cela n'est pas toujours ou uniquement dû à l'inefficacité des systèmes de production locale.

L'ampleur des pertes après-récolte limite parfois sérieusement l'impact des efforts faits pour accroître les productions vivrières; la disponibilité d'aliments au niveau local s'en trouve réduite, condamnant les politiques nationales à avoir recours à des importations massives de denrées et augmentant ainsi leur dépendance alimentaire.

Les gouvernements des pays en voie de développement, ainsi que nombre d'ONG, d'organismes de coopération internationale, bilatérale et multilatérale, et plus particulièrement la FAO, sont engagés depuis plusieurs années dans la réalisation de projets visant à la prévention des pertes alimentaires.

Les expériences acquises dans le cadre de ces interventions ont souvent mis en évidence la nécessité non seulement d'améliorer les procédés de production, mais encore de sensibiliser les producteurs comme les institutions intéressées au problème des pertes après-récolte.

Cet ouvrage s'adresse en priorité aux membres du personnel technique ou administratif de services gouvernementaux ou d'organismes d'aide au développement, qui travaillent dans le cadre de projets de terrain liés à la prévention des pertes de grains. Il prétend constituer un manuel d'information de base sur les opérations après-récolte des principales denrées vivrières des pays en développement: le riz, le maïs, le sorgho, les haricots, l'arachide et le tournesol.

A ce titre il sera utile aux agents de terrain (vulgarisateurs, animateurs ruraux, agents de développement) qui participent à l'exécution de projets visant l'amélioration des opérations après-récolte.

Il s'adresse aussi à ceux qui oeuvrent à la production proprement dite de ces mêmes grains vivriers, et qui, du fait d'un cloisonnement interdisciplinaire regrettable, ne disposent que d'une connaissance partielle et généralement insuffisante des problèmes liés aux opérations d'après-récolte.

Des efforts mal déployés au cours des dernières décennies, et visant surtout à l'amélioration des rendements plus qu'à la valorisation des produits après leur récolte, ont conduit à des situations paradoxales. En effet, bien que les conditions techniques d'accroissement de la production soient réunies, cet accroissement ne peut avoir lieu à cause d'un blocage au niveau après-récolte.

Par exemple, depuis les années '70, dans la vallée du Fleuve Sénégal et dans de nombreux périmètres irrigués aménagés en Afrique de l'Ouest, l'objectif de la double récolte annuelle n'a encore pu être atteint. L'une des principales causes de ce retard tient au fait que l'opération du battage du riz est manuelle.

La main d'oeuvre disponible étant peu nombreuse, cette opération est retardée de plusieurs semaines, ce qui empêche la mise en culture immédiate de la parcelle pour une seconde culture. Un goulet d'étranglement à ce niveau a donc des répercussions directes sur la production elle-même.

L'introduction de petites batteuses mécaniques à moteur, dans un tel contexte, peut non seulement représenter une réduction du coût de l'opération de battage, mais encore stimuler la production elle-même en favorisant la double récolte annuelle.

Cet exemple met en évidence l'idée que l'amélioration de la production doit aller

de pair avec l'amélioration des opérations après-récolte et la prévention des pertes après-récolte.

Dans cet esprit, cet ouvrage pourra intéresser tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, oeuvrent sur le terrain de l'amélioration de la production vivrière dans les pays en développement.

Cet ouvrage prétend contribuer à unifier les critères et à favoriser une diffusion homogène des connaissances rattachées aux technologies après-récolte

De la détermination de la maturité physiologique à la commercialisation des produits, il examine l'ensemble de la chaîne physique qui va de la récolte au consommateur, et constitue le "système après-récolte".

Du point de vue technologique, il traite spécialement des opérations de récolte, séchage, battage/dégrenage, stockage et transport des principales céréales (maïs, sorgho, riz), légumineuses à grain (haricots) et oléagineuses (arachide, tournesol).

Des expériences ou des solutions découlant de l'adoption de méthodes traditionnelles, de technologies appropriées et de systèmes mécanisés sont systématiquement présentés.

Compte tenu de l'ampleur des thèmes traités ainsi que du public auquel s'adresse cette publication, nous nous sommes efforcés d'adopter une approche simplifiée et concrète des sujets, en insistant moins sur les aspects théoriques, pour lesquels il existe une bibliographie fort riche et largement diffusée.

---

## Introduction

Pour ceux qui vivent du travail de la terre, c'est une grande satisfaction de pouvoir admirer un champ de maïs, de sorgho ou de haricots sur le point d'être récoltés.

Mais quelle déception lorsque l'on doit constater qu'après la récolte, une partie quelquefois importante du grain produit a été perdue, OU s'est tellement détériorée qu'elle est devenue impropre à la consommation ou à la vente.

Que s'est-il passé, à quel moment? Et surtout, que peut-on faire, après tant d'efforts, tant d'heures consacrées aux travaux des champs, pour éviter de subir des pertes après-récolte?

Avant de tenter de répondre à ces questions, il est bon de rappeler brièvement la suite d'opérations auxquelles sont soumis les produits,

une fois que la récolte a été faite.

---

## Systeme apres-recolte et grains

### Définition

Dans la chaîne agro-alimentaire, l'opération de récolte représente l'étape de passage entre la phase de production agricole proprement dite et celle de conditionnement ou plus généralement de traitement du produit.

### [Graphique](#)

La récolte, effectuée manuellement ou à l'aide de machines, ne doit avoir lieu, généralement, que lorsque le produit a atteint son degré optimal de maturité.

Après la récolte, il peut être nécessaire de procéder à un pressage du produit, avant de le soumettre aux opérations suivantes de battage ou d'égrenage.

Les grains obtenus doivent subir les opérations de nettoyage et de séchage, afin

qu'ils puissent être stockés ou être l'objet de transformations ultérieures.

Le stockage peut être fait en vrac ou en sacs, chez les producteurs eux-mêmes (stockage à la ferme), dans des centres de collecte, ou encore auprès d'organismes stockeurs.

Enfin, les grains sont acheminés des entrepôts aux lieux de commercialisation pour la vente aux consommateurs, aux acteurs de l'artisanat alimentaire, ou aux industries agro-alimentaires.

L'enchaînement fonctionnel de ces opérations et leurs interactions réciproques contribuent à former un système complexe que nous nommons système après-récolte

## TECHNOLOGIES ET PHASES DU SYSTEME APRES RECOLTE POUR: LES GRAINS

OPERATIONS APRES-RECOLTE	TECHNOLOGIES TRADITIONNELLES	TECHNOLOGIES INTERMEDIAIRES	TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES
Récolte	Manuelle	Manuelle et mécanique	Mécanisée



Pré-séchage	Sur pied ou en tas	En cribs ou en tas	
Stockage en épis	En greniers traditionnels	En cribs	
Battage	Manuel	Mécanisé	Mécanisé
Pré-nettoyage		Mécanisé	Mécanisé
Séchage	Naturel	Artificiel	Artificiel
Nettoyage et triage	Vannage au vent	Mécanisé	Mécanisé
Stockage en grains	En greniers traditionnels	En sacs ou en vrac	En sacs ou en vrac
Transformation	Manuelle	Mécanisée	Mécanisée

## Les cereales

### Le riz

**Graminée originaire des régions tropicales de l'Asie (Chine et Indochine), le riz est l'aliment de base d'une grande partie de l'humanité.**

Lorsqu'ils ont atteint la maturité physiologique, les épis de riz sont coupés et laissés en gerbes sur le champ pour un pré-séchage.

Ensuite, on effectue le battage manuellement ou mécaniquement, pour séparer le paddy, c'est-à-dire l'ensemble du grain et de ses enveloppes protectrices (balles), de la paille.

Quand on récolte le riz à l'aide de moissonneuses-batteuses, les opérations de coupe et de battage s'effectuent simultanément.

Après le battage, le paddy obtenu contient souvent des impuretés (terre, pierres, résidus végétaux, etc.) et sa teneur en eau est supérieure à 20%.

Afin de pouvoir le conserver ou le décortiquer, il est donc nécessaire de procéder à son pré-nettoyage, puis d'abaisser son taux d'humidité à environ 14%, en procédant au séchage.

Cette opération peut s'effectuer de manière naturelle, en exposant les grains de paddy à l'air et au soleil, et en les remuant fréquemment; ou bien de manière artificielle, en soumettant le paddy au passage d'un courant d'air sec et modérément chauffé, à l'intérieur de séchoirs mécaniques.

Une fois séché, le paddy est nettoyé avant d'être stocké (en sacs ou en vrac) dans des magasins ou des silos.

Le paddy séché et nettoyé est prêt à être usiné, c'est-à-dire soumis aux traitements suivants:

- décorticage: on enlève les enveloppes externes du grain (balles) manuellement (pilon et mortier) ou au moyen de décortiqueurs (meules ou rouleaux) pour obtenir le "riz cargo";
- blanchiment: on élimine les couches superficielles (péricarpe) et le germe du grain par passage du riz cargo dans des blanchisseurs, pour obtenir le "riz blanc".

Le riz blanc, après triage, peut être soumis à d'autres traitements de polissage ou de glaçage (avec un mélange de talc et de glucose): le but de ces traitements est d'améliorer la valeur commerciale du produit et d'en prolonger la durée de conservation.

Le riz ainsi obtenu est prêt à être emballé et commercialisé.

**100 kg de paddy trait dans des rizeries industrielles, donnent environ 60 kg de riz blanc, 10 kg de brisures, 10 kg de son et farine, et 20 kg de balles.**

**En raison de sa grande valeur nutritive, le riz est consommé principalement dans l'alimentation humaine.**

**Dans l'industrie, on l'emploie pour la production d'alcool, de bière, d'amidon, d'huile et d'autres produits dérivés.**

**Les sous-produits tels que les brisures et les farines sont souvent destinés à l'alimentation animale.**

**Les balles de riz sont parfois utilisées comme combustible et leurs cendres comme engrais.**

**Le maïs**

**Céréale originaire des zones tropicales d'Amérique, le maïs est une graminée dont la culture est l'une des plus répandues au monde.**

**Le maïs peut être récolté soit en épis, soit en grains.**

La récolte des épis peut s'effectuer à la main ou à l'aide de machines agricoles appropriées (corn-picker ou cucilleur-épanouilleur).

Les épis récoltés sont démunis de leurs enveloppes foliaires (spathes) puis soumis à l'égrenage manuel ou mécanique.

En culture familiale et lorsque la récolte a lieu en saison sèche, les épis (avec ou sans spathes) peuvent être séchés au soleil, puis conservés sous abri.

En culture industrielle, par contre, on récolte le maïs uniquement à l'aide de systèmes mécanisés (cueilleur-égreneur ou moissonneuse-batteuse), en mesure de fournir des grains prêts pour le séchage ou la vente.

Au moment de la récolte, et en particulier en période de pluie, les grains de maïs ont une teneur en eau trop élevée pour permettre une bonne conservation; aussi, avant de procéder au stockage, faut-il sécher le produit, afin d'en abaisser le taux d'humidité à 14% environ.

Le séchage artificiel des grains, obtenu par circulation d'air sec et chauffé, est réalisé dans des installations situées dans les centres de collecte ou de stockage, ou encore dans les unités de transformation (moulins, usines d'aliments pour le bétail,

etc.) équipées de séchoirs appropriés.

Une fois séché, le maïs est nettoyé, puis conservé (en sacs ou en vrac) dans des magasins ou des silos.

Le maïs séché et nettoyé est prêt pour la vente ou pour les transformations ultérieures.

Dans l'alimentation humaine, le maïs peut être consommé en épis frais, sous forme de galettes à partir de pétales obtenues par cuisson du grain, mais on peut aussi consommer les farines ou les semoules obtenues après décorticage puis mouture

L'industrie de transformation utilise en outre le maïs dans la production d'huiles et de margarines, d'aliments pour bétail, de bières, d'aliments pour enfants, de savons, colles, vernis.

## Le sorgho grain

Le sorgho grain, appelé également gros mil, est une graminée originaire des zones d'Afrique centrale et orientale (Ethiopie, Soudan).

Lorsqu'elles ont atteint la maturité physiologique, on coupe les particules de sorgho

**et on les laisse sécher au soleil.**

**Les épis de grains ainsi obtenus peuvent être conservés dans des greniers traditionnels, ou bien soumis directement au battage, manuel ou mécanique.**

**Comme pour le riz, mais beaucoup plus rarement en zones tropicales, les opérations de coupe et de battage peuvent être effectuées simultanément par des moissonneuses-batteuses.**

**Dans les climats chauds et faibles précipitations, on peut différer la récolte du sorgho jusqu'à séchage complet des grains au champ.**

**Si les grains présentent une teneur en eau supérieure à 13%, il faut procéder au séchage du produit avant de pouvoir le conserver ou le traiter.**

**Une fois séché, le sorgho est nettoyé, puis conservé (en sacs ou en vrac) dans des magasins ou des silos.**

**Le sorgho séché et nettoyé est prêt pour la vente ou pour les transformations ultérieures.**

**On peut consommer le sorgho, comme le maïs, en utilisant les farines ou les**

**semoules obtenues par déracinage, puis mouture.**

**L'industrie de transformation emploie cette céréale dans la production d'aliments pour le bétail, de bière, d'huiles, de colles ou adhésifs, etc.**

## **Les Légumineuses à grain**

### **Le haricot**

**Originaire des zones tropicales d'Amérique, le haricot est une légumineuse très largement cultivée pour sa valeur nutritive élevée, due à la teneur en protéines de ses grains.**

**On peut récolter le produit à la main en arrachant ou en fauchant la plante, que l'on laisse sécher puis que l'on soumet au battage (manuel ou mécanique); ou bien on utilise une moissonneuse-batteuse.**

**Après le battage, les haricots obtenus contiennent souvent des impuretés et leur teneur en eau est supérieure à 20%. Avant de pouvoir les stocker, il est donc nécessaire de procéder au nettoyage, puis d'abaisser leur taux d'humidité à environ 14%, par le séchage (naturel ou artificiel).**



Les méthodes traditionnelles de stockage des légumineuses grain requièrent l'emploi de jarres, greniers en terre, bouteilles, mais on obtient les résultats les plus satisfaisants en conservant les grains bien secs dans des récipients hermétiques (bidons ou fûts métalliques, sacs en matière plastique, etc.).

Quant au stockage commercial, il se fait en sacs, dans des magasins.

Les haricots ainsi produits sont prêts pour la vente et la consommation.

## Les oléagineuses

### L'arachide

Originnaire des zones tropicales et subtropicales d'Amérique, l'arachide est une légumineuse principalement cultivée pour la richesse en huile de ses graines.

On récolte le produit à la main ou à la machine, en arrachant la plante et en laissant sécher les gousses sur le champ, pendant deux ou trois jours.

Ensuite, lorsque le taux d'humidité est inférieur à 15%, on peut séparer les gousses des fanes par les opérations, manuelles OU mécaniques, de battage.

En culture mécanisée, ces opérations d'arrachage et de battage peuvent s'effectuer directement sur plantes fraîches, à l'aide de machines spéciales comme les arracheuses-batteuses.

Après le battage, on soumet les arachides au pré-nettoyage, puis au séchage artificiel.

Lorsque le taux d'humidité est tombé à 7-8%, les gousses d'arachides sont prêtes à être stockées en vrac à l'air libre (en pyramides appelées "secco"), ou dans des magasins bien secs et ventilés.

Après le séchage, on peut procéder directement au décorticage puis au nettoyage des arachides.

Une fois mises en sacs, les arachides décortiquées sont stockées à l'air libre ou dans des magasins.

Dans les industries de transformation (huileries), les graines d'arachide décortiquées sont de plus en plus souvent stockées en silos.

En huilerie, les graines d'arachide séchées, décortiquées et nettoyées sont

## **préparés pour les traitements d'extraction de l'huile.**

**Dans l'alimentation humaine on consomme leur huile, mais aussi les arachides elles-mêmes sous forme d'arachides de bouche (en coques fraîches bouillies, en coques grillées telles quelles ou salées, décortiquées grillées et enrobées) ou de beurre d'arachide.**

**Les sous-produits d'huilerie, en particulier le tourteau d'arachide, constituent une excellente matière première pour l'alimentation animale.**

## **Le tournesol**

**Originaire de l'Amérique du Nord, le tournesol est une plante principalement cultivée pour la richesse en huile de ses graines.**

**La récolte des capitules (inflorescences) s'effectue, à la main ou à la machine, lorsque les plantes ont les feuilles supérieures sèches et les inflorescences fanées.**

**Si la teneur en eau du produit récolté est supérieure à 15%, il faut presser les capitules en cribs, avant de procéder à l'égrenage, manuel ou mécanique.**

**En culture mécanisée, les opérations de récolte et d'égrenage sont effectuées**

**simultanément par des moissonneuses-batteuses.**

**Lorsque le taux d'humidité est inférieur à 9%, les graines de tournesol peuvent être directement conservées, ou soumises aux traitements d'extraction d'huile. Si le taux d'humidité est supérieur, il faut alors procéder au séchage artificiel des graines.**

**Vu l'excellente qualité de l'huile obtenue, les graines de tournesol sont presque exclusivement utilisées dans l'industrie huilière.**

**Outre son emploi dans l'alimentation, l'huile de tournesol sert également de matière première dans la fabrication de couleurs pour la peinture, de savons, d'huile d'éclairage.**

**Les sous-produits d'huilerie, et en particulier le tourteau, sont un excellent aliment pour le bétail.**

---

## **Pertes apres-recolte**

## Definition

Par l'expression "pertes après-récolte", on entend une réduction quantitative et qualitative mesurable d'un produit donné.

Ces pertes peuvent se produire tout au long des différentes phases caractérisant le système après-récolte.

Cette définition doit également prendre en compte les cas de détériorations des produits. Cependant, plus que de pertes proprement parler, il serait plus juste de parler de limitation dans l'utilisation du produit. En effet, des grains partiellement détériorés par des insectes, par exemple, peuvent ne plus être appropriés à la consommation humaine, ou à la commercialisation. Si telles étaient leurs destinations, nous devons admettre qu'il s'agit de pertes, même si l'on peut récupérer les grains en les utilisant pour l'alimentation des animaux de basse-cour.

Du point de vue économique, la somme des pertes de quantité et de qualité des produits correspond inévitablement à des pertes monétaires.

A ces pertes économiques directes s'ajoutent celles découlant de la mauvaise gestion des systèmes après-récolte. Elles se traduisent par un manque de

croissance de la production et par l'augmentation du revenu des producteurs.

## Pertes et systeme apres-recolte

Une mauvaise qualité des semences, des pratiques culturales inadéquates, ou des attaques d'insectes aux champs, peuvent provoquer des pertes de produits avant même leur récolte. Mais notre propos se limite ici à la prévention des pertes après la récolte.

A partir donc de la récolte, les grains sont soumis à une série d'opérations durant lesquelles peuvent se produire des pertes quantitatives et qualitatives.

La séquence de ces opérations et les conditions dans lesquelles elles se déroulent peuvent, en outre, être l'origine de phénomènes physiques et biochimiques entraînant l'altération des grains à des stades ultérieurs du système après-recolte.

Une récolte tardive, par exemple, peut entraîner des pertes dues à l'attaque par les oiseaux et autres ravageurs.

Un séchage insuffisant des grains peut entraîner des pertes dues au

## développement de moisissures et d'insectes.

Le battage peut entraîner des pertes par brisure des grains, favorisant par la suite le développement d'insectes.

De mauvaises conditions de stockage peuvent entraîner des pertes dues à l'action combinée de moisissures, insectes, rongeurs et autres ravageurs.

Les conditions de transport ou un emballage défectueux des grains peuvent entraîner des pertes quantitatives de produit.

Enfin, outre ces facteurs, il en est d'autres qui peuvent souvent avoir une part de responsabilité dans les pertes après-récolte tels que par exemple: l'organisation de la commercialisation, les politiques sectorielles et autres aspects de nature socio-économique.

### NATURE ET CAUSES PRINCIPALES DES PERTES APRES-RECOLTE.

NATURE	Récolte prématurée	Par insuffisance:
	Mauvaise maturation	-capital
	Mauvais battage	-professionnalité

En Poids	Séchage insuffisant	-équipements
	Nettoyage insuffisant	-pesticides
	Attaque d'oiseaux	-emballages
	Attaque de rongeurs	-transport
En qualité	Attaque d'insectes	-organisation
	Attaque de micro-organismes	Par contraintes:
	Modification biochimiques	-sociales
	Coulage et gaspillage	-économiques
Economiques	Teneur en eau inadéquate au stockage	-politiques
	Techniques de stockage et de transformation inadéquate	

**Il ressort que, si l'on veut aborder de façon concrète le problème des pertes après-récolte, il est nécessaire de connaître avant tout, dans chaque contexte, la nature et le nombre des manipulations auxquelles est soumis le produit, ainsi que les facteurs et l'incidence des pertes durant chaque phase du processus.**



**A titre d'exemple, on trouvera dans le tableau ci-dessous, pour chaque stade du système après-récolte, les estimations relatives aux pertes quantitatives de riz, dans la région du sud-est asiatique.**

PHASES	PERTES	
	Min.	Max.
Récolte	1%	3%
Manutention	2%	7%
Battage	2%	6%
Séchage	1%	5%
Stockage	2%	6%
Transformation	2%	10%
Total	10%	37%

**Dans de nombreux pays en voie de développement, des pertes globales après-récolte de céréales et de légumineuses par grain de l'ordre de**

**10-15% semblent être assez courantes. Dans certaines régions de l'Afrique et de l'Amérique latine, on trouve des valeurs plus élevées, qui peuvent atteindre jusqu'à 50% des quantités récoltées.**

**Jusqu'à présent nous ne disposons pas de données réellement fiables sur le niveau effectif des pertes après-récolte.**

**Les causes de cette lacune sont multiples:**

- il n'existe pas de méthodes mathématiques universelles permettant d'établir un "modèle";
- l'ampleur des pertes peut considérablement fluctuer en fonction des conditions climatiques (saison des pluies, etc.), des variétés, des localités, etc.;
- nombre d'institutions nationales traitent la problématique des pertes après-récolte d'une manière négligente et superficielle, la considérant comme marginale par rapport aux problèmes de production agricole;
- il est difficile d'établir des estimations crédibles sur les pertes

**quantitatives et qualitatives, surtout dans des contextes où il faut les moyens, les stratégies et les compétences spécifiques;**

**- la carence de structures nationales permanentes adéquates interdit le suivi de l'état des pertes après-récolte.**

## Les pertes de poids

**Une diminution de la substance physique du produit se traduit par une perte de poids.**

**Il convient de distinguer néanmoins perte de poids et perte de produit. La diminution de la teneur en humidité entraîne une baisse de POIDS, qui n'est pas une perte alimentaire. A l'inverse, une augmentation de poids par absorption d'humidité, à la suite de pluies sur un stock en plein air par exemple, peut causer de graves dégâts qui entraîneront des pertes.**

### Perte de poids

**Les pertes de poids sont dues principalement à l'action prolongée de ravageurs (insectes, oiseaux, rongeurs), ou au coulage des produits (sacs percés, pertes durant**

la manutention des grains, etc.). Elles peuvent se produire pratiquement dans toutes les phases du processus de production, mais plus particulièrement pendant la récolte, le stockage et le transport ou la manutention des grains.

Les pertes de poids provoquées par les déprédateurs n'apparaissent pas au premier coup d'oeil; un acheteur inexpérimenté peut donc être trompé. Pour les apprécier, il convient de prendre un volume égal de céréales propres et saines, de mouliner les deux échantillons et de peser la farine obtenue dans chacun des cas. On constatera que l'échantillon de téguments produit moins de farine.

Inversement, cette méthode peut aussi être utile pour éviter d'éventuelles fraudes sur le poids, car il est facile d'augmenter ce dernier en humidifiant le grain ou en ajoutant des corps étrangers tels que des cailloux, de la terre ou des balayures.

Pour éviter toute confusion, il est convenu de parler de pertes de poids de matière sèche.

---

[Table des matières](#) - [Suivante](#)

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

# Les pertes de qualite

[Table des mati](#)res - [Pr](#)écédente - [Suivante](#)

Les critères de qualité sont très variés et concernent autant l'aspect extérieur, la forme, la taille, que l'odeur et le goût. On ne peut, ce sujet, oublier les considérations culturelles qui imprègnent les régimes et les habitudes alimentaires.

La propreté et le bon état sanitaire d'un produit sont des qualités premières sur le marché. En soulevant une poignée de grains dans un sac, par exemple, un commerçant a tout fait de voir s'il se dégage de la poussière farineuse et d'en déduire qu'elle provient ou non d'une infestation par les insectes. De la même façon, une mauvaise odeur peut lui faire soupçonner des attaques de rongeurs, que pourra confirmer la présence d'excréments et de poils de rats ou de souris.

Les pertes de qualité se traduisent donc par une diminution de valeur marchande du produit. Ces pertes ne sont quantifiables qu'à condition que des critères ou standards de qualité aient été préalablement établis.

[Les pertes de qualite](#)

**Sur la base de critères objectifs, on peut évaluer la qualité des produits l'aide de tests, de mesures et d'analyses de laboratoire d'une certaine complexité.**

**Nombre des critères adoptés se basent sur l'évaluation de paramètres liés à l'état physique et aux qualités alimentaires, nutritives et germinatives des grains.**

**Dans différents pays, les classements qualitatifs se basent sur le principe général selon lequel les grains doivent être "sains, loyaux, marchands et sans flair".**

**On trouve sous-entendus dans cette définition les principaux critères adoptés pour apprécier la qualité d'un lot donné de grains; entre autres:**

**- la teneur en eau: appropriée à la conservation ou aux manutentions ultérieures du produit;**

**- la couleur: homogène et propre au type de produit considéré;**

**- l'odeur: elle ne doit laisser supposer aucune transformation biochimique en cours;**

**- la propreté: elle est indiquée par le taux d'impuretés, dont la valeur doit être conforme aux standards de qualité établis;**

**- l'infestation: on doit constater l'absence d'insectes ou autres organismes vivants.**

**Généralement, les critères concourant à définir la qualité des produits sont multiples et tiennent compte aussi d'aspects culturels liés aux habitudes alimentaires des populations. Au Sénégal, par exemple, les brisures de riz sont très appréciées des consommateurs; de ce fait, le taux de brisures, comme paramètre de qualité du riz, a évidemment moins d'importance que dans d'autres contextes.**

**Les pertes de qualité sont principalement dues aux contraintes mécaniques que subit le produit, à l'action de ravageurs (insectes, rongeurs) et de micro-organismes (moisissures) ou aux transformations chimiques se produisant à l'intérieur des grains sous l'effet des conditions ambiantes (température, humidité, durée du stockage).**

**Ces pertes peuvent se produire à toutes les phases du processus de production, et plus particulièrement pendant le stockage.**

**Pertes dues à l'état physique**

**Elles dépendent de l'état physique des grains lors d'une phase donnée du système**

## aprs-rcolte.

Les caractéristiques physiques dont on tient généralement compte pour évaluer l'incidence de ces pertes sont les suivantes: forme et taille des grains, degré d'humidité, présence d'impuretés (grains étrangers, germes, bris, avariés ou endommagés, pierres, terre, déchets végétaux, fragments de verre ou de métal, poils ou excréments d'animaux, etc.), degré d'infestation par des insectes ou des microorganismes.

### Pertes dues à l'altération des qualités alimentaires

Ces pertes, importantes surtout lorsque les grains sont destinés à la consommation humaine, dépendent de l'altération des caractères organoleptiques (aspect, goût, odeur), du degré d'innocuité du produit (absence de produits toxiques tels que toxines, résidus de pesticides, etc.), et de l'altération du contenu en vitamines, protéines, lipides, glucides et autres éléments nutritifs importants.

### Pertes dues à l'altération des propriétés germinatives

Si l'on désire avoir des semences commercialisables, les grains doivent présenter des propriétés germinatives inaltérées. Celles-ci peuvent être définies par la vitesse



et le pourcentage de germination, la vigueur (capacité de résister aux "stress"), la vitesse de croissance des plantules et l'absence d'anomalies des plantes ainsi obtenues.

L'altération de ces propriétés, en provoquant une diminution de l'aptitude à germer des grains, entraîne des pertes de production.

## Les pertes économiques

### Les pertes économiques

A une réduction des quantités ou des qualités des grains correspond une perte commerciale, appréciable en termes monétaires.

Mais au-delà de ces pertes économiques directes, l'évaluation des pertes doit aussi tenir compte d'un certain nombre de facteurs (systèmes productifs, temps et méthodes de travail, infrastructures, modèles organisationnels, mécanismes du crédit, etc.) qui, à l'intérieur du système après-récolte, peuvent entraver la croissance de la production et des revenus. Ce point peut être illustré par quelques exemples.

L'adoption de systèmes mécanisés ou semi-mécanisés peut entraîner pour certaines opérations (récolte, battage, séchage, etc.) une réduction de la durée du travail, et par là même permettre une augmentation des productions, la main-d'oeuvre étant plus disponible et les parcelles mieux exploitées.

Sur le plan commercial, si le réseau de transports est insuffisant, le producteur peut être dans l'impossibilité de vendre les produits en temps voulu et aux endroits où les prix du marché sont les plus attractifs. Le fait de devoir renoncer à un gain possible est sans nul doute une perte en termes monétaires.

Pour un agriculteur, ne pas avoir la possibilité de conserver les produits en toute sécurité dans des structures de stockage, peut l'obliger à vendre sa production immédiatement après la récolte, et donc le mettre dans l'impossibilité de profiter des prix du marché lorsqu'ils sont les plus attractifs. Encore une fois, le manque à gagner est une perte économique pour l'agriculteur.

Les conséquences de tout cela dépassent souvent les pertes monétaires individuelles: elles affectent la production et l'économie nationale tout entière.

---

## La récolte

## Définition

La récolte est l'opération qui consiste à recueillir la ou les parties utiles de la plante.

C'est une intervention volontaire de l'homme, s'effectuant au moment où tous les éléments nutritifs se sont développés et où les parties comestibles ont atteint le degré de maturité approprié aux traitements qui suivront.

## Maturité physiologique

En général, on entreprend la récolte 10 à 15 jours environ après que les grains ont atteint la maturité physiologique.

A cette période (état de maturité) les grains présentent une certaine teneur en eau et des caractéristiques physiques particulières.

Pour effectuer la récolte au moment le plus propice, il faut donc tenir compte non seulement de la durée des cycles végétatifs (qui diffèrent selon les variétés), mais aussi de l'état de maturité des grains.

**Le tableau suivant indique les teneurs en eau considérées comme appropriées pour que la récolte se fasse dans de bonnes conditions, et les éléments caractéristiques permettant de s'assurer que les grains ont atteint la maturité physiologique.**

GRAINS	HUMIDITE	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
Riz	22-28%	Panicules penchées, enveloppes (balles) jaunies, grains complets, ni trop mûrs (fendillés), ni verts.
Maïs	23-28%	Rafles presque sèches, grains durs et vitreux résistant à l'éraflure de l'ongle, point noir dans le caryopse.
Sorgho	20-25%	Tiges et feuilles desséchées, grains durs résistant à l'éraflure de l'ongle et relativement vitreux selon la variété.
Haricots	30-40%	Gousses mûres et jaunies mais non encore ouvertes.
Arachides	30.35%	Feuilles jaunies, parois des gousses sèches et pellicules des grains se détachant facilement.
Tournesol	9-10%	Feuilles supérieures sèches et fleur fanée.

**La récolte peut néanmoins être faite à un moment où les grains, cause des**

**conditions climatiques et bien qu'ayant atteint la maturité physiologique, ont une teneur en eau supérieure ou inférieure aux valeurs indiquées ci-dessus.**

**Evidemment, plus la teneur en eau des grains est élevée au moment de la récolte, plus élevés sont les risques de pertes dues aux moisissures, aux insectes et la germination. De même, plus longtemps les grains resteront au champ (pour favoriser le séchage du produit), plus grands seront les risques de pertes par chute spontanée des grains, ou par attaques d'oiseaux, de rongeurs et d'autres ravageurs.**

## **Operations de recolte**

**On peut effectuer les opérations de récolte à la main, à l'aide de simples outils agricoles, ou par des systèmes mécanisés.**

**Le choix du degré de mécanisation à adopter dépend des prévisions d'emploi des machines.**

**Le choix du système mécanisé doit être justifié par l'estimation des surfaces à récolter annuellement et par l'analyse coûts-bénéfices.**

### **La récolte du riz**

On ne récolte cette céréale qu'une fois la maturation des grains achevée, et après avoir procédé, deux ou trois semaines auparavant, à l'assèchement de la rizière.

En effet, une coupe prématurée du riz entrave l'achèvement de la maturation du grain, et peut occasionner de graves pertes qualitatives du produit.

En outre, il est important que la récolte se fasse lorsque le taux d'humidité des grains est approprié. Un excès d'humidité des grains peut causer de gros problèmes au cours des traitements suivants, en favorisant l'altération des qualités finales du riz.

Par contre, un taux d'humidité trop bas peut provoquer l'égrenage des panicules au moment de la coupe, entraînant des pertes importantes de produit.

**Récolte à la main**

La récolte à la main s'effectue à l'aide d'une faucille ou d'une faux; on coupe les épis de riz à 20-30 cm environ du sol.

Une fois les épis de riz coupés, on les laisse sécher sur les chaumes pendant deux ou trois jours.

**A titre indicatif, on compte environ -80-160 heures d'ouvrier par hectare (10-20 jours d'ouvrier par hectare) comme durée moyenne de récolte manuelle du riz.**

**Dans certaines régions tropicales, l'usage consiste, encore aujourd'hui, à ne récolter que les panicules, à l'aide d'un couteau, dans ce cas, les épis de riz sont coupés à 30-50 cm sous les panicules.**

**Par rapport à la récolte à la main, avec une faucille ou une faux, cette méthode exige environ 175% de main-d'oeuvre supplémentaire.**

### **Récolte mécanisée**

**La récolte manuelle du riz, encore relativement courante surtout dans les zones tropicales, est de plus en plus souvent remplacée par la récolte mécanique, réalisée à l'aide de moissonneuses-batteuses.**

**Les moissonneuses-batteuses sont des machines qui effectuent à la fois la coupe, le battage et le pré-nettoyage du riz.**

**Généralement automotrices, les moissonneuses batteuses disposent d'organes de coupe, de chambre de battage composée d'un tambourbateur tournant (à dents)**

## **et d'un contre-batteur fixe, et de dispositifs pour le nettoyage du paddy.**

**La construction de ces machines relève principalement de deux conceptions: japonaise et occidentale.**

**Selon leurs caractéristiques de construction (largeur de coupe), la capacité de travail de ces machines peut varier entre 2 et 15 heures par hectare (h/ha).**

**Certaines estimations indiquent pour ces machines des rendements allant de 350 à 800 kg par heure (kg/h) de paddy, avec des pertes en grains inférieures à 3%.**

**Les moissonneuses-batteuses de conception occidentale sont des machines de grandes dimensions avec des barres de coupe qui peuvent atteindre 4-5 mètres de longueur.**

**Selon leurs caractéristiques de construction et les conditions de récolte (rizières bien drainées, parcelles suffisamment longues, etc.), la capacité de travail de ces machines peut atteindre entre 1 et 1,5 h/ha, pour un emploi global de main-d'oeuvre d'environ 2,7-4,5 heures par hectare (h/ha).**

**L'emploi de moissonneuses-batteuses présente un avantage économique à partir d'une récolte minimum de 70 hectares par an.**



**Outre les moissonneuses-batteuses, on utilise aussi pour la récolte du riz les andaineuses et les moissonneuses-lieuses.**

**Les andaineuses sont des machines qui effectuent uniquement la coupe et la décharge latérale du paddy.**

**Ces machines, dont la capacité de travail théorique varie de 4 à 8 h/ha, présentent l'inconvénient d'exiger une abondante main d'oeuvre (100 à 200 h/ha) pour les opérations de mise en gerbes et de liage manuel du paddy.**

**Les moissonneuses-lieuses sont des machines qui effectuent à la fois la coupe, la mise en bottes et la décharge du paddy.**

**Equipées d'une barre de coupe et d'un dispositif de mise en bottes et de liage, ces machines fournissent de bonnes prestations même dans le cas de récolte versée (20-30% par rapport au sol).**

**Selon leurs caractéristiques de construction (nombre de rangs, largeur de coupe), la capacité de travail de ces machines peut varier de 5 à 20 h/ha, les pertes de grain étant inférieures à 2%.**

La récolte mécanique du riz présente de toute façon quelques problèmes.

Par exemple, les machines doivent souvent travailler sur des terrains boueux de faible portance. C'est pourquoi les moissonneuses-batteuses sont généralement montées sur chenilles, et non pas sur roues, de façon à permettre les opérations de récolte même sur des terrains particulièrement humides.

Lors de la récolte, les panicules de riz ne se présentent pas droites, mais recourbées vers le bas. Pour éviter des pertes excessives, il faut donc disposer les machines de façon à ce que la coupe des épis ait lieu à environ 30 cm du sol: ce qui oblige évidemment à traiter de grosses quantités de paille.

Les enveloppes du riz contiennent de la silice, ce qui confère au produit un pouvoir abrasif élevé et provoque une usure rapide des parties mécaniques des machines.

La récolte du maïs

On peut récolter le maïs lorsqu'est terminé le processus d'accumulation des substances nutritives dans les grains (maturité physiologique).

En général, la récolte de cette céréale se fait à la main (récolte en épis) ou au

moyen de systèmes mécanisés (récolte en épis ou en grains).

Récolte à la main

Lorsque le maïs parvient à sa maturité physiologique, la teneur en eau des grains peut atteindre jusqu'à 37-38%.

C'est pourquoi, avant de procéder à la récolte à la main des épis, on pratique souvent le pré-séchage du maïs sur pied dans le champ.

Les techniques généralement employées pour cette opération sont les suivantes:

- laisser les épis sur la plante entière, telle qu'elle s'est développée;
- casser les tiges des plantes ou les épis de telle sorte que ceux-ci aient la pointe tournée vers le bas; cette pratique est fréquente en Amérique du Sud où elle est appelée "doblado";
- couper la partie supérieure des plantes pour favoriser l'exposition des épis au soleil.

Les techniques de pré-séchage au champ sont assez répandues, mais comportent

des risques importants de perte de produit, surtout si les variétés cultivées sont particulièrement sensibles à l'action de facteurs climatiques défavorables (pluie, humidité de l'air, etc.) et de ravageurs (insectes, oiseaux, rongeurs, etc.).

De plus, la durée des opérations de pressage au champ réduit les possibilités d'exploitation des parcelles.

Pour récolter le maïs à la main, on sépare les épis du reste de la plante, sans utiliser d'outils agricoles particuliers.

A titre indicatif, la durée moyenne de la récolte à la main du maïs varie entre 120 et 200 heures d'ouvrier par hectare (15-25 journées d'ouvrier par hectare).

La récolte des épis peut être accompagnée de l'épanouillage (à la main ou à la machine) c'est-à-dire de l'élimination des spathes recouvrant les épis.

Cette opération, qui s'effectue à la main, nécessite environ 130 heures d'ouvrier par hectare (environ 16 journées d'ouvrier par hectare).

On considère que la récolte du maïs à la main peut se pratiquer pour des cultures ne dépassant pas 12 hectares, à condition que le climat et la disponibilité de main-

**d'oeuvre le permettent.**

**Récolte mécanisée**

La récolte mécanisée du maïs se fait à l'aide de cueilleurs-épanouisseurs, de cueilleurs-égreneurs ou de moissonneuses-batteuses.

On emploie encore, mais de moins en moins souvent, de simples cueilleurs (corn-snappers) qui font uniquement la récolte des épis.

Les cueilleurs-épanouisseurs (corn-pickers) sont des machines qui effectuent simultanément les opérations de récolte et d'épanouillage des épis.

Celles-ci sont donc équipées de dispositifs de cueillette, de tables d'épanouillage et d'organes de chargement.

Généralement accouplés à une remorque pour le transport des épis cueillis, les cueilleurs-épanouisseurs à un ou deux rangs peuvent être du type tracté, porté, ou automoteur.

La capacité de travail de ces machines peut varier de 1,6 à 3,45 h/ha, avec 75 à 80% d'épis complètement épanouis, et des pertes totales de grain inférieures à

4,5%.

Deux opérateurs sont généralement nécessaires au fonctionnement de ces machines (conducteur et ouvrier).

L'emploi de cueilleurs-épanouisseurs à un rang présente un avantage économique à partir d'une récolte minimum de 25-30 hectares par an; pour les machines à deux rangs, la récolte minimum doit être de 30-60 hectares.

Les cueilleurs-égreneurs (corn-shellers) sont des machines semblables, sur le plan de la construction, aux cueilleurs-épanouisseurs, mais qui possèdent en plus un dispositif d'égrenage et de nettoyage des grains.

Ces machines peuvent donc effectuer simultanément les opérations de récolte, d'épanouillage, d'égrenage des épis et de pré-nettoyage des grains.

Parfois accouplés à une remorque pour le transport des grains récoltés, les cueilleurs-égreneurs à un ou deux rangs peuvent être du type tracté ou porté.

Le type automoteur, à deux, trois et quatre rangs, est toutefois le plus répandu, car ses performances sont supérieures à celles des modèles tractés précédemment

**indiqués.**

**La capacité de travail de ces machines est comparable à celle des cueilleurs-panouilleurs, avec des pertes en grains inférieures à 3-4%.**

**Il existe une autre machine capable d'effectuer simultanément les opérations de récolte, de panouillage, de grenage et de nettoyage du maïs: c'est la moissonneuse-batteuse.**

**Les moissonneuses-batteuses pour le maïs sont des machines dérivées des moissonneuses-batteuses pour le blé auxquelles ont été apportées des modifications appropriées aux organes de coupe et au dispositif de battage.**

**Encore qu'elle dépende des conditions de récolte et de la forme et des dimensions des parcelles, la capacité de travail de ces machines peut varier entre 0,8 et 1,2 h/ha dans le cas de machines à six rangs traitant l'ensemble de la plante, et entre 0,4 et 0,6 h/ha dans le cas de machines à six rangs ne traitant que les épis.**

**Les pertes globales de grain, le plus souvent imputables au dispositif de coupe, dépassent rarement 3%.**

Deux opérateurs sont généralement nécessaires au fonctionnement de ces machines.

L'utilisation de moissonneuses-batteuses, ainsi que de cueilleurs-greneurs, présente un avantage économique à partir d'une récolte minimum de 40-75 hectares par an.

La récolte du sorgho grain

La récolte du sorgho s'effectue, à la main ou à l'aide de systèmes mécanisés, lorsque les grains sont bien mûrs.

Recolte à la main

La récolte à la main s'effectue en coupant les panicules de grains ou les plantes de sorgho, avec des machettes ou des faucilles.

Une fois que les épis de sorgho sont coupés, on les laisse pressécher sur l'aire ou en gerbes sur le champ.

A titre indicatif, la durée moyenne de récolte manuelle du sorgho varie entre 120 et 160 heures d'ouvrier par hectare (15-20 journées d'ouvrier par hectare).



## Récolte mécanisée

Lorsque la maturité physiologique est atteinte, le sorgho peut présenter une teneur en eau d'environ 35%. Toutefois, la récolte mécanisée ne peut s'effectuer efficacement que lorsque le degré d'humidité est inférieur à 20-25%.

La récolte mécanisée nécessite l'utilisation de moissonneuses-batteuses, équipées d'organes de coupe et de dispositifs de battage.

Ces machines, dont la capacité de travail varie de 0,8 à 1,5 h/ha, semblent mieux adaptées à la récolte de variétés naines et, de préférence, à faible développement de pailles.

## La récolte du haricot

Pour obtenir un produit sec, on effectue la récolte, à la main ou à l'aide de machines, lorsque les gousses sont bien mûres mais pas encore ouvertes.

## Récolte à la main

Pour récolter les haricots à la main, on arrache les plantes et on les laisse sécher au soleil.

**On effectue souvent cette opération tôt le matin, lorsque l'humidité de la nuit limite les risques de voir les grains sortir des gousses.**

**Dans certains pays, avant la récolte, les plantes sont traitées aux defoliantes chimiques. Ce traitement a pour but d'accélérer le séchage des plantes et de réduire la quantité de matière végétale, afin d'éviter un ralentissement des opérations de battage.**

**A titre indicatif, la durée moyenne de coupe des plantes à la faucille varie de 80 à 100 heures d'ouvrier par hectare (10-12,5 journées d'ouvrier par hectare).**

### **Récolte mécanisée**

**La récolte mécanisée du haricot, plus répandue dans les pays à technologie avancée, s'effectue généralement à l'aide de moissonneuses-batteuses spécialisées, auxquelles ont été apportées des modifications appropriées.**

**Ces machines, dont la capacité de travail varie de 0,9 à 1,1 h/ha, présentent toutefois l'inconvénient de n'opérer efficacement que sur des parcelles assez vastes, nivelées et désherbées, plantées de variétés naines, dressées, et arrivant simultanément à maturité.**

## La récolte de l'arachide

La récolte de l'arachide, effectuée à la main ou à la machine, comprend essentiellement les opérations suivantes:

- soulevage: coupe, à une profondeur de 6-15 cm sous terre, du pivot racinaire, ameublissement de la terre autour du pied de la plante et soulevage de la plante;
- secouage: élimination des restes de terre encore attachés aux gousses et préparation des plantes pour le presséchage, voire le séchage;
- battage: séparation des gousses et des fanes.

Il est toutefois très difficile de distinguer le moment le plus propice à la récolte de l'arachide. En effet, aucune manifestation ou caractéristique physique particulière ne permet d'établir avec une certitude totale le moment où la plante a atteint sa maturité physiologique.

Pour des variétés du groupe "Virginia", le moment le plus favorable pour effectuer la récolte est indiqué par la dessiccation des tiges, la chute des feuilles jaunies et la

**coloration brun foncé de la partie interne de la coque.**

**Par contre, dans les variétés "sans dormante, l'arachide est prête pour la récolte lorsque 2% des pieds présentent une germination.**

**Une récolte trop tardive se solde inévitablement par des pertes de produit, car lorsque l'on arrache les plantes, de nombreuses gousses restent dans le terrain devenu désormais excessivement dur.**

**Si, au contraire, la récolte est trop précoce, les opérations de séchage sont plus difficiles et plus urgentes, et la qualité du produit final est compromise.**

**Comme il est indispensable d'abaisser rapidement la teneur en eau jusqu'à des valeurs avoisinant 15%, l'on doit en outre éviter, après l'arrachage des plantes, de les mettre ou de les laisser en tas lorsqu'elles sont encore vertes ou mouillées par la pluie.**

**Récolte à la main**

**Les opérations de récolte manuelle s'effectuent à l'aide d'un outil permettant de couper le pivot et de soulever la plante.**

Une fois arrachée, la plante est secouée et libérée des résidus de terre encore attachés aux gousses, puis on la laisse sur le sol à ressuyer.

Au bout d'un maximum de deux jours, les plantes d'arachide sont rassemblées en meules ou placées sur des perroquets, afin de favoriser le pressage, voire le séchage, du produit.

A titre indicatif, les opérations manuelles d'arrachage et de mise en meule des plantes nécessitent environ 80-150 heures de travail par hectare.

### Récolte en culture attelée

En culture attelée, lors de la récolte, le soulèvement des plantes d'arachide s'effectue à l'aide d'instruments de culture appropriés tirés par des animaux.

Deux personnes sont nécessaires pour effectuer la récolte en culture attelée: l'une pour l'attelage et l'autre pour l'arrachage des plantes.

En utilisant des souleveuses au lieu d'effectuer la récolte à la main, on réduit généralement la durée du travail d'environ vingt heures.

### Récolte mécanisée

De nombreux systèmes mécanisés sont disponibles pour la récolte des arachides.

Le choix du système à adopter dépend de plusieurs facteurs: caractéristiques du terrain, variétés cultivées, conditions climatiques locales, proximité d'installations de séchage et de structures de stockage, etc.

Selon le type de machine choisi, on peut donc effectuer la récolte des arachides en exécutant une opération à la fois ou simultanément plusieurs des opérations décrites précédemment.

C'est ainsi que l'on a des souleveuses, des souleveuses-secoueuses et des ramasseuses-batteuses.

La récolte avec les souleveuses pour tracteurs est réalisée à l'aide d'un système de lames montées sur un bâti, lesquelles coupent les pivots et soulèvent les plantes.

Quant aux souleveuses-secoueuses, outre le soulèvement, elles extirpent les plantes et les débarrassent de la terre.

Lorsqu'elles sont équipées d'un dispositif pour la mise en andain des plantes, ces

**machines sont appelées souleveuses-secoueuses-andaineuses.**

**A titre indicatif, l'arrachage et la mise en andain mécanisés des plantes nécessitent environ 4-6 heures de travail par hectare.**

**Les ramasseuses-batteuses complètent en général le travail des machines précédentes, en récupérant les andains pour les battre.**

**La récolte du tournesol**

**On effectue la récolte du tournesol à la main ou au moyen de systèmes mécanisés, lorsque les feuilles supérieures commencent à sécher et que les fleurs se fanent.**

**Dans certains cas, en particulier lorsque les parcelles cultivées sont peu étendues, il est préférable de récolter le produit avant que la maturation ne soit achevée. On limite ainsi le risque de pertes dues à l'action des oiseaux ou d'autres ravageurs.**

**Récolte à la main**

**On effectue la récolte manuelle en coupant les capitules à l'aide d'un couteau ou de ciseaux.**

Si, au moment de la récolte, le degré d'humidité des graines est supérieur à 15% il convient de procéder au pressage des capitules avant leur battage.

## Récolte mécanisée

La récolte mécanisée du tournesol s'effectue généralement à l'aide de moissonneuses-batteuses à bras, auxquelles l'on a apporté les modifications appropriées et que l'on a équipées d'une tête cueilleuse pour tournesol.

La capacité de travail de ces machines est d'environ 0,9 h/ha.

---

## Pre-sechage

### Définition

Au moment de la récolte, les portions de plante coupées peuvent contenir une quantité excessive de matière végétale encore verte, tandis que les grains peuvent présenter un degré de maturité non uniforme, et une teneur en eau encore trop élevée.



Par "pré-séchage", on entend la phase du système après-récolte au cours de laquelle le produit récolté est séché pour pouvoir être soumis, dans les meilleures conditions possibles, aux opérations suivantes de battage ou de grenage.

## Operation de pre-sechage

En abordant les problèmes liés à la récolte, nous avons déjà cité quelques opérations visant à favoriser le pré-séchage des produits.

Il est toutefois utile de décrire succinctement les principales caractéristiques des méthodes de pré-séchage le plus couramment adoptées; nous reviendrons d'ailleurs sur ces méthodes au chapitre consacré au séchage.

En effet, lorsque l'éloignement des installations de séchage artificiel le justifie, et que les conditions climatiques le permettent, on peut prolonger les opérations de pré-séchage jusqu'à en faire de véritables opérations de séchage, c'est-à-dire jusqu'à obtenir une réduction du degré d'humidité permettant une bonne conservation du produit.

Pour le maïs, l'utilisation de cribs permet non seulement un pré-séchage, voire un séchage complet des grains, mais aussi un stockage en épis.

Il est assez difficile d'établir avec précision la durée du pré-séchage, car plusieurs facteurs influent sur cette durée.

Les conditions climatiques et le degré d'humidité à la récolte, le système et les machines de battage ou d'égrenage adoptés, la proximité d'installations de séchage artificiel, les modes de stockage, ne sont que quelques-uns des éléments dont il faut tenir compte pour établir la durée et les modes d'exécution des opérations de pré-séchage.

### Pré-séchage sur pied

L'une des méthodes les plus simples et les plus répandues, surtout lorsque les conditions climatiques sont favorables, consiste à retarder le moment de la récolte.

La maturation une fois achevée, on laisse donc les produits pré-sécher sur pied dans le champ, avant de les récolter.

Cette méthode nécessite parfois, comme pour le maïs, plusieurs semaines de permanence au champ après la maturité physiologique.

Appliquée au sorgho, au tournesol, mais surtout au maïs, cette méthode présente

## **toutefois de gros risques et des inconvénients sérieux:**

- pertes par **grenage naturel**;
- pertes par **attaque de ravageurs (rongeurs, oiseaux, etc.)**;
- pertes par **infestation (insectes, moisissures, etc.) qui pourront avoir des conséquences graves pendant le stockage**;
- **occupation prolongée des parcelles et impossibilité d'exploiter le terrain, éventuellement, pour une seconde culture.**

## **Pré-séchage en tas**

Cette méthode de **pré-séchage, voire de séchage, consiste à disposer en tas sur le champ, ou sur une aire de séchage ad hoc, le produit à peine récolté.**

**Une exposition prolongée à l'air (au soleil ou à l'ombre) provoque la réduction de la teneur en eau des grains.**

**La forme et les dimensions de ces tas peuvent varier selon le produit que l'on veut pré-sécher.**

Par exemple, les panicules de riz, une fois récoltées, sont disposées en gerbes.

On peut mettre les gerbes de riz ainsi confectionnées près de l'ombre dans de vastes locaux.

Si les conditions climatiques le permettent et si l'on ne dispose pas d'espaces couverts suffisants, on peut aussi laisser sécher les gerbes de riz sur le champ.

Pour ce faire, on confectionne des "perroquets" en bois sur lesquels on appuie les gerbes de riz, en ayant soin de protéger les panicules de l'ensoleillement direct, avec de la paille ou une autre matière végétale.

Un autre système utilisé pour sécher le riz, mais aussi les arachides, consiste à confectionner des "meules" aérées.

Les gousses d'arachides doivent être disposées à l'intérieur des tas, de façon à être protégées de l'ensoleillement direct, et d'une dessiccation trop brusque et température élevée.

Le séchage des arachides et du tournesol peut s'effectuer aussi en disposant les plantes, ou les capitules dans le cas du tournesol, sur des "perroquets" en bois.

**Quant aux plantes de haricot, après l'arrachage on les expose au soleil et on les aère en confectionnant de petits tas sur le champ.**

**Dans le cas du sorgho, on dispose les épis en bottes ou en meules, puis on les laisse au soleil sur des aires de séchage ou sur des "claies" appropriées.**

**Pendant le pré-séchage, il faut éviter la réhumidification des gousses et des grains, en protégeant les tas des pluies soudaines ou de l'humidité nocturne et de celle du terrain.**

**En même temps, afin de limiter les risques d'infestation (moisissures, etc.), il faut éviter le contact direct des gousses et des grains avec le sol.**

**Pré-séchage en cribs**

**Pour le maïs, mais aussi pour le tournesol, on peut pallier les inconvénients du pré-séchage sur pied en effectuant la récolte à maturité et en plaçant les épis (ou les capitules de tournesol) à sécher dans des cellules à ventilation naturelle appelées "cribs".**

**Les cribs, en permettant la circulation naturelle de l'air entre les épis, assurent une**

**réduction lente et progressive de la teneur en eau des grains.**

**Il ne faut cependant pas oublier qu'un entreposage prolongé des épis dans les cribs peut entraîner d'importantes pertes par infestation d'insectes.**

**Les cribs, utilisés aussi pour le séchage, voire le stockage des produits, peuvent s'employer plus efficacement en climat sec, mais également en climat humide.**

**Leur coût est relativement modeste, car ils sont souvent construits selon des techniques traditionnelles, avec des matériaux locaux.**

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

---

## Battage et egrenage

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

## Définition

L'opération de battage ou d'égrenage consiste à séparer les grains, ou les gousses dans le cas de l'arachide, de la portion de plante qui les porte.

Cette séparation, effectuée manuellement ou à l'aide d'une machine, est obtenue par battage, par frottement ou par secouage des produits; elle est plus ou moins difficile, selon les variétés cultivées, la teneur en eau et le degré de maturité des grains.

## Operation de battage ou d'egrenage

Les opérations de battage ou d'égrenage suivent la récolte et, éventuellement, le pré-séchage des produits.

Ces opérations s'effectuent généralement sur le champ ou à la ferme, à la main, avec l'aide d'animaux ou au moyen de systèmes mécanisés.

Selon l'influence des facteurs agronomiques, économiques et sociaux, on procède au battage ou à l'égrenage de différentes façons:

- battage ou égrenage à la main, et à l'aide d'un simple outillage;
- battage à l'aide d'animaux ou de véhicules;
- battage ou égrenage mécaniques, à l'aide de simples machines actionnées manuellement;
- battage ou égrenage mécaniques, à l'aide de machines motorisées.

Comme nous l'avons déjà indiqué, les opérations de récolte et de battage ou d'égrenage peuvent aussi être effectuées simultanément, à l'aide de moissonneuses-batteuses ou de cueilleurs-égreneurs.

Quel que soit le système adopté, il est très important que les opérations de battage ou d'égrenage soient menées avec soin. Sinon, ces opérations peuvent causer la brisure des grains ou des enveloppes protectrices, ce qui entraîne un abaissement de la qualité du produit et favorise des pertes ultérieures, par l'action d'insectes et de moisissures.

Le transport du produit des lieux de récolte aux lieux de battage ou d'égrenage doit être, de même, effectué avec un soin particulier, car il peut occasionner des pertes



**importantes.**

**Battage à la main**

L'un des systèmes de battage du riz les plus simples consiste à prendre la gerbe de riz à la main et à frapper les panicules contre une surface dure .

Une autre méthode de battage du riz fréquemment employée consiste à fouler aux pieds les panicules.

Le battage du riz, mais aussi du sorgho, du haricot et de l'arachide, peut être effectué en frappant les gerbes disposées sur une aire de battage, à l'aide d'un fléau ou d'un béton.

Les aires de battage sur lesquelles on dispose les gerbes pour le battage doivent présenter un sol dur et propre.

On calcule qu'en adoptant l'une de ces méthodes de battage à la main, un ouvrier peut obtenir de 15 à 40 kilogrammes de produit par heure.

**Egrange à la main**

**Pour le maïs, le système d'égrenage traditionnel le plus simple consiste à exercer une pression des pouces sur les grains de façon à provoquer leur détachement des épis.**

**Une autre méthode d'égrenage tout aussi simple et répandue consiste à frotter deux épis de maïs l'un contre l'autre.**

**L'adoption de ces méthodes demande cependant une main-d'oeuvre abondante. On calcule qu'un ouvrier ne peut égrener à la main que quelques kilogrammes de maïs par heure.**

**Dans le cas du maïs, mais aussi du tournesol, les opérations d'égrenage peuvent s'effectuer avec une plus grande efficacité en frappant avec un bâton un sac rempli d'épis ou de capitules.**

**On peut aussi égrener le maïs et le tournesol en frottant les épis ou les capitules sur une surface rugueuse.**

**Pour l'égrenage à la main du maïs, on utilise parfois de petits outils, souvent fabriqués par des artisans locaux.**

On calcule qu'avec l'aide de ces outils, un ouvrier peut arriver à récolter de 8 à 15 kg de maïs par l'heure.

**Battage avec l'aide d'animaux ou de véhicules**

Si l'on dispose d'animaux de trait et que les quantités de riz sont importantes, le battage peut consister à faire marcher les animaux (attelés, le cas échéant, avec des dispositifs de battage) sur une couche de gerbes d'environ 30 cm.

Il faut signaler que cette méthode de battage du riz est adoptée dans certains pays d'Asie, qui utilisent le tracteur comme engin mécanique motorisé.

Cette méthode est semblable à celle mise en oeuvre pour le battage avec l'aide d'animaux, mais cette différence près que l'on utilise un tracteur à la place d'animaux de trait.

On obtient le paddy en faisant passer deux fois le tracteur sur les gerbes de riz disposées en couches sur une aire de battage circulaire de 15-18 m de diamètre. Entre les deux passages du tracteur, il faut retourner les gerbes.

Si les opérations s'effectuent en alternance sur deux aires de battage contiguës, on

**peut obtenir des rendements de l'ordre de 640 kg/h.**

**Battage a l'aide de machines actionnées manuellement**

**Pour améliorer les rendements et les conditions de travail durant le battages on emploie souvent des machines actionnées par un dispositif mécanique manuel ou pédale.**

**En agissant sur la manivelle ou la pédale, on fait tourner un gros tambour sur lequel sont fixés des boucles métalliques ou des dents.**

**En tenant les gerbes la main et en appuyant les panicules contre le tambour en rotation, on obtient le battage du riz.**

**Il faut maintenir la vitesse de rotation du tambour-batteur aux environs de 300 tours par minute (tr/mn).**

**Les gerbes tenues la main doivent être de même longueur, les panicules étant toutes disposées dans le même sens, les grains bien mûrs et secs.**

**Il faut alimenter la machine de façon continue et régulière, sans introduire des quantités excessives de produit.**

**Lorsque le paddy obtenu contient une quantité trop élevée de panicules non battues et de résidus végétaux, il faut effectuer un complément de battage suivi d'un nettoyage efficace du produit.**

**Le battage à l'aide de ces batteuses peut nécessiter l'intervention de deux ou trois opérateurs.**

**Les rendements, bien qu'ils soient fonction du type de machine, de l'habileté des opérateurs et de l'organisation du travail, peuvent être estimés à 100 kg/h maximum.**

**Egrenage du maïs à l'aide de machines actionnées manuellement**

**Les égreneuses manuelles, relativement répandues et quelquefois construites par des artisans locaux, permettent un égrenage plus facile et plus rapide des épis de maïs.**

**Il en existe de plusieurs modèles, et certaines sont équipées pour recevoir un moteur; elles sont généralement actionnées par une manivelle ou un dispositif pédale.**

**Les opérations d'égrenage à l'aide d'égreneuses manuelles ne nécessitent en général qu'un seul opérateur.**

**Avec des rendements qui varient de 14 à 100 kg/h, elles sont bien adaptées aux exigences d'une production à petite échelle.**

**Battage ou égrenage à l'aide de machines motorisées**

**Dans la description des opérations de battage ou d'égrenage à l'aide de machines motorisées, on se réfère principalement aux batteuses à moteur.**

**Même si elles sont peu à peu remplacées par les moissonneuses-batteuses, ces machines occupent encore une place importante dans le cadre des processus productifs d'après-récolte, surtout grâce à leur polyvalence.**

**En effet, la simple substitution de quelques accessoires et des réglages appropriés permettent souvent à ces machines de traiter différentes catégories de grains (par exemple: riz, maïs, sorgho, haricot, tournesol, blé, soja, etc.). dispositifs de secouage des pailles, de nettoyage et de mise en sacs des grains.**

**Entrainées par un moteur ou par la prise de force d'un tracteur, ces batteuses sont**

souvent montés sur roues pneumatiques, de façon pouvoir facilement être transportés au champ.

Le battage à l'aide de batteuses à moteur peut nécessiter l'intervention de deux ou trois opérateurs.

Les rendements dépendent du type de machine, de la nature des grains et de leur degré de maturité, de l'habileté des opérateurs et de l'organisation du travail, et peuvent varier de 100 à 5.000 kg/h.

A titre purement indicatif, nous reportons dans le tableau suivant les principales caractéristiques techniques de la batteuse à moteur polyvalente BAMBA (Bourgoin-France)

CARACTERISTIQUES	GRAINS			
	MAIS	RIZ	SORGHO	HARICOT
Vitesse batteur (tr/mn)	800	800	1.200	600
Rendements (kg/h)	de 1.500	de 450	de 450	de 450
	à 2.000	à 600	à 600	à 600

# Sechage

## Définition

Après le battage, les grains présentent dans la plupart des cas une teneur en eau supérieure à celle nécessaire pour une bonne conservation (13-14%).

Par "séchage", on entend la phase du système après-récolte au cours de laquelle le produit est rapidement déshydraté jusqu'à une humidité dite de "sauvegarde".

Cette dessiccation a pour but de réduire suffisamment la teneur en eau des grains pour garantir des conditions favorables de stockage ou de transformation ultérieure du produit.

Le séchage permet de réduire les pertes dues à des phénomènes se produisant lors du stockage des produits, à savoir:

- germination hâtive et intempestive des grains;
- développement de moisissures;



- prolifération d'insectes.

## Teneur en eau

La teneur en eau d'un produit est une valeur numérique exprimée en pourcentage.

Cette valeur est déterminée par le rapport entre le poids de l'eau contenue dans un échantillon donné de grains et le poids total de cet échantillon:

$$H\% = \frac{P_{\text{eau}}}{P_{\text{MS}}}$$

où:  $H\%$  est la teneur en eau de l'échantillon (en %);

$P_{\text{eau}}$  est le poids de l'eau de l'échantillon (en kg);

$P_{\text{MS}}$  est le poids de matière sèche de l'échantillon (en kg).

Par conséquent, dire que du paddy est 25% d'humidité signifie que dans un échantillon de 100 g de produit brut il y a 25g d'eau et 75g de matière sèche.

## Humidite relative de l'air

Les grains sont "hygroscopiques", c'est-à-dire qu'ils peuvent céder de l'eau à l'air ambiant, ou en absorber, sous forme de vapeur.

A une température donnée, l'air ne peut cependant pas absorber des quantités illimitées de vapeur d'eau.

On dit que l'air est "saturé" quand, ne pouvant plus absorber de vapeur d'eau à une température donnée, il a une humidité relative de 100%.

L'humidité relative de l'air, exprimée en pourcentage, est définie comme le rapport entre le poids de vapeur d'eau contenue dans 1 kg d'air et le poids de vapeur d'eau contenu dans 1 kg d'air saturé, à une température donnée:

$$\text{H.R.\%} = \frac{\text{Poids de vapeur d'eau dans 1 kg d'air}}{\text{Poids de vapeur d'eau dans 1 kg d'air saturé}}$$

où: H.R.% est l'humidité relative de l'air (en %);

Le tableau suivant indique les poids maxima de vapeur d'eau contenue dans 1 kg d'air.

Température de l'air	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C
Poids maximum vapeur d'eau (en g)	3,9	7,9	15,2	28,1	50,6
Température de l'air	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
Poids maximum vapeur d'eau (en g)	99,5	158,5	289,7	580,0	1.559

De l'air contenant une quantité donnée de vapeur d'eau tend à se saturer s'il est refroidi.

En revanche, si l'on veut augmenter le "pouvoir séchant" de cet air (c'est-à-dire sa capacité d'absorber davantage de vapeur d'eau), il faut le chauffer.

Par exemple, de l'air contenant 15,2 g de vapeur d'eau par kilogramme a une humidité relative de:

- H.R.% =  $15,2 / 15,2 \times 100 = 100\%$  à 20°C;
- H.R.: =  $15,2 / 28,1 \times 100 = 54\%$  à 30°C;
- H.R.% =  $15,2 / 89,5 \times 100 = 17\%$  à 50°C;

## Equilibre air-grain

Pour une certaine catégorie de produits et pour une température donnée, la condition d'équilibre dans l'échange de vapeur d'eau entre les grains et l'air est représentée par la courbe dite "courbe d'équilibre hygroscopique".

Cette courbe indique, à une température donnée, les conditions d'équilibre entre la teneur en eau des grains (HI) et l'humidité relative de l'air (H.R.%).

Le graphique suivant donne les courbes d'équilibre air-mais à trois températures (15°C, 20°C et 35°C).

Comme on peut aisément l'observer:

A) à 20°C, pour une humidité relative de l'air de 70%, la condition d'équilibre est atteinte lorsque la teneur en eau des grains de maïs est de 14% (point A);

B) ventilés par de l'air à 55% d'humidité relative, les grains de maïs perdent de l'humidité, et atteignent la condition d'équilibre lorsque leur teneur en eau est de 12% (point B);

C) ventilés par de l'air à 80% d'humidité relative, les grains de maïs se réhumidifient, et atteignent la condition d'équilibre lorsque leur teneur en eau est de 16% (point C).

[Courbe d'équilibre air-maïs](#)

## Processus de séchage

On peut donc obtenir le séchage des produits en faisant circuler de l'air plus ou moins chaud dans une masse de grains.

Dans son mouvement, l'air cède de la chaleur aux grains, en absorbant l'humidité des couches les plus superficielles.

[Schéma des échanges d'humidité entre air et grains](#)

Du point de vue physique, l'échange de chaleur et d'humidité entre l'air et le produit à sécher se traduit par les phénomènes suivants:

- réchauffement des grains, accompagné par un refroidissement de l'air de séchage.

- réduction de la teneur en eau des grains, accompagnée par une augmentation de l'humidité relative de l'air de séchage. Mais ce processus n'a pas lieu de façon uniforme.

L'eau présente dans les couches superficielles des grains s'évapore en effet beaucoup plus facilement et plus rapidement que celle des couches internes.

Il est donc beaucoup plus difficile d'abaisser la teneur en eau d'un produit de 25% à 15% que de 35% à 25%.

On aurait tort de penser que l'on peut surmonter cette difficulté en procédant à un séchage rapide à température élevée.

En effet, de telles conditions de séchage engendrent des tensions internes, produisant de petites fissures qui peuvent aboutir à une rupture des grains pendant les traitements ultérieurs.

Pour le séchage des grains, les méthodes employées sont, en substance, au nombre de deux:

- le séchage naturel,

- le séchage artificiel.

Elles présentent l'une et l'autre des avantages et des inconvénients, et il n'existe aucune méthode idéale permettant de satisfaire tous les besoins.

## Séchage naturel

La méthode de séchage naturel, à laquelle se rapportent également les techniques illustrées dans le chapitre consacré aux opérations de proséchage, consiste essentiellement à exposer à l'air (au soleil ou à l'ombre) les produits battus.

Pour obtenir la teneur en eau souhaitée, on répand les grains en minces couches sur une aire de séchage, où ils sont exposés à l'air (au soleil ou à l'ombre) pendant un maximum de 10-15 jours.

Pour favoriser un séchage uniforme, il faut remuer fréquemment les grains, surtout s'ils sont exposés directement aux rayons du soleil.

En outre, pour que le séchage soit efficace, l'humidité relative de l'air ambiant ne doit pas dépasser 70%.

**A cet égard, il faut éviter l'exposition nocturne des grains.**

**En effet, le froid de la nuit, en entraînant une augmentation de l'humidité relative de l'air, favorise la rehumidification des grains.**

**Pour les mêmes raisons, cette méthode est déconseillée en région humide, ou pendant la saison des pluies.**

**Rappelons qu'un séchage insuffisant ou excessivement lent peut, lors du stockage, entraîner d'importantes pertes de produit par réchauffement des grains.**

**Enfin, l'exposition prolongée des grains aux agents atmosphériques et donc l'action de ravageurs (insectes, rongeurs, oiseaux) et de microorganismes (moisissures), peut aussi causer des pertes de produit.**

**Malgré ces inconvénients, il est avantageux de procéder au séchage naturel dans les contextes suivants:**

- lorsque les conditions atmosphériques sont favorables et une réduction de la teneur en eau dans un laps de temps raisonnablement court;**
- lorsque les quantités de grains à sécher sont modestes;**



- lorsque l'organisation de la production et les conditions socioéconomiques ne justifient pas les dépenses relatives à l'achat d'une installation de séchage artificiel.

## Séchage artificiel

L'introduction de variétés culturales à rendement élevé et la mécanisation progressive de l'agriculture permettent désormais de récolter en peu de temps de grosses quantités de grains à forte

Dans les zones tropicales et subtropicales humides, compte tenu des conditions climatiques défavorables au moment de la récolte, il est souvent difficile de sauvegarder la qualité des produits.

Pour satisfaire au besoin d'augmenter les productions agricoles, il est donc nécessaire de faire sécher les produits dans des délais relativement brefs, et quelles que soient les conditions ambiantes. Par conséquent, on doit recourir au séchage artificiel des produits.

Cette méthode consiste essentiellement à soumettre les grains à une ventilation forcée d'air plus ou moins chauffé.

Elle nécessite l'emploi d'appareils spéciaux appelés "séchoirs".

### Schéma d'un séchoir statique

#### Séchage artificiel et séchoirs

Du point de vue de la construction, les éléments essentiels d'un séchoir sont:

- le corps du séchoir, qui contient les grains à sécher;
- le générateur d'air chaud, qui permet de réchauffer l'air de séchage;
- le ventilateur, qui permet la circulation de l'air de séchage dans la masse de grains.

Pour le séchage artificiel des grains, on utilise deux types de séchoirs:

- les séchoirs statiques ou discontinus;
- les séchoirs continus.

Les premiers sont peu coûteux et ne réussissent à traiter que de modestes quantités de grains; ils sont donc plus adaptés aux besoins de petits et moyens centres de collecte et de transformation des produits.

Quant aux seconds, ce sont des **séchoirs à grand débit** qui **nécessitent des infrastructures plus complexes, un équipement complémentaire et surtout une planification et une organisation particulières**. Ils sont donc plus appropriés pour de **gros centres, silos ou magasins, où l'on traite de très grandes quantités de produit**.

### **Séchage et séchoirs statique**

Une couche épaisse de grains est traversée par un courant d'air chaud qui se **déplace de bas en haut**.

Le **séchage de la masse de grains ne se réalise pas de façon uniforme**: mesure qu'il se **déplace de bas en haut, l'air de séchage cède de la chaleur aux grains et en absorbe l'humidité, perdant ainsi son "pouvoir séchant"**. Les couches inférieures **sécheront donc plus rapidement que les couches supérieures**.

**Au cours du processus de séchage, la masse de grains se trouve ainsi divisée en trois zones:**

- zone de grains secs,
- zone de séchage,
- zone de grains humides.

**La ligne fictive qui sépare la zone de grains secs de la zone de séchage est appelée "front de séchage".**

**Dans son lent déplacement de bas en haut, le front de séchage sépare les grains déjà secs de ceux qui sont en cours ou en attente de séchage.**

**La vitesse de déplacement du front de séchage dépend des caractéristiques de l'air de séchage (température, humidité relative) et de la masse de grains à sécher (type, teneur en eau, épaisseur de la couche)**

### **Schéma du processus de séchage**

**Une fois le séchage terminé, les grains des couches inférieures sont de toute façon plus secs que ceux des couches supérieures.**

**Pour maintenir cette différence de teneur en eau dans des limites acceptables, il est important que l'air chaud utilisé soit de températures et de débits appropriés.**

**A titre indicatif, disons qu'une température élevée doit correspondre un débit d'air plus important.**

**Pour réduire les risques d'hétérogénéité de la teneur en eau, mais aussi pour**

**limiter les coûts de l'opération, on doit éviter le séchage prolongé de couches trop épaisses de grains.**

**Pour obtenir une teneur en eau des grains plus homogène, il est possible de prévoir une ventilation avec de l'air à température ambiante, après le séchage à l'air chaud.**

**La construction et l'emploi des différents types de séchoirs à cases et des séchoirs à ventilation radiale sont basés sur ces principes de fonctionnement et sur ces précautions.**

**Afin de réduire encore la différence de teneur en eau des grains, certains séchoirs sont équipés de dispositifs spéciaux pour le brassage des grains au cours du séchage.**

**C'est sur ce principe que se basent, par exemple, les séchoirs circulaires, les séchoirs "in bin drying" et les séchoirs à lots successifs.**

**Séchage et séchoirs continus**

**On fait passer en couche mince un flux continu de grains dans un conduit traversé**

**par un courant d'air fortement chauffé. Dans son mouvement, la masse de grains est constamment soumise à un brassage.**

**La masse de grains sèche présente dans ce cas une teneur en eau assez uniforme.**

**La température de l'air de séchage doit être maintenue dans certaines limites afin de ne pas altérer les qualités alimentaires et les propriétés germinatives des grains (cette température se rapporte à l'air de séchage et non aux grains); en effet, les grains ne restent pas assez longtemps dans le courant d'air fortement chauffé pour atteindre des températures très élevées).**

**C'est dans la phase finale du séchage, lorsqu'il est nécessaire d'extraire l'humidité la plus interne, que l'on risque d'entraîner une brève surchauffe des grains.**

### Schéma d'un séchoir continu

**Il faut se souvenir néanmoins qu'un séchage rapide à haute température ainsi qu'un refroidissement brusque peuvent provoquer la fissure et la brisure des grains et l'usinage.**

**Pour pallier ces inconvénients, on effectue parfois les opérations de séchage en**

**soumettant rapidement les grains, à plusieurs reprises, au courant d'air fortement chauffé.**

**Entre deux passages, les grains sont laissés pendant plusieurs heures en repos, afin que la teneur en eau soit homogénéisée dans la masse de grains.**

**Un autre système adopté pour réduire les risques de brisures consiste à soumettre les grains à l'air chaud de séchage jusqu'à ce que leur teneur en eau soit légèrement supérieure à celle que l'on désire (2%-3% en plus), puis à les laisser pendant plusieurs heures en repos pour leur faire subir ensuite une ventilation à l'air ambiantes.**

**La construction et l'emploi des différents types de séchoirs continus verticaux (séchoirs à colonnes, à persiennes, à chicanes), et horizontaux ou inclinés (séchoirs à déplacement du grain par palettes, à tablier transporteur, à cascades, mobiles), sont basés sur ces principes de fonctionnement et sur ces précautions.**

**Principales caractéristiques techniques des séchoirs**

**Le choix le plus approprié et l'utilisation optimale d'un séchoir dépendent de la correspondance entre certaines caractéristiques techniques des appareils et les**

## besoins de la production locale.

Les principales caractéristiques techniques des sècheurs sont les suivantes:

- la puissance évaporatoire,
- le débit de renouvellement d'air, ou débit spécifique.
- la consommation thermique spécifique.

### Puissance évaporatoire

Pour définir le type de séchoir dont on a besoin, il faut avant tout déterminer la valeur de la quantité d'eau par heure que l'on veut éliminer lors du séchage.

Cette valeur exprime de façon complète les besoins locaux de séchage des produits. Elle est déductible de l'analyse des données de production annuelles et saisonnières.

La caractéristique technique qui met en évidence les performances d'un séchoir est sa "puissance évaporatoire".

La puissance évaporatoire indique la quantité d'eau qu'un séchoir est capable de faire évaporer en une heure de la masse de produit à sécher. Son unité de mesure



est le kilogramme d'eau évaporé par heure (kg d'eau/h).

Cependant les constructeurs n'indiquent pas tous de façon explicite dans leur documentation commerciale la puissance évaporatoire; c'est pourtant la seule caractéristique capable de faire comprendre les performances réelles d'un séchoir.

En effet, si l'on connaît la puissance évaporatoire et la quantité d'eau à éliminer par quintal de produit, on peut calculer le "débit du séchoir", c'est-à-dire la quantité de produit séché en une heure.

L'unité de mesure du débit du séchoir est le quintal de produit (humide ou sec) par heure (q/h de produit).

Nombre de constructeurs, au lieu de la puissance évaporatoire, indiquent d'habitude le "débit du séchoir", comme caractéristique des appareils.

Cette indication n'est juste que si l'on précise pour quelles humidités initiale et finale du produit cette valeur a été calculée, et si elle est exprimée par rapport au produit humide ou sec.

D'autres constructeurs ont également l'habitude de donner la puissance

évaporatoire, ou mieux la "capacité d'évaporation" d'un séchoir, en "points/heure": on entend par "point" la quantité d'eau éliminée lorsqu'on baisse de 1% l'humidité d'un quintal de produit.

Grâce à cette notion de "point" d'humidité, on prétend ramener le calcul du "débit du séchoir" à un simple rapport entre la capacité d'évaporation et la différence entre l'humidité initiale du produit et l'humidité finale, après séchage.

On observera toutefois que pour une même quantité unitaire de produit humide, un "point" d'humidité peuvent correspondre des quantités d'eau éliminer variables, selon l'humidité finale que l'on veut obtenir.

Il est donc très important, pour faire comprendre les performances réelles de l'appareil, que les constructeurs précisent à quelle humidité finale du produit se rapporte la valeur, exprimée en points/heure, de la capacité d'évaporation du séchoir.

### Debit de renouvellement d'air

Le "débit de renouvellement d'air" d'un séchoir, ou "débit spécifique", indique la quantité d'air qui traverse, en une heure, un mètre cube de produit. Son unité de

mesure est le mètre cube d'air par heure par mètre cube de produit ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ ).

Cette caractéristique, étroitement liée à la puissance évaporatoire, dépend essentiellement de la puissance du dispositif de ventilation et de l'épaisseur de la couche de grains à sécher.

Des valeurs élevées du débit de renouvellement d'air ( $6.000\text{-}8.000 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ ) permettent de réduire la durée du séchage.

Dans ces conditions, on peut avoir des augmentations de débit du séchoir qui entraînent cependant une élévation de la consommation d'énergie et, surtout, des risques accrus de fissure et de brisure des grains par séchage rapide des produits.

Par contre, des valeurs plus modestes ( $2.000\text{-}4.000 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ ) permettent un meilleur séchage des produits mais réduisent le débit du séchoir.

On doit donc choisir le débit de renouvellement d'air d'un séchoir en cherchant le meilleur compromis possible entre ces facteurs et les conditions locales de production.

**Consommation thermique spécifique**

La "consommation thermique spécifique" d'un séchoir indique la quantité de chaleur nécessaire pour éliminer un kilogramme d'eau de la masse de produit sécher.

Cette quantité de chaleur comprend évidemment la fois la chaleur utilisée pour chauffer (séchoir, produit) et faire évaporer l'eau, et la chaleur en partie dispersée dans l'air ambiant.

L'unité de mesure de la consommation thermique spécifique est la millithermie par kilogramme d'eau évaporée (mth/kg d'eau évaporée).

Les séchoirs du type discontinu ont en général des valeurs de consommation thermique supérieures à 1.500 mth/kg d'eau évaporée.

Par contre, les séchoirs du type continu ont une valeur de consommation thermique comprise entre 850 et 1.200 mth/kg

La valeur de la consommation thermique doit toujours être explicitement demandée aux constructeurs de séchoirs.

## Autres méthodes de séchage

**On a vu que le séchage naturel est lent et présente des risques importants de perte de produit.**

**Par contre, le séchage artificiel est plutôt coûteux (achat de séchoirs, emploi de combustibles souvent dérivés du pétrole, etc.).**

**Pour trouver une solution de compromis pouvant satisfaire les besoins de petites communautés rurales, surtout dans les régions tropicales humides, l'on a entrepris au début des années Soixante-dix une série d'expériences visant aussi bien l'amélioration des méthodes traditionnelles de séchage naturel, qu'au contrôle de la validité de solutions technologiques qui privilégient le soleil comme source d'énergie alternative.**

**Ces expériences non seulement ont développé la connaissance des procédés de dessiccation, mais ont également abouti à la construction de nombreux prototypes de séchoirs solaires.**

**Au moyen de ces appareils, le séchage des produits est obtenu:**

- par "effet de serre", produit à l'intérieur d'une "boîte de séchage" exposée directement au soleil;**

- par une circulation d'air chauffé provenant de "capteurs solaires";
- par l'action combinée des deux phénomènes précédents.

Cependant, des coûts de fabrication relativement élevés, une courte durée de vie et des performances variables ont jusqu'à présent limité l'adoption des séchoirs solaires, notamment pour le séchage des grains.

[Schéma d'un séchoir solaire:](#)

---

## Stockage

### Définition

On entend par "stockage" la phase du système après-récolte durant laquelle les produits sont conservés, de façon appropriée, afin de garantir la sécurité alimentaire des populations en dehors des périodes de production agricole.

Les principaux objectifs du stockage des produits peuvent se résumer de la façon suivante:

- **permettre, sur le plan alimentaire, une utilisation différée (sur une base annuelle et pluriannuelle) des produits agricoles récoltés;**
- **assurer, sur le plan agricole, la disponibilité en semences pour les cycles culturaux suivants;**
- **garantir, sur le plan agro-industriel, l'approvisionnement régulier et continu en matières premières des industries de transformation;**
- **équilibrer, sur le plan commercial, l'offre et la demande de produits agricoles, en stabilisant ainsi les prix sur le marché.**

Pour atteindre ces objectifs généraux, il faut évidemment adopter des mesures visant à préserver, dans le temps, la qualité et la quantité des produits stockés.

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

---

## Influences des facteurs du milieu

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Pour une conservation de qualité et de longue durée des produits il faut que les processus de dégradation soient ralentis, ou même arrêtés.

La dégradation des grains pendant le stockage dépend principalement de la combinaison de trois facteurs:

- la température,
- l'humidité,
- la teneur en oxygène.

Pendant le stockage, mais aussi pendant d'autres phases du système après récolte, les effets combinés de ces trois facteurs peuvent entraîner des pertes parfois importantes de produit.

### Température et humidité

La température et l'humidité contribuent de façon déterminante à accélérer ou à retarder les phénomènes complexes de transformation biochimique (surtout la



"respiration" des grains) qui sont **l'origine de la dégradation des grains .**

Elles ont en outre une influence directe sur la vitesse de développement des insectes et des micro-organismes (moisissures, levures et bactéries), et sur la germination hâtive et intempestive des grains.

Dans le diagramme général de conservation, conçu par Burges et Burrell, on établit la relation entre température et teneur en eau pour déterminer la zone d'influence de certains phénomènes de dégradation importants, tels que: le développement d'insectes et de moisissures, et la germination des grains.

### Diagramme de conservation des céréales

Il est facile d'observer que plus la température est élevée, plus la teneur en eau des grains doit être faible pour que soit assurée une bonne conservation des produits.

Vu leur influence sur la vitesse de développement des phénomènes de dégradation précités, la température et la teneur en eau des grains conditionnent la durée maximale de stockage.



HUMIDITE	TEMPERATURE					
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
13%				180	115	90
14%			160	100	50	30
15%			100	50	30	15
16%		130	50	30	20	8
17%		65	35	22	12	5
18%	130	40	25	17	8	2
19%	70	30	17	12	5	0
20%	45	22	15	8		
21%	30	17	11	7		
22%	23	13	8	6		
23%	17	10	4	54		
25%	10	8	6	3		

**A titre d'exemple, nous avons reporté, dans le tableau précédent, les durées**

d'entreposage recommandés, en fonction de la température et de la teneur en eau des grains.

La température dépend non seulement des conditions climatiques, mais aussi des transformations biochimiques qui se produisent à l'intérieur d'une masse de grains, provoquant un chauffage naturel indésirable des produits stockés.

Quant à la teneur en eau des grains stockés, elle est fonction de l'humidité relative de l'air, comme le montrent les courbes d'équilibre air-grain.

Pour une humidité relative de l'air inférieure à 65%-70%, nombre des phénomènes de dégradation des grains sont ralentis, sinon complètement bloqués.

En ce sens, la teneur en eau dite "de sauvegarde" est définie comme l'humidité des grains à laquelle correspond une condition d'équilibre avec l'air à 65%-70% d'humidité relative.

Le tableau ci-après indique la teneur en eau recommandée pour un stockage de longue durée des différentes sortes de grains en régions chaudes.

--	--	--	--

GRAINS	HUMIDITE	GRAINS	HUMIDITE
Paddy	14,0%	Tournesol	9,0%
Riz	13,0%	Blé	13%
Mais	13,0%	Millet	16,0%
Sorgho	12,5%	Café	13,0%
Haricot	15,0%	Cacao	7,0%
Arachide	7,0%	Coprah	7,0%

## Teneur en oxygène

Les micro-organismes et les insectes, tout comme les grains, sont des organismes vivants qui ont besoin d'oxygène.

Le stockage des grains dans des milieux pauvres en oxygène provoque la mort des insectes, l'arrêt du développement des micro-organismes et le blocage, ou le ralentissement, des phénomènes biochimiques de dégradation des grains. Il favorise donc leur conservation, mais peut affecter leur pouvoir de germination.

## Agents de dégradation des grains

**Les principaux ennemis des grains stockés sont les micro-organismes, les insectes et les rongeurs.**

## **Les micro-organisme**

**Les micro-organismes (moisissures, levures, bactéries) sont des agents biologiques présents dans le sol qui, transportés par l'air ou par l'eau, peuvent contaminer les produits avant, pendant et après leur récolte.**

**Leur présence, et leur développement, entraînent de graves altérations de la valeur nutritive et des caractéristiques organoleptiques des grains (goût, odeur, aspect).**

**En outre, ils sont responsables de l'altération d'importances propriétés germinatives des semences (vigueur et pouvoir germinatif) et, dans le cas des moisissures, de l'éventuelle formation de dangereuses substances toxiques (mycotoxines).**

**Les impuretés, les grains cassés et fissurés, favorisent le développement de micro-organismes.**

**En outre, la température et l'humidité ont une influence déterminante sur la vitesse de développement de ces agents de dégradation.**

**On a constaté que le développement de micro-organismes se produit des températures comprises entre -8°C et +80°C lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 65%.**

**Par contre, des atmosphères pauvres en oxygène contribuent à arrêter le développement de ces agents de dégradation.**

## **Les insectes**

**Les infestations par les insectes peuvent se produire soit sur le terrain, avant la récolte, soit sur les lieux de stockage des produits.**

**Dans certains cas, ces infestations sont difficiles à déceler à l'oeil nu, car les dégâts sont provoqués par les larves qui se développent à l'intérieur des grains.**

**Les principaux insectes susceptibles d'infester les produits stockés appartiennent aux familles suivantes:**

- les coléoptères (dégâts provoqués par les larves et les insectes**

adultes);

- les Lépidoptères (dégâts provoqués seulement par les larves).

**Les insectes sont responsables de pertes parfois significatives de produit.**

En outre, leur activité biologique (production de déchets, respiration, etc.) compromet la qualité et la valeur commerciale des grains stockés, et favorise le développement de micro-organismes.

Les insectes peuvent vivre et se reproduire des températures comprises entre +15°C et +35°C.

Par contre, une humidité faible ralentit, voire même arrête leur développement, et des milieux pauvres en oxygène provoquent rapidement leur mort.

**Les rongeurs**

Les rongeurs s'installent et se multiplient à l'intérieur ou au voisinage des lieux de stockage, car ils y trouvent leur nourriture en abondance.

Les importants dégâts qu'ils provoquent affectent non seulement les produits conservés, mais encore les emballages et même les structures de stockage.

**Les principaux rongeurs, les plus communs, susceptibles de s'attaquer aux produits stockés, appartiennent aux espèces suivantes:**

- rat noir, dit aussi "rat de grenier" (*Rattus rattus*),
- surmulot ou rat gris, dit aussi "rat d'égout" (*Rattus norvegicus*),
- souris (*Mus musculus*).

L'action prolongée de ces ravageurs se traduit inévitablement par de graves pertes quantitatives de produits stockés.

Il faut ajouter ces pertes celles qui découlent de la diminution de qualité des denrées, causée par les souillures (déjections, sécrétions) abandonnées par les rongeurs dans les produits stockés.

Cette contamination est importante tant sur le plan commercial que sur celui de l'hygiène et de la santé.

En effet, les rongeurs sont souvent les vecteurs de graves maladies (rage, leptospirose, etc.).

## Méthodes de stockage



**Les méthodes de stockage sont essentiellement au nombre de deux: le stockage en sacs et le stockage en vrac.**

**Le premier s'effectue à l'air libre ou dans des magasins, le second dans des cellules ou des silos de capacité plus ou moins importante.**

**Le choix de l'une ou de l'autre de ces méthodes, et le degré de sophistication technologique des structures de stockage, dépendent de multiples considérations d'ordre technique, économique et socioculturel. Il ne faut pas non plus oublier tous les systèmes de stockage traditionnels employés par les petits producteurs; utilisant des techniques de construction artisanales et des matériaux locaux, ce sont eux qui prévalent dans les communautés rurales de nombreux pays en voie de développement.**

---

## **Contrôle des grains**

### **Définition**

**Les produits à stocker peuvent présenter des caractéristiques qui ne permettent**

**pas un entreposage immédiat. Un degré d'humidité excessif, la présence d'insectes et d'impuretés, peuvent en effet compromettre une conservation de qualité et de longue durée des produits.**

**Si l'on veut assurer une bonne gestion technique et commerciale, il est important de vérifier périodiquement la quantité et la qualité des produits stockés. Avant les opérations de stockage proprement dites, on doit soumettre les produits des contrôles appropriés, pour en vérifier le poids, le taux d'impuretés et l'humidité.**

**En cours de stockage, il faut contrôler l'état de conservation des produits. Dans ce but, on mesurera périodiquement, outre l'humidité et le degré d'infestation par les insectes, la température des grains.**

## **Pesage**

**Les opérations de pesage s'effectuent à l'arrivée des produits aux centres de stockage.**

**Selon les conditions de livraison (produits livrés en sacs ou en vrac, système de transport, etc.), on peut procéder au pesage à l'aide de simples bascules mécaniques ou de ponts-basculés.**

## Basculles mécanique

Dans les centres de stockage relativement petits, et lorsque les produits sont livrés en sacs, le pesage est effectué à l'aide de simples bascules mécaniques.

Ces bascules, d'une portée de 200 kg, permettent de peser plusieurs sacs de grains en même temps.

Un centre de stockage doit être équipé d'un nombre de bascules suffisant pour permettre, à tout moment de l'année, un afflux normal des produits au magasin.

Dans certains cas, quand on veut réduire les temps de réception et si les sacs, à l'entrée au magasin, sont d'un poids brut standard, on peut effectuer des pesages partiels des lots. On obtient alors le poids total en multipliant le nombre de sacs par le poids moyen des sacs effectivement pesés.

## Ponts-basculles

Les ponts-basculles permettent de peser les lots par des pesées différentielles des véhicules à l'entrée et à la sortie des centres de stockage.

Vu leur coût élevé et leur grande capacité de portée, ces systèmes de pesage ne

présentent d'intérêt que dans les centres de stockage importants, où les produits sont livrés (en sacs ou en vrac) sur des véhicules.

L'emploi de ponts-bascules nécessite de petits ouvrages d'infrastructure. Il faut en particulier creuser et aménager une fosse qui puisse accueillir les mécanismes du pont-bascule.

La profondeur de cette fosse est généralement de 1,60 m; certains modèles spéciaux de ponts-bascules peuvent être installés dans des fosses de 90 cm de profondeur seulement.

Certains constructeurs ont aussi prévu une installation à ciel ouvert, sans fosse. Dans ce cas, le pont-bascule étant surélevé par rapport au terrain, il faut construire des rampes d'accès pour permettre la montée et la descente des véhicules.

Rappelons enfin que la charge utile indiquée par les constructeurs se rapporte au poids maximum que peut supporter le pont-bascule. Ce poids comprend donc la fois le poids du véhicule de transport et le poids du chargement.

## Echantillonnage

**A l'arrivée aux centres de stockage et pendant l'entreposage, il est important de vérifier la qualité et l'état de conservation des produits.**

**Il est pratiquement impossible d'analyser la totalité des lots. On procède alors au prélèvement d'un échantillon représentatif de la masse de produit, pour effectuer ensuite sur celui-ci les analyses appropriées.**

**Pour obtenir un échantillon représentatif, il faut prélever plusieurs échantillons élémentaires: ceux-ci, une fois recueillis et mélangés dans un récipient propre, forment l'échantillon global sur lequel on effectue les contrôles nécessaires.**

**Si l'échantillon global obtenu est quantitativement trop important, on doit adopter des techniques de division de façon à obtenir un échantillon plus petit, mais toujours représentatif.**

**Les modes de prélèvement des échantillons sont différents, selon qu'il s'agit de produits livrés ou stockés en sacs ou en vrac.**

**Echantillonnage de grains livrés en sacs**

**Pour un lot de grains donné, le nombre de sacs sur lesquels on doit effectuer les**

prélèvements dépend du nombre total de sacs, comme l'indique le tableau suivant:

COMPOSITION DU LOT	SACS ECHANTILLONNES
1 10 sacs	Tous
10 100 sacs	10 sacs choisis au hasard
Plus de 100 sacs	Un nombre équivalent à la racine carrée du nombre total de sacs

Une fois les sacs sélectionnés, on peut procéder de deux façons pour composer l'échantillon global: par sondage ou par vidage des sacs.

### Echantillonnage par sondage

On prélève directement les échantillons élémentaires en introduisant dans les sacs sélectionnés des sondes creuses (sondes à sacs, cannes sondes, etc.).

Les prélèvements doivent être d'environ 50 g par sac de 100 kg et, de toute façon, suffisants pour composer un échantillon global d'au moins 500 g; une fois prélevés, les échantillons élémentaires doivent être soigneusement mélangés.

## Echantillonnage par vidage des sacs

Le contenu de chaque sac est brassé et étalé en couche mince de 10 cm d'épaisseur sur une surface propre; on prélève dans chaque couche de grains un échantillon élémentaire de 1 kg environ; les différents échantillons élémentaires sont ensuite soigneusement mélangés pour obtenir l'échantillon global.

## Echantillonnage de grains livrés en vrac

On peut obtenir l'échantillonnage de grains livrés en vrac en effectuant des prélèvements d'échantillons élémentaires soit sur produit à l'arrêt (par exemple sur un camion ou une remorque), soit sur produit en mouvement (par exemple, pendant les opérations de remplissage d'un silo).

## Echantillonnage sur produit à l'arrêt

On obtient l'échantillonnage sur produit à l'arrêt en effectuant plusieurs prélèvements à l'intérieur de la masse de grains et en mélangeant les échantillons élémentaires obtenus.

**Dans la mesure du possible, le prélèvement d'échantillons doit concerner toute l'épaisseur de la couche de grains.**

**Il faut préférer les prélèvements effectués en profondeur, à l'aide de sondes spéciales, à ceux que l'on effectue en surface, au moyen de pissettes ou autres petits récipients.**

**Les points où effectuer les prélèvements et leur nombre dépendent de la quantité totale de grains, comme l'indique la suite de schémas suivants.**

### Nombre de prélèvements

**Pour des lots particulièrement hétérogènes, il est recommandé d'effectuer les prélèvements toutes les 5 tonnes de produit, avec un minimum de 10 prélèvements.**

### **Echantillonnage sur produit en mouvement**

**Plus fiable et plus précise que la technique d'échantillonnage sur produit à l'arrêt, cette technique consiste à effectuer un ou plusieurs prélèvements instantanés sur la masse de grains en mouvement.**



On peut effectuer les prélèvements normalement, à l'aide de simples outils (puissettes, pelles, etc.) ou bien au moyen de préleveurs automatiques situés dans les conduits où circulent les grains.

### Réduction de l'échantillon

Si l'échantillon global obtenu est quantitativement trop important, il faut adopter des méthodes permettant d'obtenir des échantillons plus petits, mais toujours représentatifs.

L'une des méthodes les plus simples, bien que peu précise, est celle que l'on appelle la méthode "du cône".

### Réduction de l'échantillon

Elle permet d'obtenir des échantillons plus petits, par division en deux ou en quatre parties égales de l'échantillon global brassé et mis en tas sur une surface propre.

On peut aussi obtenir la réduction de l'échantillon à l'aide d'appareils spéciaux tels que l'échantillonneur-diviseur conique, également appelé "diviseur Boerner", et le diviseur à rifles, plus souvent employé pour les semences.

## Détermination du taux d'impuretés

Les impuretés n'ont pas seulement une influence négative sur le stockage des produits; elles concourent à définir la qualité même de ces produits.

Il est donc important de déterminer le taux d'impuretés d'un lot de grains, avant de procéder à son stockage, ou lors des transactions commerciales.

On considère généralement comme des impuretés:

- les débris végétaux (pailles, feuilles),
- les éléments minéraux (terre, graviers),
- les éléments divers (particules métalliques, morceaux de ficelle),
- les graines étrangères,
- les grains immatures,
- les grains germés,
- les grains brisés,
- les grains endommagés (par insectes, rongeurs),
- les grains avariés, moisissus ou de coloration anormale.

On détermine le taux d'impuretés sur des échantillons de poids relativement

**modeste (quelques centaines de grammes).**

**En pratique, on procède en séparant les grains sains des impuretés par tri visuel et tamisage. Ensuite, on classe et on pèse les impuretés au moyen d'une balance.**

**Le rapport, exprimé en pourcentage, entre le poids des impuretés et le poids de l'échantillon fournit le taux d'impuretés du lot de grains analysés.**

## **Mesure de la teneur en eau**

**La détermination de la teneur en eau des grains est une opération d'une importance particulière dans toutes les phases du système après-récolte.**

**Avant la récolte, par exemple, elle permet d'apprécier l'état de maturité des grains. Après le battage, elle sert à décider des modes et des temps de séchage. Avant la transformation des produits, elle indique si les grains sont en état d'être traités.**

**Lors de la commercialisation, elle permet de connaître la quantité de matière sèche que l'on achète, et d'établir ainsi le juste prix de vente (l'eau n'a pas la même valeur commerciale que les grains).**

**Avant et pendant le stockage, elle aide à décider des conditions d'entreposage et à apprécier l'état de conservation des grains.**

## **Méthodes empiriques**

**Dans les campagnes, les paysans ont l'habitude d'évaluer de façon approximative la teneur en eau des grains par des méthodes empiriques.**

**Ces méthodes, basées sur l'expérience de chacun, ne donnent pas une véritable mesure objective, mais une estimation du degré d'humidité, par la perception subjective et sensorielle (tactile, visuelle, olfactive) de certaines caractéristiques des grains.**

**Ainsi certains paysans ont l'habitude de croquer les grains, ou de les graffer avec l'ongle du pouce, ou de les écraser entre les doigts, pour en évaluer la dureté et la consistance, et en estimer ainsi la teneur en eau.**

**D'autres se fient à l'odeur, plus ou moins agréable, qui se dégage d'une poignée de grains; d'autres encore se basent sur le tintement, plus ou moins sourd, produit par quelques grains secoués dans une boîte métallique.**

Certains évaluent la fluidité des grains en essayant de plonger le bras, la main ouverte, dans une masse de grains relativement importante (dans un sac ou dans une couche épaisse de grains en vrac).

De toutes les méthodes empiriques, la moins approximative est peut-être celle du test du sel. Elle consiste à mélanger dans un récipient en verre un échantillon de grains avec du sel de cuisine ordinaire, bien sec.

Après avoir secoué plusieurs fois le récipient, on examine si le sel a adhéré ou non aux parois.

Si le sel adhère aux parois, cela signifie que la teneur en eau de l'échantillon de grains est supérieure à 15% environ.

Bien qu'elles soient largement répandues en milieu paysan, il est souhaitable que ces méthodes empiriques soient progressivement remplacées par l'utilisation d'instruments permettant une mesure réelle de la teneur en eau des grains.

L'emploi de ces méthodes empiriques dans les centres de stockage ou lors de transactions commerciales est à conseiller formellement.

**Actuellement, les méthodes qui recourent à l'emploi d'instruments de mesure appropriés peuvent se diviser en deux catégories: les méthodes de mesure directe et les méthodes de mesure indirecte.**

### **Méthodes de mesure directe**

L'échantillon à mesurer est pesé sur une balance de précision, puis séché dans une étuve, et pesé à nouveau.

La différence de poids avant et après le séchage exprime la valeur de la quantité d'eau contenue dans l'échantillon.

Le degré de sophistication technologique des instruments et la complexité des mesures nécessitent l'intervention d'un personnel qualifié.

On peut citer, parmi les instruments de mesure qui mettent en oeuvre le principe de la déshydratation du produit:

- l'étuve lente,
- l'étuve rapide CHOPIN,
- la lampe infrarouge.

**Aussi précis que complexes, ces instruments sont mieux adaptés aux besoins de laboratoires spécialisés, chargés de l'étalonnage d'autres appareils de mesure indirecte (par exemple des humidimètres) ou de la détermination de la teneur en eau dans d'importants organismes stockeurs ou dans le cadre de transactions commerciales.**

### **Méthodes de mesure indirecte**

**Ces méthodes permettent de déterminer la teneur en eau par la mesure de grandeurs ou de caractéristiques électriques liées à l'humidité des grains.**

**On peut citer, parmi les instruments de mesures qui utilisent ce principe:**

- les humidimètres mesurant la résistivité électrique des grains,
- les humidimètres mesurant la constante diélectrique des grains.

**Les humidimètres sont des appareils électriques au moyen desquels on lit directement et immédiatement, sur un cadran, la valeur de la teneur en eau d'un échantillon de grains.**

**Les humidimètres mesurant la résistivité électrique des grains sont des**

**instruments portatifs relativement peu précis mais extrêmement pratiques et peu chers.**

**Quant aux humidimètres mesurant la constante diélectrique des grains, plus chers et plus complexes, ils sont généralement utilisés dans les grands centres de stockage et pour les transactions commerciales.**

## **Contrôle de la température**

**Le contrôle de la température est une opération indispensable pour vérifier l'état de conservation des produits stockés.**

**En effet, une élévation anormale de la température des grains peut être le signe d'un début de dégradation du stock.**

**Il faut donc effectuer régulièrement des contrôles pour éviter des pertes considérables de produit.**

**De plus, les masses de grains étant peu homogènes, il est nécessaire de faire des relevés en des points différents de la masse stockée.**



**Voyons tout d'abord les caractéristiques requises pour des appareils de mesure efficaces, et quels sont ensuite les différents types d'appareils existants.**

**Etant donné l'hétérogénéité des grains dans la masse stockée, les appareils de mesure ne doivent pas nécessairement être d'une grande précision, et des écarts atteignant le degré centigrade sont négligeables.**

**Par contre, ils doivent être très sensibles, afin de détecter le plus rapidement possible le moindre écart de température anormal.**

**Leur lecture doit être simple et ne demander que peu de manipulations.**

**Enfin, pour résister aux chocs encourus lors de manipulations répétées, ces appareils doivent avoir une structure solide et une robustesse à toute épreuve.**

**Il en existe plusieurs types, dont les principes de fonctionnement et le mode d'utilisation différent.**

**Ces appareils sont indispensables pour des installations de stockage en vrac, mais peuvent aussi être utiles pour le contrôle de produits stockés en sacs.**

**Outre les appareils, plus ou moins sophistiqués, décrits ci-dessous, il existe des**

**thermomètres à lecture digitale, d'une utilisation facile et d'un coût relativement modeste.**

### **Thermomètres à liquide**

**Ils fonctionnent sur le principe de la dilatation d'un liquide (mercure ou alcool), sous l'influence de la température.**

**On peut les placer à l'intérieur de sondes métalliques que l'on plonge à l'intérieur des sacs ou dans la masse de grains.**

**Il s'agit d'un système relativement peu coûteux, utilisable pour le stockage en sacs comme en vrac; son inconvénient reste cependant le peu de précision de la mesure effectuée, due au déplacement du thermomètre du point de mesure ou point de lecture.**

### **Thermomètres à résistance**

**Le principe de fonctionnement de ces thermomètres se base sur la mesure du courant électrique qui traverse un filament en platine, cuivre, acier ou nickel, dont la résistance varie en fonction de la température.**

Ce dernier, placé dans une longue gaine pendue au plafond de la cellule, se trouve plongé dans la masse de grains.

L'avantage dans l'emploi de ces thermomètres est de pouvoir effectuer une seule lecture de la température globale des produits stockés, alors qu'avec les thermomètres liquide il est nécessaire de répéter les opérations de mesure en plusieurs points de la masse de grains.

Sondes thermistances ou a thermocouples

Il s'agit de sondes équipées de capteurs ou points sensibles

(thermistances ou thermocouples), qui se comportent comme des thermomètres électriques avec lecture à distance.

Introduites dans les grains après remplissage des cellules, ces sondes sont reliées électriquement, avec du câble téléphonique, aux appareils de lecture individuelle (boîtiers de lecture portatif) ou centralisée (tableaux de contrôle).

### Sondes et leurs positions dans un silo

A cause de l'hétérogénéité de la température dans les grains, il est nécessaire

de distribuer de façon adéquate les capteurs dans la masse de produits stockés.

En général il est recommandé de positionner:

- 1 capteur tous les 3-4 mètres, dans le sens de la hauteur;
- 1 capteur tous les 5-6 mètres, dans le sens de la largeur.

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

---

## Nettoyage des grains et traitements insecticides

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

### Définition

Certains des contrôles décrits précédemment visent principalement à établir l'état des grains à leur réception dans un centre de stockage.

Ces contrôles permettent non seulement de mieux définir la valeur commerciale des produits mais encore d'établir la typologie et le degré d'urgence des traitements auxquels soumettre les grains avant le stockage, la commercialisation ou la transformation ultérieure.

Par exemple, la présence d'impuretés exige une intervention appropriée de nettoyage du lot de grains. Si les grains sont trop humides, il faut procéder rapidement au séchage des produits. Contre l'infestation par des insectes, une intervention urgente de désinsectisation des grains est nécessaire.

Nous avons déjà décrit les opérations de séchage, considérons maintenant celles de nettoyage et de désinsectisation.

## Nettoyage

Après le battage, les grains (les gousses s'il s'agit d'arachides) sont mélangés des impuretés (terre, petits cailloux, déchets végétaux et d'insectes, grains vides, etc.).

Ces impuretés entravent et rendent plus longues et plus coûteuses les opérations de séchage.

**Après le séchage, surtout s'il est pratiqué selon les méthodes traditionnelles (par exemple l'exposition à l'air), les grains peuvent être encore mélangés à des impuretés.**

**Ces impuretés abaissent la qualité du produit et représentent en outre un foyer d'infestation potentielle lors du stockage.**

**Par "nettoyage", on entend la phase, ou les phases, du système après récolte durant lesquelles sont éliminées les impuretés qui se trouvent mélangées à la masse de grains.**

**Cette opération, éventuellement accompagnée d'un triage qualitatif des produits, est indispensable avant le stockage, la commercialisation et la transformation ultérieure des produits.**

**Elle est nécessaire, en outre, comme opération préalable au séchage artificiel des produits à l'aide de séchoirs.**

**En effet, il serait non seulement coûteux, mais aussi inutile, de gaspiller du temps, du travail et de l'argent pour sécher les impuretés en mêmes temps qu'on sèche les grains.**

## Méthodes traditionnelles

La méthode la plus simple de nettoyage, appelée aussi "vannage", consiste à lancer les grains en l'air et à laisser le vent emporter les impuretés les plus légères.

Bien que largement répandue en milieu paysan, cette méthode de nettoyage ne permet pas d'éliminer les impuretés les plus lourdes (gravier, graines étrangères, terre, etc.).

## Appareils de nettoyage

Si l'on veut obtenir un produit complètement débarrassé de ses impuretés et apte au stockage de longue durée, il faut utiliser des appareils de nettoyage appropriés, tels que: les tarares, les pré-nettoyeurs et les nettoyeurs-séparateurs.

## Les tarares

Ces machines, dont le débit peut atteindre une tonne par heure pour certains modèles, peuvent contribuer de façon significative à améliorer la qualité des produits et leurs conditions de commercialisation, surtout dans les zones de production.

Actionnés par la main, mais plus souvent par un moteur, les tarares sont des machines relativement simples comprenant principalement une trémie de réception des grains, un ventilateur et un jeu de tamis.

Dans les trémies de réception, les grains sont d'abord débarrassés des impuretés les plus légères en les faisant passer dans un courant d'air produit par un ventilateur.

Ensuite, le jeu de tamis complète le nettoyage des grains en assurant un triage par dimension.

### Les pré-nettoyeurs

Ces appareils, actionnés par un moteur, sont ainsi appelés parce qu'ils sont généralement employés dans les opérations de pré-nettoyage de grains récoltés humides, avant leur passage au séchoir artificiel.

Il existe plusieurs modèles de pré-nettoyeurs:

- le pré-nettoyeur circulaire, où l'élimination des impuretés est obtenue principalement par aspiration (débit d'environ 150 quintaux par heure);



- le **pre-nettoyeur tambour**, o l'elimination des impuretés les plus lourdes est obtenue par passage des grains dans les mailles d'un tambour, tandis que les impuretés les plus légères sont éliminées par aspiration (débit d'environ 10 à 50 tonnes par heure);

- l'émetteur, o l'elimination des impuretés les plus volumineuses est obtenue au moyen d'un tamis vibrant à grosses perforations.

### Schéma de principe d'un nettoyeur

#### Les nettoyeurs-séparateurs

Ces machines, dont les débits importants peuvent atteindre 20 tonnes par heure, sont certainement les instruments les plus efficaces pour le nettoyage des grains, et tous les centres de stockage devraient en être équipés.

Les nettoyeurs-séparateurs sont actionnés par un moteur et constitués principalement d'une trémie de réception, d'un ventilateur et d'un jeu de tamis vibrants; ils effectuent le nettoyage des grains par aspirations répétées des impuretés les plus légères, suivies de tamisages des grains.

Le jeu de tamis, composé d'un tamis à grosses perforations ("moteur") pour les impuretés les plus grosses, et d'un tamis à petites perforations ("cribleur") pour les impuretés les plus fines, doit faire l'objet d'un choix attentif, qui tienne compte de la forme et de la taille des grains à nettoyer.

On recommande, en général, d'employer un jeu de tamis à perforations oblongues s'il s'agit de nettoyer des grains de forme allongée. Par contre, on adoptera un tamis à moteur à perforations rondes et un tamis cribleur à perforations oblongues pour les grains ronds.

Pour une utilisation optimale de la machine, il est important en outre d'effectuer avec soin les différents réglages (réglages de l'arrivée des grains, des aspirations, et éventuellement de l'amplitude de vibration des tamis).

## Traitement insecticides

La lutte pour la protection des grains contre les insectes peut être envisagée sous deux aspects complémentaires:

- une lutte préventive menée avant le stockage des grains et dès leur réception, même dans le cas où il n'y a pas d'insectes visibles;

- une lutte curative effectuer pendant ou même avant le stockage, si cela s'avère nécessaire.

Il s'agit dans les deux cas de détruire les insectes sans altérer la qualité alimentaire du produit.

Mais pour ce faire, il convient de prendre aussi en considération quelques mesures d'hygiène générale et de traitement des locaux.

En ce qui concerne les grains, il existe diverses méthodes de lutte: biologiques, physiques, mécaniques et chimiques. La lutte chimique reste aujourd'hui la méthode la plus utilisée. Elle se caractérise par deux grands types de traitement:

- traitement par insecticide de contact,
- traitement par fumigation.

### Traitement des locaux

Avant toute application d'insecticide sur les structures de stockage (magasin, silo), il est nécessaire de procéder à un nettoyage systématique et approfondi de toutes les surfaces des locaux.

**On dispose d'une gamme de produits insecticides assez vaste pour traiter les surfaces selon leur nature.**

**Ainsi, s'il s'agit de surfaces inégales (briques, parpaings, bois brut, etc.), le traitement s'effectue par pulvérisation de poudre mouillable à la limite du ruissellement; par contre dans le cas de surfaces lisses non poreuses (métal, polyester), on préfère nébuliser un concentré plus adhésif.**

**Quant au traitement d'ambiance, il a pour but de détruire les insectes volants avec des aérosols utilisés dans des lieux hermétiquement fermés.**

**Ce traitement doit être effectué de préférence le soir, lorsque les insectes volants sont les plus actifs.**

**Traitement des grains par insecticide de contact**

**Il consiste à recouvrir les grains d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact avec les insectes, et dont l'effet est plus ou moins rapide et la persistance d'action plus au moins longue.**

**La présentation de ces produits est très diversifiée (poudres à poudrer, poudres**

**mouillables, concentrés liquides ou produits fumigés) et conditionne les différentes techniques d'application du produit.**

**En ce qui concerne les grains, et s'il s'agit de stockage en vrac, on incorpore directement l'insecticide aux grains par nébulisation avant le remplissage des silos.**

**S'il s'agit de stockage en sacs, l'incorporation doit se faire avant la mise en sacs des grains préalablement nettoyés, et par mélange de poudre ou par nébulisation.**

**Pour éviter la réinfestation de grains stockés en sacs, on effectue, en outre, des poudrages ou des pulvérisations répétées lors de l'édification des piles et pendant la période de stockage.**

**En ce qui concerne le traitement des grains, le matériel utilisé pour le poudrage peut aller de la simple poudreuse mécanique aux poudreuses motorisées; cependant avec ce type d'équipement les grains ne sont pas traités de façon homogène, certaines zones recevant davantage de poudre que d'autres.**

**Quant à la pulvérisation, qui peut être de types mécanique (pulvérisateur à pression), pneumatique ou thermique, elle permet une meilleure répartition du produit sur les grains.**

Dans les grands centres de stockage, pour obtenir une répartition encore plus régulière de l'insecticide et un bon enrobage, on traite les grains par nébulisation à l'aide d'un compresseur équipé d'une buse de nébulisation.

### Nébulisation des grains avant leur stockage dans un silo

Ces systèmes de traitement par contact, s'ils présentent une efficacité certaine sur les formes libres d'insectes, n'ont cependant pas ou peu d'action sur ses formes cachées (oeufs ou larves).

De plus, quelques résidus de produit, peu toxiques par ailleurs, peuvent persister sur les denrées alimentaires.

### Traitement des grains par fumigation

La fumigation est un traitement qui consiste à désinsectiser les grains stockés au moyen d'un gaz toxique appelé fumigant, lequel est une substance qui, produite et concentrée sous forme gazeuse, devient mortelle pour une espèce vivante donnée.

Contrairement aux poudres de contact, le fumigant pénètre à l'intérieur des grains et atteint les formes cachées d'insectes qui s'y développent.

**Les fulmigans diffusent dans tout le volume qui leur est offert: leur mise en oeuvre demande donc une étanchéité totale de l'enceinte concernée.**

**Ainsi, dans le cas du stockage en vrac, pour procéder à la fumigation des grains, il est nécessaire que les cellules soient parfaitement étanches.**

**En ce qui concerne le stockage en sacs, la méthode couramment utilisée consiste à recouvrir les sacs avec une bâche dont les bords sont plaqués au sol ou aux murs.**

**L'efficacité de la fumigation dépend d'une part de la concentration effective du gaz, d'autre part du temps pendant lequel les grains sont soumis au gaz.**

**Selon le produit utilisé, bromure de méthyle ou phosphore d'hydrogène (phosphine), la durée de la fumigation doit être respectivement de 24 à 48 heures pour l'un, et au minimum de 5 jours pour le second.**

**Ce dernier produit est le plus utilisé car son application en pastilles réparties dans la masse des grains est la plus simple.**

**Cependant, il semble nécessaire de rappeler que les fumigants sont des produits très toxiques pour l'homme et que leur application doit en conséquence être**

**parfaitement maîtrisé par un personnel compétent.**

**Pour l'ensemble de ces traitements, il importe de respecter scrupuleusement les mesures de protection et de sécurité recommandées (masques, gants, lavage des mains, fermeture hermétique des tubes de phosphine, etc.).**

**De plus, n'oublions pas que ces traitements sont de type curatif, et n'ont donc aucune persistance dans le temps: la combinaison des techniques par insecticide de contact et par fumigation est donc recommander.**

---

## **Stockage en sacs**

### **Définition**

**Cette méthode consiste à conserver les grains, préalablement séchés et nettoyés, en sacs (en fibre végétale ou en matière plastique), et à empiler les sacs avec ordre dans des espaces convenablement aménagés.**

**Peu importante dans les pays développés, cette méthode de stockage des grains**



**est par contre largement diffusée dans les pays en voie de développement. En effet, elle est économique et s'adapte bien aux conditions locales de transport et de commercialisation des grains.**

**Il existe plusieurs manières d'effectuer le stockage des grains en sacs. On peut empiler les sacs de grains à l'extérieur, à l'abri de bâches, ou bien les disposer à l'intérieur de magasins, hangars ou entrepôts.**

**Dans certains cas et notamment pour les semences, le stockage des grains en sacs s'effectue parfois dans des magasins réfrigérés.**

## **Stockage en plein air**

**On regroupe sous cette définition les systèmes de stockage qui ne comportent pas l'empilage des sacs à l'intérieur de bâtiments construits "en dur".**

**Les principaux systèmes de stockage en plein air sont:**

- le stockage en pyramides,**
- le stockage en magasins souples (silos souples).**

Ces systèmes offrent l'avantage d'être rapidement et plutôt facilement mis en place: il sont pour cela généralement adoptés là où se présentent des nécessités spécifiques et urgentes de stockage.

### Stockage en pyramides

Ce système, souvent utilisé en zones sèches pour un stockage de courte durée, consiste à confectionner, sur des plates-formes, des pyramides de sacs éventuellement protégées des intempéries.

Les plates-formes sur lesquelles sont empilés les sacs doivent pouvoir protéger efficacement les grains contre les attaques des termites.

Bétonnées, goudronnées ou constituées d'une couche de parpaings recouverte de bûches ou de matière plastique, les plates-formes doivent empêcher la réhumidification des grains provoquée par la remontée d'humidité du terrain.

Dans ce but, il faut non seulement choisir avec discernement les lieux où situer les aires de stockage, mais aussi creuser autour des plates-formes une rigole d'évacuation des eaux de pluie.

**Pour éviter la rehumidification des grains en cas de pluie il est important de recouvrir les pyramides de sacs avec des bâches**

**Cette technique est très fréquemment utilisée pour le stockage des arachides.**

### **Stockage en silons souples**

**Le stockage en silos souples, souvent adopté pour constituer un stock de sécurité, est très semblable au stockage en pyramides.**

**La différence substantielle réside dans la complexité plus grande de la structure de stockage.**

**En effet, un silo souple est formé d'une plate-forme bétonnée, de forme généralement circulaire, sur le pourtour de laquelle des parois d'environ 2,5 mètres de haut sont réalisées en grillage galvanisé.**

**La face interne des parois est doublée d'une épaisse pellicule de matière plastique. Vers l'extérieur, environ 50 cm des parois, des tôles ondulées disposées tout autour du silo sur 1 m de hauteur protègent les grains de l'attaque des rongeurs.**

**On couvre les sacs empilés dans le silo avec une bâche de forme conique fixée aux**

**parois et maintenue en place par un système de cordes.**

**Vu l'étanchéité de ces structures, il est important de stocker les grains quand ils sont très secs.**

**Les silos souples de 500 tonnes sont les plus courants, mais on en construit aussi d'une capacité de stockage variant entre 250 et 1.000 tonnes.**

**Les investissements nécessaires pour réaliser ces structures sont assez modestes, mais leur vie utile est relativement brève: elle dépasse rarement 5 ans.**

## **Entrepôts en magasins**

**Qu'il s'agisse de simples cases transformées en magasins chez les producteurs, ou d'entrepôts modernes et bien équipés, les structures de stockage doivent répondre aux exigences suivantes:**

- empêcher la réhumidification des grains;**
- protéger les grains des températures élevées;**
- interdire l'accès des insectes, des rongeurs et des oiseaux aux locaux de stockage;**

- faciliter le contrôle de l'état de conservation des grains;
- permettre le traitement en temps voulu des sacs et des locaux avec des produits insecticides;
- faciliter la manutention des engins affectés au déplacement et au transport des sacs

### Localisation et orientation des bâtiments

La protection efficace des grains stockés contre les agents atmosphériques (ensoleillement, pluie, humidité) et la fonctionnalité des structures de stockage dépendent d'une bonne localisation et d'une bonne orientation des bâtiments.

A cet égard, les bâtiments à utiliser comme magasins de stockage doivent:

- être situés, dans la mesure du possible, dans des zones peu humides et non susceptibles d'être inondés; il faut donc éviter les zones basses, les terrains argileux ou mal drainés, la proximité de cours d'eaux et de lacs;
- être localisés hors des agglomérations et, si possible, dans des zones éloignées des lieux de production agricole et à proximité de voies de communication importantes;

- être situés, dans la mesure du possible, au voisinage des réseaux de distribution électrique et d'approvisionnement en eau:
- être orientés selon l'axe est-ouest, de façon ce que ce soient les façades de moindre surface qui subissent l'ensoleillement le plus fort.

### Dimensions des bâtiments

Les magasins de stockage sont généralement de forme rectangulaire, le côté le plus long étant égal environ deux fois la largeur.

On peut établir les dimensions de ces bâtiments en connaissant:

- le type, les quantités et le volume spécifique des grains à stocker en sacs;
- la hauteur maximum des piles de sacs;
- le nombre de lots que l'on veut séparer et la largeur des couloirs d'accès;
- l'ampleur et la disposition des locaux de service.

### Volume spécifique

Le volume spécifique indique, pour chaque type de grains, l'espace occupé par une tonne de produit stocké en sacs. Son unité de mesure est le mètre cube par tonne

## de produit (m<sup>3</sup>/t).

Le tableau suivant donne les volumes spécifiques de quelques produits stockés en sacs.

GRAINS STOCKES EN SACS	VOLUME SPECIFIQUE
Riz usiné, blé, café	1,6 m <sup>3</sup> /t
Mais, sorgho, arachide (décortiquée)	1,8 m <sup>3</sup> /t
Haricots, pois, lentilles	1,3 m <sup>3</sup> /t
Tournesol	2,8 m <sup>3</sup> /t
Soja, cacao	2,0 m <sup>3</sup> /t
Mil	1,25 m <sup>3</sup> /t
Graines de coton	2,5 m <sup>3</sup> /t
Farine de blé, farine de maïs	2,1 m <sup>3</sup> /t

En multipliant la valeur du volume spécifique (en  $\text{m}^3/\text{t}$  par la quantité de grains (en t) que l'on veut stocker, on obtient le volume (en  $\text{m}^3$ ) occupé par les sacs dans le magasin.

### Hauteur des piles de sac

La hauteur maximum des piles de sacs est fonction du type de sacs employés pour le stockage des grains.

Pour des sacs en fibre végétale (jute, sisal, etc.) on peut prévoir des hauteurs maxima de 5-6 mètres, tandis que pour les sacs en matière plastique (polypropylène tissé), il ne faut pas dépasser 3 mètres de hauteur.

Par ailleurs, il faut laisser entre le toit du bâtiment et le haut des piles un espace suffisant pour la libre circulation d'un homme.

### Allées et couloirs

La largeur des allées entre les lots peut varier de 2 à 4 mètres, tandis que les couloirs entre les murs et les lots doivent avoir une largeur minimum de 1 mètre.



## Locaux de service

La largeur et la disposition des locaux de service sont fonction de l'importance de la structure de stockage.

Dans tous les cas, il convient de prévoir, outre les locaux de stockage proprement dits:

- un bureau, équipé le cas échéant d'appareils de laboratoire pour le contrôle de qualité;
- une remise, pour le rangement de sacs, matériels, outils et produits chimiques;
- une aire de travail, qui peut n'être que couverte, pour la réception et le contrôle des grains et leur reconditionnement

## [Schéma de principe pour un magasin](#)

### Détail de construction

#### Le sol

Le sol du magasin doit empêcher les remontées d'humidité du terrain. Pour ce

**faire, il est utile de poser une couche de matériau imperméable (couches de bitume, toile bitumée, film de matière plastique) au-dessous de la dalle en ciment.**

## **Les murs**

**Les murs, généralement en briques ou en parpaings (mais aussi en tôle), doivent être crépis à l'intérieur comme à l'extérieur, et recouverts d'une peinture claire.**

## **La toiture**

**La toiture doit déborder sur 113 a 1/4 de la hauteur des murs, pour éviter que ne pénétre l'eau de pluie par les ouvertures d'aération.**

## **Les ouvertures d'aération**

**Les ouvertures d'aération doivent être de dimensions appropriées, et percées en haut des murs, sous le débordement du toit et sur les façades correspondant aux côtés longs du bâtiment.**

**Elles assurent l'aération et la ventilation des locaux de stockage et l'éclairage partiel du magasin.**

Afin d'éviter la pénétration d'oiseaux, de rongeurs et d'insectes, il est important que ces ouvertures soient munies de grillages appropriés et de moustiquaires.

## Les portes

Les portes doivent être assez larges pour faciliter le passage des hommes, des matériels de manutention et des produits.

De préférence en métal, battants, elles doivent s'ouvrir vers l'extérieur du magasin, et être protégées de la pluie par un auvent.

## Entretien des bâtiments

Pour garantir de bonnes conditions de stockage et augmenter la durée de vie des structures, il faut contrôler de façon permanente l'état des bâtiments et, le cas échéant, effectuer les travaux d'entretien qui s'imposent, en temps voulu.

Les petits travaux d'entretien courant des bâtiments peuvent porter sur:

- la réparation du toit (remise en place de toiles éventuellement déplacées, remplacement de clous, bouchage de trous ou de fentes, remplacement de toiles défectueuses, etc.);

- la réparation du crépi et de la peinture des murs;
- la réparation des encadrements des portes;
- le nettoyage et la réparation des systèmes d'aération;
- l'entretien du sol.

Pour garantir une bonne hygiène, il faut en outre nettoyer les locaux et les espaces environnants avec grand soin et de façon systématique.

## Equipements

Pour une bonne gestion du stockage, il est important de doter les magasins d'équipements appropriés.

Certains sont indispensables pour que la conservation des stocks puisse s'effectuer dans de bonnes conditions, d'autres sont moins nécessaires mais facilitent et rendent moins pénibles le travail du personnel.

En fonction de l'importance des structures de stockage, il est recommandé d'équiper

## les magasins du matériel suivant:

- matériels de réception et contrôle (poids, humidité, température, etc.);
- matériels de manutention pour faciliter le déplacement des sacs;
- équipements pour le reconditionnement des produits;
- équipements pour le traitement insecticide de grains, sacs et locaux;
- sacs et palettes.

## Matériels de manutention

La manutention des sacs de grains est généralement manuelle et s'effectue dos d'homme.

Pour rendre plus aisée cette tâche, on utilise des "diabes", qui permettent le transport des sacs à l'unité.

On rappelle qu'il ne faut pas utiliser de crochets, car ils détériorent considérablement les sacs.

Dans les grands entrepôts, on effectue le gerbage des sacs à l'aide d'un convoyeur de

sacs ou "sauterelle", mais dans les petits magasins on leur préfère le monte-sacs mobile, d'un usage plus facile car il ne requiert que peu de surface au sol.

Cependant, ce dernier ne travaille qu'une unité alors que le premier a l'avantage de travailler en continu.

### Equipement pour le reconditionnement des produits

Il peut être nécessaire de procéder au reconditionnement de produits dont la qualité et la réception semble douteuse.

Dans ce cas, il faut avoir une unité de reconditionnement des grains constituée de deux vis d'alimentation avec trémie, un nettoyeur-séparateur, un appareil pour le traitement insecticide, un peseur-ensacheur, une causeuse de sacs.

### [Schéma d'une unité de reconditionnement](#)

#### Sacs et palettes

Les grains sont emballés dans des sacs, dont le magasin doit être largement pourvu: sacs en fibres végétales (jute, coton, etc.), ou en plastique (polypropylène).

**Le choix du type de sac est important car il détermine la hauteur des piles.**

**Les piles sont édifiées sur des plates-formes en bois appelées "palettes", qui évitent le contact direct des sacs avec le sol. Elles sont donc indispensables pour éviter les remontées d'humidité par le sol du magasin.**

**Il est recommandé de choisir ou de confectionner des palettes légères afin de faciliter leur déplacement à l'intérieur des magasins.**

## **Gestion du stockage en sacs**

**Pour une bonne gestion des activités de réception et de stockage des grains livrés ou entreposés en sacs, il est nécessaire de respecter les règles générales suivantes:**

- éviter la réception de quantités de grains supérieures à la capacité du magasin, laquelle dépend aussi du nombre de lots individualisés que l'on prétend mettre en place;**
- stocker uniquement des produits bien secs et propres;**

- reconditionner les produits dans le cas de sacs mouillés, déchirés, ou quand la qualité des grains apparaît douteuse;
- édifier des piles de sacs stables et facilement accessibles;
- prévoir, lors de l'édification des piles, l'individualisation des lots, en les séparant par type de produit, qualité et date d'entrée au magasin;
- appliquer le principe selon lequel le lot entré le premier doit sortir le premiers;
- veiller à l'hygiène et au bon état des locaux et de ses abords, des équipements et des produits stockés;
- prévoir à temps les approvisionnements en combustibles, sacs, insecticides et produits divers.

## Edification des piles de sacs

Chaque type de produit doit posséder un emplacement réservé dans le magasin.

A cet effet, on peut tracer, à l'aide de peinture, des marques sur le sol en laissant



**libres des couloirs d'inspection entre les murs et les piles de sacs, ainsi que des allées de manutention face aux portes.**

**Avant d'édifier les piles sur les palettes, il faut vérifier que celles-ci sont en bon état (sans clous qui dépassent par exemple).**

**Afin d'assurer une bonne stabilité de la pile, chaque sac doit être empilé de façon à être toujours recouvert par deux autres sacs.**

**De plus, les parois des piles doivent présenter une pente vers l'intérieur du tas, pente d'autant plus accentuée que les sacs sont plus glissants (sacs en plastique surtout).**

**Les sacs peuvent aussi être empilés de façon à obtenir des pyramides.**

**Quant à la hauteur, elle est conditionnée par le type de sacs à empiler (sacs en fibre végétale ou en plastique), par la fragilité des produits à entreposer et, évidemment, par les dimensions mêmes du magasin.**

**Par ailleurs, la hauteur des piles de sacs ne doit pas être supérieure à leur largeur.**

**L'utilisation de sacs de mêmes type et dimensions, et l'édification de piles**

réglés, permettent un contrôle rapide des quantités emmagasinées.

En effet, en multipliant le nombre de sacs d'une couche par le nombre de couches de la pile, on peut déterminer le nombre total de sacs de chaque lot individualisés.

Une fois la pile édifiée, elle doit faire l'objet d'un contrôle administratif. Dans ce but, on doit remplir et tenir jour des fiches sur lesquelles sont reportées, au moins, les données suivantes: nombre de sacs, nature et date de réception du produit, date de l'édification de la pile, nature et date des traitements insecticides effectués.

Il est nécessaire de remplir ces fiches en deux exemplaires, l'un pour l'administration du magasin, l'autre restant épinglé sur un sac de la pile correspondante.

## Inspections

Les magasins doivent faire l'objet d'inspections fréquentes afin de vérifier l'état des produits et des structures.

Au-delà des visites journalières, il est nécessaire d'effectuer des inspections plus approfondies chaque semaine ou chaque quinze jours, pour prévenir les pertes

occasionnés par l'action de rongeurs, insectes et moisissures.

Ces inspections, effectuées de préférence en fin de journée, doivent concerner:

- l'état des piles de sacs (coutures, déchirures et coulement, présence d'insectes et moisissures, taches d'humidité, traces du passage de rongeurs, etc.);
- l'état des grains: contrôles sur échantillons (humidité, degré d'infestation, etc.).

Enfin un contrôle général et complet des installations et des produits est recommandé chaque mois.

---

## Stockage en vrac

### Définition

Cette méthode consiste à conserver les grains, sans aucun emballage, à l'intérieur

**de structures construites cet effet (cellules, silos).**

**Les types de construction sont assez différenciés. On peut en effet avoir des structures relativement simples et de faible capacité pour le stockage des excédents agricoles dans les zones de production, ou bien des installations complexes de grandes dimensions pour le stockage commercial ou industriel des produits.**

**En général, les structures de stockage en vrac peuvent se regrouper en deux catégories: les silos ou cellules de petite capacité pour le stockage la ferme et les silos de grande capacité.**

**Ces derniers, largement utilisés dans les pays développés, ne sont pas encore très répandus dans les pays en voie de développement.**

**Des systèmes de transport et de commercialisation inadéquats ou faisant complètement défaut, l'absence d'investissements initiaux d'une certaine importance, et la complexité des installations ont en effet limité, jusqu'à présent, la diffusion de ces structures de stockage.**

**Silos de petite capacité pour stockage a la ferme**

**Le stockage de la ferme est la forme essentielle de stockage en milieu rural dans beaucoup de pays en développement.**

**Il ne concerne que des quantités très limitées de grains, dont la majeure partie est destinée à l'autoconsommation.**

**Il existe plusieurs types de structures traditionnelles de stockage, chacune étant adaptée aux climats propres aux différents pays.**

**Leur caractéristique commune est l'emploi de matériaux disponibles localement.**

**Citons pour mémoire les greniers fermés en terre des zones sèches et les greniers ouverts en fibre végétale et bois, employés en zones humides.**

**Dans les zones sèches, les risques de dégradation des stocks proviennent essentiellement des insectes et des rongeurs, et sont généralement moins élevés que dans les zones humides, où à l'attaque de ces animaux s'ajoute celle des moisissures.**

**Pour pallier ces pertes de produit, deux types d'intervention ont été envisagés sur le plan de la construction: d'une part, l'amélioration des structures traditionnelles de**

**stockage, d'autre part la construction de structures nouvelles reposant sur l'emploi de matériaux non traditionnels.**

**Le premier type d'intervention a entraîné, par exemple, l'amélioration de la construction des greniers en terre, par l'emploi de petites quantités de ciment mélangé la terre, ou par la finition soignée (lissage) des parois du silo.**

**D'autres expériences, plus novatrices, portent sur l'utilisation de silos de petite capacité (1 à 2 tonnes) en briques ou parpaings de terre stabilisée, ou en boue ou briques crues.**

**Le deuxième type d'intervention a entraîné l'introduction de nouvelles structures de stockage nécessitant en général des techniques de construction et des matériaux non traditionnels.**

**On peut citer, par exemple, les silos en béton, en ferro-ciment, et les silos métalliques.**

**Parmi les silos en béton, celui du type "Carreras", réalisé en aggloméré de ciment, présente une forme cylindrique, et sa capacité est de l'ordre de quelques tonnes.**

**Son originalité réside dans l'utilisation de parpaings courbes et dans le fait que sa construction ne nécessite pas de coffrage.**

**Les silos en ferro-ciment sont, quant à eux, réalisés à partir d'une armature (ossature) en grillage métallique remplie d'un mortier de ciment.**

**Cette technique de construction permet de construire facilement des silos résistants, et de bonne capacité.**

**Les silos métalliques peuvent être de deux types:**

- les fûts métalliques de faible capacité (150 kg de grains environ), servant généralement au stockage des hydrocarbures;
- les cellules métalliques de plus grande capacité (1 à 3 tonnes) construites tout exprès pour le stockage des grains.

**Les premiers, vu leur faible capacité, sont plus adaptés au stockage, en milieu rural, de semences ou de produits dont la conservation est difficile (par exemple le haricot).**

**Quant aux deuxièmes, il faut les considérer comme de véritables structures de stockage à la ferme.**

L'étanchéité généralement offerte par ces structures permet une bonne protection contre l'attaque des rongeurs, mais aussi un stockage hermétique des grains.

Quel que soit le type de structure utilisée pour le stockage à la ferme, il est essentiel de respecter certaines règles fondamentales; entre autres:

- stocker les grains seulement lorsqu'ils sont bien secs et débarrassés des impuretés;
- contrôler, avant et pendant le stockage, l'état de conservation des grains et le degré d'infestation par les insectes, et appliquer, le cas échéant, un traitement insecticide.

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

---

## Silos de grande capacité



[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Les silos de grande capacité sont des structures complexes prévues pour le stockage commercial ou industriel de grandes quantités de produit (plusieurs milliers de tonnes).

Il existe différents types de silos proposés par des constructeurs spécialisés. On peut distinguer en particulier:

- les silos verticaux,
- les silos horizontaux.

Les premiers sont constitués par plusieurs cellules de stockage à développement vertical, en tôle ou en béton armé. Cette catégorie comprend les silos composés de:

- cellules rondes en tôle galvanisée, plane ou ondulée;
- cellules polygonales en panneaux métalliques peints ou galvanisés;
- cellules rondes en béton armé.

Les deuxièmes, eux aussi en tôle ou en béton, sont formés de cellules

**juxtaposées, carrées ou rectangulaires, à développement horizontal.**

**Les cellules métalliques rondes, relativement courantes, demandent des investissements plus modestes et sont faciles à monter.**

**Les cellules polygonales, semblables aux rondes, sont faciles à moduler en diamètre.**

**Les cellules rondes en béton garantissent une bonne isolation thermique des produits, et permettent un développement vertical très supérieur à celui que l'on obtient avec des cellules métalliques.**

**Les cellules carrées ou rectangulaires, généralement à fond plat, nécessitent des investissements plus élevés par quintal logé, mais permettent d'utiliser au mieux les emplacements disponibles.**

**Pour éviter les inconvénients provoqués par une hausse de température éventuelle et garantir une bonne conservation des produits, on équipe souvent les cellules de stockage de systèmes de ventilation doublés d'un contrôle de la température.**

**Sur le plan de la conservation des produits, ces systèmes de ventilation peuvent avoir**

**les effets suivants:**

- abaisser la température des grains pour ralentir les processus biochimiques de dégradation (ventilation de refroidissement);
- maintenir les grains à une température constante, en évacuant systématiquement la chaleur produite par la masse même des grains (ventilation de maintien);
- sécher lentement les grains (ventilation séchante).

Toujours pour garantir une bonne conservation des grains, on construit en outre des silos particuliers, étanches, dans lesquels le stockage des produits est fait en l'absence d'oxygène, soit sous atmosphère confinée, soit sous atmosphère contrôlée.

Dans le premier cas, l'oxygène à l'intérieur du silo est consommé par la "respiration" naturelle des grains, des insectes et des microorganismes, et remplacé simultanément par du gaz carbonique produit par cette respiration.

Dans le deuxième cas, une fois effectuée la fermeture du silo étanche, on procède

au remplacement de l'atmosphère interne par injection de gaz inertes (azote, gaz carbonique).

Malgré leurs avantages évidents, les silos tanches sont encore de diffusion limitée, vu la complexité technologique de ces systèmes de stockage, surtout dans le cas de cellules de grande capacité.

## Equipement des centres de stockage en vrac

Compte tenu des importantes quantités de produit à gérer, les centres de stockage en vrac doivent être équipés non seulement de silos de capacité adéquate, mais aussi d'installations capables d'assurer une exécution rapide et aisée des opérations de réception, traitement, stockage, contrôle et vidange des grains.

L'illustration qui suit donne le schéma de fonctionnement d'un centre de stockage en vrac.

### [Schéma d'un centre de stockage en vrac](#)

Les installations sont choisies en fonction de différents facteurs, entre autres:

- la capacité de stockage en volume;
- le nombre et la taille des cellules;
- les débits de manutention (réception, nettoyage, ensilage, vidange);
- les performances des équipements de séchage et des dispositifs de ventilation;
- l'organisation du travail;
- la rentabilité.

Pour assurer le bon fonctionnement des centres de stockage, surtout en périodes d'approvisionnement, il est nécessaire d'examiner avec une attention toute particulière le dimensionnement des installations et le choix des équipements utilisés pour la réception et la manutention des grains.

### Trémie de réception

La trémie de réception est une fosse réaliste en béton et recouverte d'une grille, dans laquelle sont déversés les grains et leur arrivée au centre de stockage.

Elle est située au ras du sol, dans un lieu à l'abri des pluies, et de telle façon que les véhicules de transport puissent facilement manoeuvrer pour y accéder.

La capacité de la trémie de réception (c'est-à-dire son volume interne), doit être déterminée en prenant en compte la capacité de stockage des installations.

A titre indicatif, nous reportons dans le tableau suivant les volumes de trémie recommandés, en fonction de la capacité de stockage des installations.

CAPACITE DE STOCKAGE	VOLUME TRENIE
1.000 q	8 m <sup>3</sup> = 60 q
1.500 q	10 m <sup>3</sup> = 75 q
2.000 q	13 m <sup>3</sup> = 100 q
3.000 q	16 m <sup>3</sup> = 120 q

Le choix de la forme de trémie est lié au système adopté pour effectuer la reprise des grains. En effet, dans le cas d'une reprise par vis, la trémie peut être en forme de pyramide régulière renversée (de base carrée ou rectangulaire).

Par contre, si la reprise se fait par élévateurs godets, il s'agit toujours d'une forme

pyramidale renversée, mais la base en est plutôt rectangulaire, et le côté proche de l'éleveur est en position verticale.

Pour garantir un bon écoulement des grains, il est important d'établir les dimensions exactes de la trémie: longueur et largeur de la base, et longueur et largeur de la base, et profondeur.

TRENTE A BASE RECTANGULAIRE ET REPRISE PAR VIS				
SILO	TREMIE			
Capacité de stockage(q)	Volume de (m <sup>3</sup> )	Longueur de la base (m)	Largeur de la base (m)	Profondeur la base (m)
1.000	8	3,30	3,30	2,25
3.000	16	4,00	4,00	3,00

TRENTE A BASE RECTANGULAIRE ET REPRISE PAR VIS				
SILO	TREMIE			
Capacité de stockage (q)	Volume	Longueur de la base (m)	Largeur de base (m)	Profondeur (m)

1.000	8 <sup>(m<sup>3</sup>)</sup>	2,60	3,60	2,50
3.000	16	3,30	4,60	3,20

### TRENTE A BASE RECTANGULAIRE ET REPRISE PAR VIS A GODETS

SILO	TREMIE			
Capacité de stockage (q)	Volume (m <sup>3</sup> )	Longueur de la base (m)	Largueur de la base (m)	Profondeur (m)
1.000	8	4,00	2,00	3,00
1.500	10	4,50	2,25	3,15
2.000	13	4,80	2,40	3,40
3.000	16	5,20	2,60	3,60

Dans les tableaux précédents sont reportés quelques exemples de dimensions des trémies de réception de forme pyramidale.

Outre les trémies de formes pyramidale ou conique, il existe aussi des trémies peu



**profondes en forme de "V".**

**Dans ce cas, la reprise des grains doit s'effectuer en disposant des transporteurs horizontaux, chaînes ou bandes, sous l'arête inférieure de la trémie.**

**Matériel pour la manutention des grains**

**Par manutention des grains, on entend le déplacement des grains, à partir du moment de leur réception dans la structure de stockage jusqu'à leur livraison.**

**Dans le paragraphe précédent, nous avons déjà cité quelques-uns des systèmes de vidange des trémies, qui nécessitent l'utilisation d'équipements spéciaux pour la manutention des grains. Voyons maintenant de façon plus détaillée quels sont ces équipements et quelles en sont les principales caractéristiques.**

**Le matériel pour la manutention des grains peut être divisé en quatre catégories d'équipements motorisés: les vis, les élévateurs, les transporteurs et les matériels pneumatiques.**

**Les vis**

**Il s'agit de vis hélicoïdales (vis d'Archimède) dont la rotation est entraînée par**

## **un moteur.**

**Selon les dimensions de la vis et son mode d'utilisation (manutentions horizontale, verticale ou oblique), elles sont montées dans un carter en auge ou cylindrique.**

**En manutention horizontale on emploie communément des "vis en auge" travaillant au maximum sur 45% de sa section, alors qu'en manutention oblique ou verticale l'auge est remplacée par un tube en tôle, de façon ce que le filet de vis travaille en section pleine: on a alors affaire des "vis sous tube".**

**A diamètre égal, les vis sous tube utilisées l'horizontale peuvent atteindre des débits deux fois plus importants que ceux des vis en auge.**

**A titre indicatif on reporte les débits moyens de ces deux types de vis:**

**- vis en auge: 5 à 30 t/h pour 5 à 30 mètres de longueur;**

**- vis sous tube: 5 à 20 t/h pour 10 à 20 mètres de longueur.**

**Ajoutons qu'à débit égal, la vitesse de rotation des vis sous tube est le double de celle des vis en auge.**

**Les vis sous tube sont mobiles et travaillent sous tous les angles, alors que les vis en auge sont généralement fixes, plus encombrantes et ne peuvent pas dépasser des pentes de plus de 25%**

**Cependant, il faut souligner qu'en manutention oblique  $45^\circ$ , la vis sous tube voit son débit réduit de  $1/3$ ;  $90^\circ$ , la réduction est des  $2/3$ .**

**La puissance consommée par les vis sous tube est de  $15$  à  $20\%$  supérieure à celle consommée par les vis en auge.**

**A débit égal, la vis sous tube demande des investissements plus faibles de  $20$  à  $25\%$  que ceux requis pour l'installation d'une vis en auge. De plus, son prix d'achat est relativement peu élevé en-dessous de  $30$  t/h et de  $30$  mètres de longueur.**

**La vis sous tube soumet les grains à un brassage intense, et les risques de brisure et casse des grains sont plus importants que lors de l'emploi de vis en auge.**

**Ajoutons que ces deux types d'équipements présentent l'inconvénient d'être difficilement nettoyables.**

**Parmi les autres modèles de vis, citons aussi les vis balayeuses, utilisées pour la**

vidange complète des cellules rondes à fond plat (débit jusqu'à 20 t/h); les vis de reprise intégrale pour la vidange des cellules de 8 à 15 m de diamètre (débit jusqu'à 50 t/h); enfin la vis "Taupin" à tube souple, pour l'évacuation des grains d'endroits difficilement accessibles.

### Les élévateurs

Les élévateurs à godets sont utilisés pour le déplacement vertical (10 degrés d'inclinaison au maximum), et sont composés d'une courroie sans fin munie de godets et tendue verticalement entre deux poulies.

Les élévateurs à godets offrent l'avantage d'un montage facile, permettent d'atteindre une grande hauteur (70 m), consomment et encombrant peu, et sont d'un prix modéré. Cependant, il s'agit d'un matériel fixe, et ses coûts d'installation sont relativement élevés (creusement de la fosse).

Il existe des élévateurs plus ou moins rapides, à utiliser en fonction du poids spécifique et de la nature des grains; à titre indicatif, précisons que leur vitesse moyenne est de 2,5-3 m/s, permettant un travail continu, alors que leur vitesse maximale est de 6 à 8 m/s.

Mentionnons enfin l'existence d'**élévateurs particuliers** tels que l'**élévateur à balancelles**, utilisé pour des produits fragiles (par exemple l'arachide), et l'**élévateur à palettes**, matériel léger, bon marché, et de petits débits.

### Élévateur à godets

**Les transporteurs à bande et chaîne**

Le transporteur à bande se compose d'un tapis, bande de caoutchouc résistante, circulant sur des rouleaux et entraîné par un jeu de tambours, d'une trémie d'alimentation et éventuellement d'un chariot déverseur pour la vidange.

Le transporteur à bande est utilisé dans la manutention de nombreux produits, la grande variété de ses accessoires permettant en effet de réaliser pratiquement tous types de transport, qu'il s'agisse de manutentions horizontale ou oblique, de produits fragiles ou abrasifs, chauds ou humides, ou de produits en sacs.

Ce type de matériel offre également l'avantage de pouvoir atteindre des débits très élevés (600 t/h), tout en consommant relativement peu d'énergie, surtout dans la manutention horizontale.

D'autre part, pour les mêmes débit et longueur, le transporteur bande a un coût d'achat inférieur de 10% environ par rapport à la vis.

Il est très employé dans les stations pour le traitement de semences car il permet une vidange totale et rapide.

Cependant, ce matériel a l'inconvénient d'être très encombrant (surtout lorsqu'il est doté d'un chariot déverseur); il doit par ailleurs être pourvu d'un capotage pour le travail à l'air libre; son utilisation dégage une grande quantité de poussière.

Outre ce modèle classique, il existe des transporteurs bande particuliers, "à bords", ou avec bandes sous tube.

Le transporteur chaîne se compose d'une chaîne sans fin à maillons plats dotés de barreaux, qui circule dans un coffre de section rectangulaire, entraînant les produits à une vitesse variant, à l'horizontale, entre 0,20 et 1 m/s.

Ce type de transporteur peut être incliné sous tout angle et a un encombrement limité, bien inférieur par exemple, à débit égal, à celui d'une vis ou d'un transporteur bande.

De même, sa consommation d'énergie est très inférieure à celle d'une vis de même débit, mais est 2 à 3 fois plus importante que celle d'un transporteur bande ou d'un élévateur godets.

Ses débits varient entre 20 et 200 t/h avec une casse de grains peu importante. D'un entretien très facile, son avantage principal reste le fait d'être totalement fermé et donc étanche, ne dégageant pas de poussières et utilisable à l'extérieur.

Par ailleurs, on peut alimenter ou vidanger en différents endroits du transporteur. Cependant, il reste d'un prix d'achat relativement élevé et très bruyant dans les sections fonctionnant "à vide".

Il existe aussi quelques variantes de transporteurs chaîne (à flancs ouverts, à câbles).

### Les matériels pneumatiques

La manutention pneumatique s'effectue en entraînant les grains dans un courant d'air qui circule dans une tuyauterie, à une vitesse suffisante pour qu'ils ne puissent se déposer.

**Ce type de manutention oblige à réaliser une étude technique pour chaque installation, en prenant en compte: la grosseur des grains, leur pouvoir abrasif, leur compacité et compressibilité, leur degré d'humidité et de température, et enfin leur fragilité.**

**Les avantages de ce type de matériel sont les suivants: souplesse, qui leur permet de transporter les grains sur toutes sortes de trajets; débits importants (300 t/h au maximum); encombrement réduit.**

**En revanche, ils nécessitent une grande puissance énergétique (5 à 6 fois plus que pour les transporteurs mécaniques); ils s'usent rapidement tout en restant un matériel au prix d'achat très élevé.**

## **Gestion du stockage en vrac**

**Certaines des règles indiquées pour le stockage en sacs sont applicables, éventuellement avec quelques modifications, au cas du stockage en vrac.**

**Pour celui-ci, l'aspect le plus spécifique, sur le plan de la gestion, concerne la ventilation.**



## **Celules ou silons sans système de ventilation**

**Le stockage de grains en vrac dans des silos sans système de ventilation est relativement simple et peu coûteux, mais en revanche il met sérieusement en péril la bonne conservation des produits.**

**En effet, dans de tels silos, il est impossible de combattre de manière efficace les phénomènes de transfert d'humidité et donc de condensation, qui peuvent se manifester en cours de stockage, et provoquer une rehumidification des grains, et un développement accru d'insectes et de micro-organismes.**

**Leur utilisation est donc limitée aux zones de faible humidité relative de l'air, et aux cas où les cellules sont protégées des variations de température externe (c'est le cas par exemple pour les cellules réalisées en béton).**

**En l'absence de système de ventilation, il est indispensable qu'au moment du remplissage des silos, les grains soient bien secs, propres, et traités avec des insecticides de grande persistance d'action.**

**Il est par ailleurs nécessaire d'équiper les cellules de sondes thermométriques appropriées, qui permettent un contrôle permanent de la température des grains.**

**Pendant le stockage, la moindre variation anormale de température doit être interprétée comme le signe d'éventuels processus de dégradation en cours. S'il y a confirmation de l'existence de tels phénomènes, l'unique moyen d'intervention possible, pour éviter de perdre la totalité de la masse des grains, consiste à opérer un transilage et un nettoyage approfondi, suivis d'un traitement insecticide.**

**Par transilage, on entend le transvasement du contenu d'un silo dans un autre silo vide et propre, permettant ainsi de ventiler et d'homogénéiser les grains.**

**Le transilage est une opération qui entraîne des coûts supplémentaires et accroît les risques de brisures dans la manutention ultérieure des grains.**

**C'est une opération coûteuse, et qui n'est pas recommandée comme mesure de routine; néanmoins, le transilage reste nécessaire lorsque l'état de conservation des produits semble douteux.**

**Cellules ou silos équipés de systèmes de ventilation**

**Par ventilation, ou aération, on entend la circulation forcée d'air ambiant (plus rarement refroidi artificiellement), à travers une masse de grains.**

**A l'intérieur des silos, cette circulation d'air est obtenue à l'aide de ventilateurs, soufflant ou aspirant, de conduites et de gaines de répartition d'air.**

**Le stockage de grains en vrac dans des silos équipés de systèmes de ventilation permet d'assurer de meilleures conditions de conservation aux produits.**

**En effet, l'adoption et l'emploi de systèmes de ventilation, au-delà du fait de refroidir et maintenir les grains à une température suffisamment basse, permettent aussi, dans certains cas, d'obtenir un séchage lent et progressif des produits stockés.**

**Ainsi, dans une cellule ventilée, les grains dans un premier temps et dans un délai relativement court, sont refroidis jusqu'à atteindre la température de l'air, voire une température légèrement inférieure. Dans un deuxième temps, et sous l'effet d'une ventilation prolongée, les grains peuvent être également séchés, à condition que l'air soit suffisamment sec.**

**Les échanges de température et d'humidité liés aux phénomènes décrits cidessus sont évidemment réglés selon les lois d'équilibre entre l'air et les grains.**

**Lors d'une ventilation, le premier équilibre, c'est-à-dire celui entre la température des grains et celle de l'air, s'établit rapidement avec des besoins en air relativement**

modestes (de 800 à 1500 m<sup>3</sup> d'air par m<sup>3</sup> de grains).

En revanche le second, celui qui concerne l'équilibre entre la teneur en eau des grains et l'humidité relative de l'air, nécessite des temps plus longs et des quantités d'air supérieures (50.000 à 80.000 m<sup>3</sup> d'air par m<sup>3</sup> de grains).

Une masse de grains soumise à ventilation se retrouve divisée en trois zones:

- zone refroidie (grains déjà refroidis);
- zone de transition (grains en cours de refroidissement);
- zone à refroidir (grains encore chauds).

Dans la zone refroidie, les grains des couches inférieures, plus proches de l'arrivée d'air, sont refroidis le plus vite et de façon complète.

Immédiatement au-dessus, une zone dite "de transition", se déplace lentement dans le sens du courant d'air. Dans cette zone les grains sont en cours de refroidissement.

Enfin, dans la partie supérieure de la cellule, se trouve la zone à refroidir, où les grains sont encore chauds, voire légèrement réchauffés.

Une ventilation ne peut être considérée comme conclue tant que la zone refroidie n'a pas atteint le haut de la cellule.

### Schéma d'un silo ventilé

Elle ne doit donc pas être arrêtée avant que les couches supérieures n'aient atteint la même température que celle des couches inférieures, température proche de celle de l'air de ventilation.

La durée de la ventilation doit être telle qu'elle ne puisse provoquer un échauffement excessif et prolongé des couches supérieures de grains.

Pour obtenir le refroidissement d'une masse de grains, il est nécessaire que la température de l'air de ventilation soit inférieure de 5°C à 7°C à celle des grains.

Des écarts supérieurs à 8°C peuvent provoquer des phénomènes de condensation qui risquent de porter à la réhumidification des grains. Des écarts inférieurs à 3°C peuvent ne pas garantir le refroidissement désiré.

Il est évident que, pour un bon déroulement de la ventilation, il est nécessaire de contrôler, à l'aide d'un appareillage thermométrique approprié, la température

**de l'air et en particulier des grains.**

**Pour obtenir un effet séchant, il faut que l'humidité relative de l'air de ventilation soit inférieure à celle d'équilibre du grain.**

**Il est recommandé, surtout dans le cas de grains humides, de commencer à ventiler dès le début du remplissage des cellules; par ailleurs, celles-ci ne doivent pas être remplies en une seule fois, mais par étapes successives, dans la mesure du possible.**

**De plus, pour éviter des phénomènes de condensation il est nécessaire de laisser ouvertes les sorties d'air humide, et de faire fonctionner les extracteurs prévus pour évacuer cet air.**

**Avec des produits stockés humides, la ventilation doit se poursuivre jusqu'à obtenir la stabilité des grains.**

**Une fois les grains stabilisés, la ventilation peut être effectuée, à intervalles plus ou moins réguliers, pour garantir la bonne conservation des produits.**

**Ainsi, il faut procéder à des contrôles fréquents et réguliers de l'humidité et de la température des grains. Toute élévation brusque de la température doit être**

interpréter comme le signe de phénomènes de dégradation en cours.

En conséquence, une ventilation avec un air aussi sec et aussi froid que possible doit être considérée comme nécessaire.

En conclusion, les multiples applications de la ventilation et la complexité des processus qui lui sont associés, nécessitent l'intervention d'un personnel spécialisé, tant dans la phase de l'étude que dans celle de la gestion des installations.

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

---

## Préparation des ventes

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

## Définition

**Nous avons passé en revue les diverses phases qui caractérisent le système après-récolte de produits agricoles déterminés.**

**Mais notre étude ne serait pas complète sans quelques indications concernant la commercialisation de ces produits.**

**Ainsi, en affrontant la problématique de la préparation des ventes, on a voulu mettre en évidence l'importance de la qualité et de l'emballage des produits pour leur commercialisation.**

## **Ventes et qualité des produits**

**La vente de produits est généralement subordonnée aux équilibres établis par les lois économiques de l'offre et de la demande.**

**Ainsi, la vente des produits doit s'effectuer en satisfaisant pleinement les exigences des vendeurs comme des acheteurs.**

**Ceux qui vendent, et en particulier s'ils sont les producteurs mêmes, demandent que leur soit reconnu "le juste prix", surtout en relation aux coûts de production, alors que les acheteurs acceptent de payer "le juste prix" condition que le produit**



corresponde à leurs nécessités technologiques ou commerciales.

Sur le plan qualitatif, de telles nécessités peuvent varier, et peuvent être diversement évaluées par les acheteurs potentiels.

Les responsables d'organismes stockeurs par exemple, prennent particulièrement en compte l'état des grains, dans le but de garantir une conservation de qualité et de longue durée des produits, tandis que les responsables des industries de transformation évaluent tout particulièrement leur qualité technologique, en fonction des produits finaux qu'ils veulent obtenir (huiles, farines, etc.).

Les commerçants, mais surtout les consommateurs, considèrent surtout l'aspect, l'odeur, le goût des produits.

En effet, la qualité des produits au moment de leur vente dépend principalement des facteurs suivants:

- teneur en eau,
- adultération et contamination,
- infestation.

## Teneur en eau

Si la teneur en eau des grains est élevée, cela implique, comme nous l'avons déjà indiqué, une augmentation des risques de pertes par développement d'insectes et de moisissures lors du stockage.

Ces dernières en particulier, outre le fait qu'elles modifient l'odeur, le goût et la couleur des grains, peuvent rendre les produits impropres à la consommation humaine et animale, cause de la production de dangereuses substances toxiques (mycotoxines).

Au-delà de ces aspects techniques, il existe des facteurs économiques qui interviennent dans le prix des produits vendus humides.

Ainsi, des grains humides peuvent continuer à se dessécher lors de leur entreposage, provoquant une perte de poids qui se traduit nécessairement par une perte monétaire lors des transactions commerciales successives.

Il est donc nécessaire, lors des ventes, d'établir des prix différenciés selon la teneur en eau des produits, tant pour reconnaître les efforts de ceux qui vendent ou pour les inciter à effectuer mieux le séchage des produits, que pour offrir une

## garantie aux acheteurs.

### Altération et contamination

On doit considérer comme une altération du produit toute présence de corps étrangers (sable, pierres, tiges, feuilles, etc.) due, soit des causes accidentelles, soit des actes délibérés et frauduleux.

La présence d'impuretés, non seulement influe négativement sur la qualité et la bonne conservation des produits, mais peut encore provoquer de désagréables surprises sur le plan économique, dans la mesure où les impuretés sont achetées au prix du grain.

Pour garantir les intérêts des acheteurs et pour encourager ceux qui vendent procéder un nettoyage soigneux des produits avant de les vendre, il est nécessaire d'établir des prix différenciés selon le taux d'impuretés des lots.

Cela n'est évidemment possible qu'en présence de normes précises qui établissent les limites d'acceptation et les éventuelles réductions de prix applicables, en fonction du taux d'impuretés mélangées aux produits.

**Des normes doivent par ailleurs être fixées et appliquées pour établir les limites de commercialisation des produits éventuellement contaminés; précisons que par contamination on entend la présence de résidus de substances indésirables, qui se sont trouvées en contact avec les produits et en ont altéré l'odeur ou le goût, ou provoqué la toxicité (insecticides par exemple).**

## **Infestation**

**Au moment de l'achat, les produits devraient être complètement libres de toute forme d'infestation par les insectes.**

**Leur présence, en effet, peut avoir de graves conséquences sur la conservation des produits.**

**Pertes de poids, pertes d'éléments nutritifs, mauvais goût ou mauvaise odeur, ne représentent que quelques-uns des effets néfastes provoqués par la présence d'insectes. Malheureusement leur action est souvent invisible.**

**Au moment de l'achat, il est donc nécessaire d'effectuer un contrôle soigneux et approfondi pour détecter toute forme ou trace d'infestation.**

## Normes de qualité

Pour un déroulement correct des transactions commerciales et pour l'entière satisfaction de ceux qui vendent comme de ceux qui achètent, il est souhaitable d'adopter des normes légales, réalistes et pratiques, qui sanctionnent de façon claire la qualité des produits, les modalités de vérification qui lui sont relatives, et les standards de commercialisation.

L'application de telles normes est évidemment conditionnée par le degré de préparation du personnel chargé des contrôles et par la disponibilité en équipements spécifiques.

Sur le plan du commerce extérieur, et en l'absence de normes internationales précises, il est utile de prévoir l'application de celles en vigueur dans les pays vers lesquels sont dirigées les exportations.

Sur le plan du commerce intérieur, en revanche, chaque pays peut présenter des normes fondamentalement différentes. Ceci peut être dû aux particularités des productions agricoles, au-delà des habitudes alimentaires spécifiques aux populations.

**De telles normes devraient de toute façon prendre en considération les facteurs suivants:**

- la dénomination du produit, savoir le nom scientifique;
- les variétés commerciales, s'il en existe plus d'une, complètes par la description des éléments caractéristiques de chacune d'elles;
- la couleur normale, si elle permet l'identification du produit ou des différentes variétés;
- les bases de commercialisation ou l'éventuelle classification des grains, établies, selon les produits, en prenant en compte les paramètres suivants'

37

- teneur en eau,
- présence d'insectes vivants,
- taux de grains endommagés (germes, moisiss, décolorés, etc),
- taux de grains brisés,
- taux de graines étrangères,
- présence de substances toxiques,

- **présence d'odeurs commercialement douteuses,**
  - **rendements technologiques (dans le cas du paddy par exemple),**
  - **pourcentage de matière grasse (dans le cas de l'arachide et du tournesol par exemple),**
  - **taux d'acidité de la matière grasse;**
- les standards commerciaux ou les seuils de tolérance fixés pour la réception des produits, selon la nature des produits et en fonction des paramètres précédemment indiqués;
- la modalité des opérations, et les équipements de support qui s'y rapportent, pour la réception des produits, et pour la détermination de leur qualité;
- les tableaux de réduction des prix en fonction de la qualité.

Il serait également souhaitable que dans le cadre de ces normes soient prises en compte les standardisations des emballages des produits.

## Emballage des grains

**La détérioration et les pertes de produit, pendant le transport et le stockage, dépendent d'une série de facteurs physiques, chimiques, biologiques et humains.**

**Un emballage adéquat apporte une contribution capitale à la diminution de ces pertes, surtout dans les régions tropicales, où les conditions climatiques augmentent considérablement les risques de détérioration des grains.**

**Les principales fonctions de l'emballage des produits sont les suivantes:**

- permettre une manutention aisée, qu'elle se fasse manuellement ou mécaniquement
- réduire les pertes de produit dues aux vols;
- protéger le produit de l'attaque d'agents extérieurs (humidité, insectes, rayons du soleil, etc.).

**Il existe différents types d'emballage pour les produits agricoles, appropriés à la nature du produit et au système de commercialisation.**

**En ce qui concerne les grains, on utilise essentiellement les sacs tissés, en fibres végétales ou plastiques.**



**Dans la mesure du possible, ces fibres doivent permettre la fabrication de sacs de coûts modérés tout en garantissant les fonctions précédemment décrites.**

**Le choix du type de sac doit être fait en prenant en compte non seulement sa résistance mécanique et sa résistance à l'action de l'humidité, des rayons du soleil et des ravageurs, mais encore le type de manutention prévu.**

### **Sacs en fibres végétales**

**Les fibres végétales utilisées pour la fabrication de sacs sont: le jute, le coton et le sisal.**

**Le sac de jute reste le plus utilisé dans le monde; en effet, il associe de bonnes capacités de résistance à un coût relativement modéré.**

**Il peut être réutilisé plusieurs fois car il possède une bonne résistance mécanique qui réduit les risques de déchirures; de plus, il protège efficacement les grains des rayons du soleil.**

**Par contre il s'agit d'une fibre relativement lourde dont la texture n'est pas appropriée à l'emballage de grains de petits calibres.**

**Par ailleurs, le jute absorbe facilement l'humidité et offre peu de résistance aux attaques d'insectes et de rongeurs.**

**Pour pallier partiellement les inconvénients liés à la pénétration d'humidité, on peut prévoir de doubler les sacs avec du matériel plastique ou, le cas échéant, de les recouvrir avec des bâches imperméables.**

**La manutention des sacs de jute est rendue facile grâce au fait qu'il s'agit d'une matière peu glissante: ainsi, on peut édififier des piles d'une hauteur relativement importante.**

**Le sac de coton reste encore utilisé pour l'emballage de produits ayant acquis par leur transformation une certaine valeur ajoutée, comme les farines ou le sucre.**

**En effet, ses caractéristiques sont pratiquement les mêmes que celles du jute, ceci près que le sac de coton est plus léger, plus difficile à coudre, et d'un coût relativement plus élevé.**

**Le sac en sisal, plus rêche que les autres sacs en fibres végétales, n'est plus guère utilisé que dans les pays qui produisent cette fibre (Mexique, Brésil et certains pays africains).**

**Ses caractéristiques sont comparables à celles des sacs en jute.**

**Les sacs de papier sont plus vulnérables et d'une manutention plus délicate. Ils n'offrent que très peu de protection contre l'humidité et les insectes, et doivent donc être stockés dans de bonnes conditions.**

**Ils sont en particulier utilisés pour l'emballage des semences.**

**Quant aux autres fibres végétales, chanvre et lin, elles ne sont pratiquement plus utilisées pour la fabrication de sacs d'emballage, à cause de leurs coûts très élevés.**

### **Sacs en fibres plastiques**

**Ces sacs peuvent être fabriqués entièrement en matière plastique (polypropylène), ou présenter un tissage mixte (fibre végétale et fibre plastique).**

**Aujourd'hui, l'usage des sacs de polypropylène s'est beaucoup diffusé pour l'emballage des grains et concurrence sérieusement celui du traditionnel sac de jute.**

**Ces sacs offrent l'avantage d'être extrêmement résistants, imputrescibles et imperméables aux corps gras.**

Cependant, ils doivent être traités pour résister aux rayons du soleil, car le polypropylène subit une dégradation à la lumière. Bien traité, un sac en polypropylène peut être réutilisé pendant 6 à 12 mois. Leur coût reste par ailleurs plus élevé que celui des sacs de jute.

Sa manutention est rendue plus difficile car il s'agit d'une fibre très glissante, qui ne permet pas d'édifier des piles de hauteur importante.

### Taille des sacs

La capacité des sacs est généralement de 50 kg (100 x 55 cm ou 100 x 60 cm), qu'ils soient en fibres végétales ou en fibres plastiques.

Cependant dans plusieurs pays cette capacité peut atteindre des volumes avoisinant les 100 kg, ce qui rend peu aisées les opérations de manutention.

Ainsi, pour faciliter les opérations de réception et de livraison de grains en sacs, une standardisation des capacités et tailles de ces emballages semble souhaitable.

GRAINS	POIDS NORMAL DES SACS
Paddy	64 kg

Riz usin	45-100 kg
Mais, sorgho, haricots, blé, mil	90 kg
Arachide en coque	29-45 kg
Arachide décortiquée	74-84 kg
Soja	65 kg
Coton en grains	50 kg
Cacao en grains	60-90 kg
Café en grains	60-65 kg
Farines	45 kg

A titre indicatif, nous reportons dans le tableau les poids, considérés comme normaux, par sac de grains.

---

## Transport

### Définition

## Les phases du transport

Le transport caractérise généralement le passage d'une phase à l'autre du système après-récolte.

Les opérations de transport, de type traditionnel ou effectuées à l'aide d'engins motorisés, sont ainsi nécessaires, par exemple, pour le déplacement des productions agricoles:

- des parcelles, où ont été effectuées les récoltes, aux lieux de battage ou séchage;
- de ces derniers aux magasins du producteur ou à ceux des centres de collecte;
- de là vers les industries de transformation ou les structures centrales de stockage plus importantes et souvent bien plus éloignées des lieux de production;
- des ces industries ou de ces structures de stockage aux grossistes ou aux détaillants pour la commercialisation finale.

## Transport traditionnel

Dans de nombreuses parties du monde, les fermiers et les paysans vivent loin de toute route sur laquelle les grains peuvent être transportés vers les lieux de collecte, stockage ou commercialisation.

Les produits sont alors souvent acheminés en petites quantités sur de très mauvaises routes ou sur des sentiers. Ceci entraîne des temps de transport importants et des coûts élevés par unité de produit transporté, et donc une réduction substantielle des revenus, ce qui n'encourage pas les producteurs à produire davantage.

En effet, une production croissante demande aux petits fermiers non seulement le développement des structures de stockage, mais encore le réajustement du réseau routier local aux besoins de transport des produits.

Pour pallier ces inconvénients, il serait nécessaire d'améliorer le réseau routier afin de permettre le développement d'un système de transport à petite échelle, qui puisse satisfaire les besoins des zones de production les plus éloignées.

Lorsque le réseau routier est peu développé et l'agriculture est de type traditionnel,

les produits sont généralement transportés par les hommes, les ânes, les chameaux et quelquefois les chevaux, le boeuf étant plutôt utilisé comme moyen de traction.

Sinon, pick-ups, bus et taxis sont souvent empruntés pour transporter les produits sur les lieux de collecte, stockage ou commercialisation.

Lorsque l'essentiel du transport est effectué par les hommes et les animaux, il n'est pas rare que les fermiers aient à parcourir jusqu'à 30 ou 40 Km, pour apporter leurs grains aux lieux de collecte, stockage ou commercialisation.

Il existe souvent un système de location (animaux, petits camions), dont les tarifs varient en fonction de la saison, de l'état des routes et de la distance.

Malgré des efforts sont faits en vue de populariser l'usage de charrettes tirées par des boeufs, et de simples brouettes, on remarque que ces initiatives rencontrent un certain succès lorsque ce matériel peut être facilement construit par les artisans locaux. Par contre, lorsque certaines pièces d'importation (axes, roues, etc.) ne peuvent être réparées sur place, ces efforts se soldent par un échec.

## Transport routier



**Dans le cadre du transport routier, les tracteurs avec remorques sont utilisés généralement sur le champ, alors que sur route les produits sont transportés sur des camions de différentes capacités.**

**Une standardisation des dimensions et des capacités des camions n'a pas été possible, vu la différenciation des exigences de transport et la nombre de firmes qui construisent et carrossent ces types de véhicules.**

**Cela dit, l'absence de l'infrastructure routière le permet et l'organisation du stockage et de la commercialisation le nécessite, on a tendance à utiliser de gros camions porteurs (quelques dizaines de tonnes de capacité) avec benne basculante.**

### **Achat ou location des camions**

**Le choix entre ces deux possibilités doit s'effectuer sur la base d'une analyse des besoins, c'est-à-dire d'une estimation des quantités à transporter et du type et nombre de véhicules nécessaires, selon les caractéristiques des parcours et la fréquence des déplacements.**

**L'option locative offre d'une part divers avantages:**

- l'opération de transport elle-même n'est pas gérée par les producteurs, ce qui est un gain de temps toujours appréciable pour eux;
- les éventuelles pannes de véhicules sont à la charge (en termes d'argent mais aussi de temps et de responsabilité) de la société de location;
- personne ne peut faire des véhicules un usage particulier, ce qui élimine les frais d'entretien dus à une mauvaise utilisation de ces véhicules;
- l'argent qui n'a pas été dépensé pour l'achat des véhicules peut être immédiatement utilisé à d'autres fins;
- tous les frais liés à la possession d'un véhicule (assurances, vignettes, entretien) sont éliminés.

D'autre part l'autre option a aussi des attraits:

- les véhicules sont mieux entretenus et moins susceptibles d'être mal utilisés ou trop chargés;
- les véhicules correspondent exactement aux besoins de l'acheteur, et il est sûr de les avoir sous la main tout moment.

**Cependant, il n'en reste pas moins que la location semble le moyen le plus économique et le plus simple.**

**Si, par contre, c'est l'achat du véhicule qui paraît la solution la plus appropriée pour résoudre le problème du transport, il s'agit alors de choisir d'une part le véhicule le mieux adapté à la situation avec le meilleur rapport qualité-prix, et d'autre part de trouver le moyen le plus économique de financer ou d'effectuer cet achat.**

**Pour choisir le type de véhicule, il est nécessaire en premier lieu de définir ses fonctions spécifiques, et donc, les caractéristiques souhaitées: sa capacité de chargement en fonction du poids et volume des produits à transporter, son modèle en fonction du type de produits, enfin ses caractéristiques techniques (véhicule tout-terrain par exemple) en fonction de l'état du réseau routier.**

**Il est évidemment plus économique de payer cash l'achat d'un véhicule, mais il existe aussi plusieurs possibilités de crédits remboursables par traites à négocier avec les banques, qui peuvent permettre l'achat simultané de plusieurs véhicules nécessaires aux transports des produits, plutôt que l'achat d'un seul véhicule payé cash.**

**Il ne faut pas négliger non plus la possibilité d'acheter un véhicule d'occasion, qui**

**doit être dans tous les cas muni d'une garantie fournie par le vendeur pour une certaine période.**

**En tout cas, il est nécessaire d'envisager l'achat d'un véhicule non comme une opération isolée, mais dans le cadre d'une programmation globale du système de production et de distribution des produits.**

### **Programation du transport routier**

**Le système de transport doit être aussi économique et efficace que possible. Cela suppose une planification rigoureuse de l'utilisation des véhicules, en fonction des priorités de transports de certains produits, du respect de certains horaires, de la disponibilité du personnel.**

**Notons qu'il est souhaitable de conserver une certaine flexibilité au programme préfixé, afin de parer d'éventuels imprévus.**

**Il est bon qu'une personne soit clairement chargée de gérer cette planification: c'est elle que les chauffeurs ou transporteurs peuvent adresser leurs suggestions et requêtes afin d'améliorer la programmation de départ.**

**Pour une bonne planification des transports, on doit tenir compte de l'emplacement des points de collecte, des centres de transformation et stockage, et des lieux de commercialisation, des distances qui les séparent, des quantités de produits à charger ou à décharger en chaque point.**

**On doit d'autre part préparer un plan des routes à suivre pour les chauffeurs, de façon à réduire les distances et calculer les temps de transport au plus juste.**

**Ceci est d'autant plus important s'il s'agit de collectes de récoltes, afin d'éviter les vols ou les détériorations des produits en attente d'être transportés dans les centres de stockage.**

### **Entretien des véhicules**

**Comme tout autre type de gestion, celle de l'entretien des véhicules vise un juste équilibre entre deux extrêmes: les laisser au garage pendant des journées de travail, et les abandonner eux-mêmes afin de ne perdre aucune journée de travail.**

**En fait, il faut prendre en compte les aspects techniques comme les aspects économiques du problème.**

L'entretien a en effet pour but de maintenir le bon état des véhicules, de réduire au maximum l'éventualité de pannes mécaniques, de réduire les coûts d'utilisation du véhicule et d'en prolonger au maximum la durée de vie.

Il faut distinguer deux types d'entretien: l'entretien de type courant, qui consiste en un contrôle régulier de l'état des véhicules, et celui d'urgence, lorsqu'une réparation imprévue est nécessaire.

### Coûts du transport routier

On a souvent tendance à ramener au coût de carburant la totalité des coûts de transport.

En fait, celui-ci n'est qu'un coût additionnel, et une petite partie du coût total. Ce dernier se compose des coûts fixes, à savoir ceux liés aux papiers du véhicule et l'éventuel salaire du chauffeur, auxquels viennent s'ajouter des coûts d'utilisation, ceux du carburant, de l'huile, et de l'entretien en général.

A cet ensemble, il est nécessaire d'ajouter le coût de dépréciation du véhicule, qui croît en fonction de son âge.

**Notons enfin que si les coûts d'utilisation varient en fonction des distances parcourues, des salaires offerts et de la conduite même des véhicules, les coûts fixes eux, sont invariables.**

**Quant au coût de dépréciation, il dépend à la fois du marché et de l'utilisation plus ou moins intensive du véhicule.**

**Il s'agit donc, pour avoir une idée précise des coûts de transport dans une situation donnée, de faire une estimation systématique des coûts du véhicule par tonne ou par quintal de produit transporté, en prenant en compte tous les éléments envisagés ci-dessus. Il convient de répéter cette estimation au minimum tous les ans.**

**Une analyse des coûts du transport doit être effectuée lors du choix entre achat ou location des véhicules.**

## **Pertes**

**Les coûts de transport participent largement au prix de vente d'un produit. Il faut donc réduire au maximum les pertes pendant les opérations de transport.**

**On entend par perte la différence de poids entre la quantité chargée et celle déchargée.**

**Mais cette perte quantitative vient s'ajouter la perte qualitative, lorsque le produit subit des altérations pendant le transport.**

**Il s'agit donc de diminuer les temps de transport tout en réalisant un service efficace capable de préserver l'état des produits.**

**Divers éléments peuvent être l'origine de pertes qualitatives comme quantitatives.**

**Des sacs malmenés lors des opérations de chargement ou déchargement peuvent se déchirer, provoquant des coulements de produits pendant le transport.**

**Une conduite trop rapide, ou avec des véhicules en mauvais état, peut aussi provoquer des coulements de produit.**

**Dans des conditions climatiques particulières (saison des pluies par exemple), les produits peuvent se détriorer lorsqu'ils sont transportés sans protection.**

**Des chargements laissés sans surveillance peuvent faire l'objet de vols.**



Diverses solutions peuvent être apportées au problème des pertes, tant au niveau des véhicules eux-mêmes que de la manutention des produits.

Les véhicules en partie ouverts doivent être aménagés avec un toit en charpente, leurs côtés recouverts de bâches pouvant être enroulées ou étendues, de façon à permettre une protection contre les pluies d'une part, une ventilation correcte s'il s'agit de produits humides d'autre part,

Quoique la structure et les conditions des véhicules constituent des facteurs importants dans le transport des produits, il est également important d'accorder une attention particulière aux opérations de manutention des produits.

Lors des chargements et déchargements des véhicules, on doit, dans la mesure du possible, utiliser des diables et monte-sacs pour réduire les manipulations.

Il faut veiller à ce que le chargement et le rangement des sacs dans les véhicules soient effectués correctement, en évitant l'écrasement des couches inférieures, et en les disposant sur des palettes pour permettre à l'air de circuler. Le soin à apporter à ces opérations dépend de la nature du produit et de son degré d'humidité.

Si le chargement doit être distribué sur plusieurs destinations, les sacs doivent être

chargés dans l'ordre inverse dans lequel ils seront déchargés (le dernier sac chargé sera le premier déchargé).

## Autres moyens de transport

Dans un grand nombre de pays, une grande quantité de produits est aussi transportée par voie ferrée.

Ce mode de transport offre l'avantage d'être généralement moins cher que le transport routier.

Son inconvénient majeur résulte du fait qu'il implique presque toujours une opération de transport supplémentaire au départ ou à l'arrivée contrairement au transport routier qui offre un service "porte à porte"

Sur de grandes distances, et là où les réseaux le permettent, il est généralement préférable de transporter les céréales par voie ferrée ou voie d'eau.

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

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

## Annexes

[Table des mati](#)res - [Pr](#)écédente - [Suivante](#)

### Annexe 1: unit

s de mesure

ABREVIATIONS DES PRINCIPALES UNITES DE MESURE				
UNITES DE MESURE METRIQUES		UNITES DE MESURE ANGLO-AMERICAINES		
<b>Longueur</b>				
kilom	tre	km	mile statute	mi
m	tre	m	yard	yd
centim	tre	cm	foot	ft
millim	tre	mm	inch	in
<b>Surface</b>				

kilometre square	km <sup>2</sup>	square mile	sq mi
metre square	m <sup>2</sup>	square yard	sq yd
centimetre square	cm <sup>2</sup>	square foot	sq ft
millimetre square	mm <sup>2</sup>	square inch	sq in
hectare	ha	acre	
are	a		

### Volume

metre cube	m <sup>3</sup>	cubic yard	cu yd
decimetre cube	dm <sup>3</sup>	cubic foot	cu ft
centimetre cube	cm <sup>3</sup>	cubic inch	cu in

### Capacity

litre	l	gallon	gal
		quart	qt
		pint	pt

### Poids (avoirdupois)

tonne métrique	t	ton	
quintal	q	hundredweight	cwt
kilogramme	kg	pound	lb
gramme	g	ounce	oz

### Temps

heure	h		
minute	min		
seconde	s		

### Température

degré Celsius	°C	degré Fahrenheit	°F
---------------	----	------------------	----

### CONVERSION DES PRINCIPALES UNITES DE MESURE

**UNITES DE MESURE METRIQUES EN  
UNITES ANGLO-AMERICAINES**

**UNITES DE MESURE ANGLO-AMERICAINES  
EN UNITES METRIQUES**

**Longueur**

**Longueur**

1 km (1.000 m) = 0,621 mi

1 mi (1.760 yd) = 1,609 km

1 m = 1,094 yd

1 yd (3 ft) = 0,9144 m

1 m = 3,281 ft

1 ft (12 in) = 0,3048 m

1 m = 39,37 in

1 ft (12 in) = 30,48 cm

1 cm (0,01 m) = 0,3937 in

1 in = 2,54 cm

1 mm (0,001 m) = 0,03937 in


1 in = 25,4 mm

**Surface**1 km<sup>2</sup> (100 ha) = 0,386 sq mi1 sq mi (640 acres) = 2.599 km<sup>2</sup>

1 ha (100 a) = 2,471 acres

1 acre (4.840 sq yd) = 0,4047 ha

1 a (100 m<sup>2</sup>) = 0,0247 acres1 sq yd (9 sq ft) = 0,836 m<sup>2</sup>1 m<sup>2</sup> = 1,196 sq yd1 sq ft (144 sq in) = 0,0929 m<sup>2</sup>1 m<sup>2</sup> = 10,764 sq ft1 sq ft (144 sq in) = 929,03 cm<sup>2</sup>1 m<sup>2</sup> = 1.550 sq in1 sq in = 6,4516 cm<sup>2</sup>1 cm<sup>2</sup> (10 4 m<sup>2</sup>) = 0,155

<b>Volume</b>	
1 m <sup>3</sup> = 1,308 cu yd	1 cu yd (27 cu ft) = 0,7646 m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> = 35,315 cu ft	1 cu ft (1.728 cu in) = 0,028 m <sup>3</sup>
1 dm <sup>3</sup> (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ) -- 0,03531 cu ft	1 cu in = 16,387 cm <sup>3</sup>
1 cm <sup>6</sup> (10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> ) -- 0,061 cu in	
<b>Capacit</b> 	
1 l = 0,0275 bushel (G.B.)	1 bushel (G.B.) = 36,348 l
1 l = 0,0284 bushel (U.S.A.)	1 bushel (U.S.A.) = 35,238 l
1 l = 0,22 gal (G.B.)	1 gal (G.B.) = 4,546 l
1 l = 0,26 gal (U.S.A.)	1 gal (U.S.A.) = 3,785 l
1 l = 0,88 qt (G.B.)	1 qt (G.B.) = 1,136 l
1 l = 1,057 qt (U.S.A.)	1 qt (U.S.A.) = 0,946 l
1 l = 1,76 pt (G.B.)	1 pt (G.B.) = 0,568 l
1 l = 2,11 pt (U.S.A.)	1 pt (U.S.A.) = 0,473 l

1 bushel (G.B.) = 1,032 bushel (U.S.A.)
---

1 bushel (U.S.A.) = 0,969 bushel (G.B.)
---

1 gal (G.B.) = 1,201 gal (U.S.A.)
-----------------------------------

1 gal (U.S.A.) = 0,833 gal (G.B.)
-----------------------------------

1 gal = 4 qt = 8 pt
---------------------

<b>Vitesse</b>
----------------

1 km/h = 0,621 mi/h
---------------------

1 mi/h = 1,609 km/h
---------------------

1 m/s = 196,9 ft/min
----------------------

100 ft/min = 0,508 m/s
------------------------

1 m/s = 3,28 ft/s
-------------------

1 ft/s = 0,304 m/s
--------------------

<b>Poids (avoirdupois)</b>
----------------------------

1 t (1.000 kg) = 0,984 long ton
---------------------------------

1 long ton (2.240 lb) = 1,016 t
---------------------------------

1 t (1.000 kg) = 1,102 short ton
----------------------------------

1 short ton (2.000 lb) = 0,907 t
----------------------------------

1 t (1.000 kg) = 19,68 cwt
----------------------------

1 long ton (2.240 lb) = 1.016 kg
----------------------------------

1 t (1.000 kg) = 22,05 short cwt
----------------------------------

1 short ton (2.000 lb) = 907 kg
---------------------------------

1 q (100 kg) = 1,968 cwt
--------------------------

1 cwt (112 lb) = 0,508 q
--------------------------

1 q (100 kg) = 2,205 short cwt
--------------------------------

1 cwt (112 lb) = 50,8 kg
--------------------------



1 q (100 kg) = 220,5 lb	1 short cwt (100 lb) = 45,4 kg
1 kg (1.000 g) = 2,205 lb	1 lb (16 oz) = 0,454 kg
1 kg (1.000 g) = 35,27 oz	1 lb (16 oz) = 454,59 g
1 g = 0,035 oz	1 oz = 28,35 g
<b>Poids par unit↔ de volume</b>	
1 t/m <sup>3</sup> = 0,752 long ton/cu yd	1 long ton/cu yd = 1,329 t/m <sup>3</sup>
1 t/m <sup>3</sup> = 0,843 short ton/cu yd	1 short ton/cu yd = 1,186 t/m <sup>3</sup>
1 kg/m <sup>3</sup> = 1,685 lb/cu yd	1 lb/cu yd = 0,593 kg/m <sup>3</sup>
1 kg/cm <sup>3</sup> = 36,127 lb/cu in	1 lb/cu in = 0,027 kg/cm <sup>3</sup>
1 g/cm <sup>3</sup> = 0,578 oz/cu in	1 oz/cu in = 1,73 g/cm <sup>3</sup>
<b>Poids par unit↔ de surface</b>	
1 t/m <sup>2</sup> = 0,823 long ton/sq yd	1 long ton/sq yd = 1,215 t/m <sup>2</sup>
1 t/m <sup>2</sup> = 0,922 short ton/sq yd	1 short ton/sq yd = 1,085 t/m <sup>2</sup>

$$1 \text{ kg/ha} = 0,89 \text{ lb/acre}$$

$$1 \text{ kg/m}^2 = 1,843 \text{ lb/sq yd}$$

$$1 \text{ lb/acre} = 1,12 \text{ kg/ha}$$

$$1 \text{ lb/sq yd} = 0,542 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 3,277 \text{ oz/sq ft}$$

$$1 \text{ oz/sq ft} = 0,305 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ g/cm}^2 = 0,227 \text{ oz/sq in}$$

$$1 \text{ oz/sq in} = 4,394 \text{ g/cm}^2$$

### Volume par unit de surface

$$1 \text{ m}^3/\text{ha} = 14,3 \text{ cu ft/acre}$$

$$1 \text{ cu ft/acre} = 0,07 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$1 \text{ dm}^3/\text{a} = 0,053 \text{ cu yd/acre}$$

$$1 \text{ cu yd/acre} = 18,88 \text{ dm}^3/\text{a}$$

### Volume spécifique et poids spécifique

$$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16,01 \text{ cu ft/lb}$$

$$1 \text{ cu ft/lb} = 0,0624 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$1 \text{ kg/m}^3 = 0,0624 \text{ lb/cu ft}$$

$$1 \text{ lb/cu ft} = 16,01 \text{ kg/m}^3$$

### Debit

$$1 \text{ m}^3/\text{h} = 0,59 \text{ cu ft/min (CFM)}$$

$$1 \text{ cu ft/min (CFM)} = 1,697 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Température

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 0,55$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$$

## EQUIVALENCE DE DIVERSES UNITES MONDIALES

UNITE	PAYS	EQUIVALENCE DANS LE SYSTEME METRIQUE
Aliqueire	Brésil	2,42 ha
Archine	Union Soviétique (U.R.S.S.)	0,71 m
Arroba	Espagne	11,5 kg
Caballeria	Guatemala	45 ha
Candy	Inde	254,2 kg
Catty ou kin	Thaïlande, Chine	0,604 kg
Chain	Royaume Uni (G.B.)	20,1 m
Décistine	Union Soviétique (U.R.S.S.)	1,09 ha
Dirhem	Egypte	3,12 g
Fanega	Espagne	57,4 l
Feddan	Egypte	0,42 ha
Foot	Commonwealth	30,5 cm

Foot	Maurice	32,5 cm
Foot	Afrique du Sud	31,5 cm
Furlong	Royaume Uni (G.B.)	201 cm
Guz	Inde	0,914 m
Kantar, Cantaro	Espagne - Cuba	46 kg
ou Quantar	Egypte	45 kg
Koh	Japon	0,99 ha
Libra ou Arratel	Espagne	0,46 kg
Livre	Maurice	0,5 kg
Maund	Etats arabes	25,42 kg
	Inde (Bombay)	12,71 kg
Morgen	Afrique du Sud	0,856 ha
Mou ou Mow	Chine	1115 ha ou 674,5 m <sup>2</sup>
Mile (nautique)	Etats-Unis (U.S.A.)	1,853 km
Oke ou C)kka	Egypte	1,248 kg

Pfund	Allemagne	500 g
Picul, Picol, Tam	Chine	60,45 kg
Pole	Royaume Uni (&.B.)	4,95 m
Poot	Russie	14,62 kg
Quasaba	Egypte	3,55 m
Roba	Etats arabes	25,4 kg
Rood	Etats-Unis - Royaume Uni	1.017,7 m2
Rotl, Roti, Rotel, Rottdo	Egypte	0,495 kg
Seer	Inde (Bombay)	0,327 kg
Stone	Royaume Uni (C;.B.)	6,35 kg
Tan	Chine	60,55 kg
Tonne espagnole	Espagne	1,15 t
Tonelada ou	Argentine	918 kg
Tonnelade	Guat◊mala	920 kg
	Portugal	794 kg

Vara	Pays d'expression espagnole	0,836 m
Verste	Union Soviétique (U.R.S.S.)	1,067 km

## Annexe 2: caracteristiques physiques des produits

DENSITÉ APPARENTE	
PRODUITS AGRICOLES LIQUIDES	DENSITÉ (kg/m <sup>3</sup> )
Beurre	940
Huile d'arachides	915 - 918
Huile d'olive	916 - 920
Huile de palme	920
Lait gras	1.028
Lait crémé	1.032

DENSITÉ APPARENTE	
PRODUITS AGRICOLES SOLIDES	DENSITÉ (kg/m <sup>3</sup> )

Arachides coque "huilerie"	370 - 400
Arachides coque "bouche"	270 - 300
Arachides graines	600 - 620
Avoine	500 - 540
Blé	750 - 840
Cacao (fèves fraîches)	900
Cacao (fèves fermentées)	775
Cacao (fèves sèches)	635
Café (cerises fraîches)	620
Café (cerises sèches)	450
Café marchand	715
Coton graine non tassée	100 - 120
Coton graines non délintées	420
Haricots grains	750 - 850
Lin	600 - 680

Luzerne graine	750 - 800
Mals $\diamond$ pis nus	450
Ma $\diamond$ s grains	700 - 820
Malt	530 - 600
Mil	700
Orge	550 - 690
Pois	800 - 880
Riz: gerbes	80 - 120
Riz: paddy	500 - 630
Riz: cargo (apr $\diamond$ s d $\diamond$ corticage)	700 - 750
Riz: blanchi (apr $\diamond$ s blanchiment)	800 - 850
Soja grains	720 - 800
Sorgho grains	670 - 760
Farine	500 - 800

VOLUME SPECIFIQUE		
PRODUITS	VOLUME	VOLUME



<b>AGRICOLES</b>	<b>SPECIFIQUE EN VRAC (m<sup>3</sup>/t)</b>	<b>SPECIFIQUE EN SACS (m<sup>3</sup>/t)</b>
Arachides graines		1,8
Avoine	1,8 - 1,9	
Bl $\blacklozenge$	1,3	1,6
Haricots		1,3
Mais	1,2 - 1,3	1,8
Orge	1,4 - 1,5	
Riz	1,3	1,6
Sorgho		1,8
Farine (bl $\blacklozenge$ , mais)		2,1

**ANGLE DE TALUS NATUREL ET COEFFICIENT DE FROTTEMENT LES PAROIS**

<b>MATI<math>\blacklozenge</math>RE ENSILEE</b>	<b>ANGLE DE TALUS NATUREL</b>	<b>COEFFICIENT DE FROTTEMENT</b>
Arachides coque	38 $\blacklozenge$	

Arachides graines	26   30	
Avoine	26   28	0,359  0,466
Bl	24   26	0,361  0,466
Caf  marchand	24   26	
Lin	23   26	0,308  0,414
Mais	26   29	0,308  0,424
Malt	21   23	0,325  0,445
Orge	25   29	0,325  0,456
Pois	24   26	0,268  0,445
Riz	24   26	0,394  0,601
Sorgho	33	
Farine	35   45	0,577  0,840

[Table des matires](#) - [Prcdente](#) - [Suivante](#)

## Bibliographie

[Table des mati](#)res - [Pr](#)écédente

J.L. MULTON, Conservation et stockage des grains et graines et produits d<sup>e</sup>riv<sup>e</sup>s, volume 1 et 2, Collection Sciences et Techniques AgroAlimentaires, Technique et Documentation (Lavoisier), 1982.

J.F. CRUZ et A. DIOP, G<sup>e</sup>nie Agricole et D<sup>e</sup>veloppement. techniques d'entreposage, Bulletin des services agricoles n<sup>o</sup> 74 (FAO), 1989.

CEEMAT (Centre d' Etude et d'Exp<sup>e</sup>rimentation du Machinisme Agricole et Tropical ), Conservation des grains en r<sup>e</sup>gions chaudes, R<sup>e</sup>publique Fran<sup>e</sup>aise - Minist<sup>e</sup>re de la Coop<sup>e</sup>ration et du D<sup>e</sup>veloppement, 1988.

D.W. HALL, Manipulaci<sup>o</sup>n y almacenamiento de granos alimenticios en la zonas tropicales y subtropicales (FAO), 1971.

**CEEMAT (Centre d'Etude et d'Expérimentations du Machinisme Agricole et Tropicale), Manuel de motorisation des cultures tropicales, Tome II (République Française - Ministère de la Coopération), 1974.**

**BIT (Bureau International du Travail), Le stockage du grain, série Technologique - Dossier Technique n. 11.**

**Mémento de l'agronome (République Française - Ministère des Relations Extérieures - Coopération et Développement), 1984.**

**Elisabeth O' KELLY et R.H. FORSTER, Traitement et stockage des céréales vivrières par les machines rurales, Bulletin des services agricoles n. 53 (FAO), 1983.**

**FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), Prévention des pertes de produits alimentaires après la récolte Collection formation n. 10 (FAO), 1986.**

**L'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest, Etudes et solutions présentées lors du séminaire tenu à Bamako en avril 1979 (Agence de Coopération Culturelle et Technique), 1980.**

**P. GILLIER P. SILVESTRE, L 'arachide, Techniques agricoles et productions tropicales, G.P. Maisonneuve et Larose, 1969.**

**M. JAMIESON et P. JOBBER, Manejo de los alimentos, Volume 2 et 3 (FAO, Editorial Pax-Mexico), 1975.**

**E. V. ARAULLO, D. B. DE PADUA, MICHAEL GRAHAM, Rice Postharvest Technology (International Development Research Centre), 1976.**

**Structures de stockage des céréales, des légumineuses et de leurs dérivés, Compte rendu du séminaire international tenu à Rabat en novembre 1990.**

**IDEMA ( Instituto de Mercados Agropecuario ), Manejo, secado y almacenamiento de granos cereales y oleaginosas, Memorias curso internacional, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1985.**

**FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), Agricultural engineering in development: selection of mechanisation inputs, Bulletin des services agricoles n. 84 (FAO), 1990.**

**H.A.U. MONRO, Mannual de fumigacion contra insectos (FAO), 1971**

**J.O. ROUSSEAU, Cosecha de granos (trigo, maiz, fríjol y soya), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 1984.**

**J. GAVIRIA LONDONO, Control de calidad de granos, Almacén - Ediagro (Colombie), 1989.**

**Stockage et conservation des céréales, CULTIVAR n. 170, Mars 1984.**

**C. LINDBLAD, L. DRUBEN, Preparing -Grain for Storage, Volume I of Small Farm Grain Storage, Appropriate Technologies for Development, (Peace Corps - VITA), 1980.**

**MALCOLM HARPER, Recolección y recepción de productos agropecuarios Manual del instructor, Serie MATCOM, BIT, 1985.**

**MALCOLM HARPER - Gestión del almacenamiento - Manual del instructor, Serie MATCOM (BIT), 1985.**

**MALCOLM HARPER, Comercialización de productos agropecuarios - Manual del instructor, Serie MATCOM (BIT), 1985.**

**R. BALDONI, L. GIARDINI, Coltivazioni erbacee (Patron Editore), 1986.**

**A. GRIMALDI, F. BONCIARELLI, F. LORENZETTI, Coltivazioni erbacce (Edizioni Agricole), 1983.**

**F. RIBAUDO, Prontuario di agricoltura per il geometra, il perito agrario e l'agrotecnico (Edizioni Agricole), 1989.**

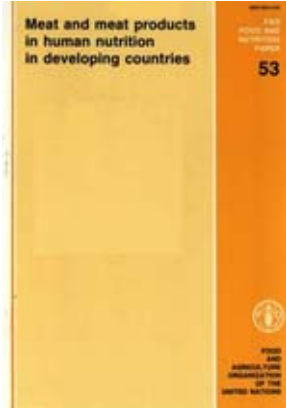
**G. TASSINARI, Manuale dell'Agronomo (REDA - Roma), 1980.**

---

[Table des matières](#) - [Précédente](#)

[Home](#) "" """"> [ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

---



# Meat and meat products in human nutrition in developing countries

---

by Arnold Bender

Commissioned jointly by the  
Animal Production and Health Division  
and the  
Food Policy and Nutrition Division of FAO

FAO  
FOOD AND NUTRITION PAPER 53  
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS  
Rome, 1992

**Copyright**



**Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is hereby granted without fee and without a formal request provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and full citation on the first page. Copyright for components of this work owned by others than FAO must be honoured. To copy otherwise, to republish, to post on servers, or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or fee.**

**Request permission to publish from:**

**The Chief Editor,  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla,  
00100 Rome, Italy,  
e-mail:[copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)**

---

## **Contents**

---

### **[Acknowledgments](#)**

## **Preface**

### **Chapter 1 - Meat production and quality**

**Meat and meat products**

**Production and consumption**

**Reduction of losses**

**Meat quality**

**Future strategies on livestock production**

### **Chapter 2 - Role of meat and meat products in human nutrition**

**Nutritional value of meat**

**Composition**

**Meat by-products**

**Cooking**

**Methods of processing and preservation of meat**

**Processed meat products**

**Methods of meat preservation without refrigeration**

**Recent developments in meat processing**

## **Chapter 3 - Meat and health**

**Meat consumption role of meat in the diets**

**Meat as a source of protein**

**Meat as a source of vitamins and minerals**

**Health concerns associated with the consumption of meat**

**Toxic compounds formed during processing and cooking**

**Other potential problems**

**Conclusion**

**References**

**Glossary**

**Tables (part I)**

**Tables (part II)**

**Tables (part III)**

## [Tables \(part IV\)](#)

[Home](#) > [ar](#).[cn](#).[de](#).[en](#).[es](#).[fr](#).[id](#).[it](#).[ph](#).[po](#).[ru](#).[sw](#)

---

# Acknowledgments

[Contents](#) - [Next](#)

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

**M-80**

**ISBN 92-5-103146-0**

**All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the copyright owner.**

**Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.**

**(c) FAO 1992**

---

## **Preface**

**The basis of a good diet - one adequate for growth, development and maintenance of health - is variety; a variety of foods can supply enough of the complete range of nutrients. Much of the malnutrition seen in the world is a result of relying too heavily on a single staple food.**

**Improvements in the diet depend on a knowledgeable selection of foods that complement one another in the nutrients that they supply. It is, however, difficult in many regions to obtain such variety. Meat can complement most diets, especially those dependent on a limited selection of plant foods.**

**Meat and meat products are concentrated sources of high quality protein and their**

**amino acid composition usually compensates for shortcomings in the staple food. They supply easily absorbed iron and assist the absorption of iron from other foods as well as zinc, and are rich sources of some of the vitamins in the B group. By providing such nutrients, meat consumption can alleviate common nutritional deficiencies.**

**The production of animals for meat can be integrated into the overall food system without competing directly with crops for human food; it enables utilization of land that is difficult to cultivate, and supplies valuable by-products as well as improving the fertility of the soil.**

**The appropriate utilization or expansion of existing sources of meat calls for coherent development of a complex system of production, processing and marketing, including aspects of finance and expertise for construction and operation of meat plants, and means of storage, meat preservation, transport and marketing.**

**In many regions in developing countries meat production is carried out with efficiency, and slaughter and processing are based on many of recent scientific developments. However, even in industrialized countries there is often considerable room for improvement. In other regions methods are less advanced, with poor control of sanitation, leading to considerable loss of products as well as to the risk of meat borne diseases. Improvements of techniques of slaughter and processing, especially in**

**hygiene, would result in greater yields and higher profits. These would also provide the incentive for increased production.**

**While it is highly efficient in industrialized countries to specialise in single purpose animals it is often more efficient in some areas to raise dual-purpose animals. There is also scope for increased yields and efficiency by developing indigenous species for meat production, species that even without genetic selection thrive under local climatic conditions and withstand local diseases. Overall there is a great potential in the developing world to increase the production of meat and meat products to the benefit of the health of the consumer.**

**FAO acknowledges the contribution by Prof. A E. Bender from the UK for writing and editing the book incorporating a manuscript prepared by Mr. Hamid Ahmad from Pakistan. The book is jointly commissioned by the Food and Nutrition Division and the Animal Production and Health Division of FAO and published as part of the FAO series Food and Nutrition Papers.**

**This publication has been jointly commissioned by the Food Policy and Nutrition Division and the Animal Production and Health Division. The book provides information on nutrition strategies with emphasis on developing countries, and it is intended as a source of information for livestock and meat technologists, nutritionists,**

**food scientists and dieticians concerned with the production, processing and consumption of meat for improving of the nutritional quality of the diet and health of the population.**

**Patrick Cunningham**

**Director**

**Animal Production and Health Division**

**John R. Lupien**

**Director**

**Food Policy and Nutrition Division**

---

## **Chapter 1 - Meat production and quality**

### **Meat and meat products**

#### **Livestock Products as Food**

**Current trends indicate that by the end of the century 80% of the world's population**



**will be living in the under-developed countries and a significant number of these will have large food deficits. An increased production of animal protein would make an important contribution towards filling this deficit (FAO 1984, FAO 1985, FAO 1990A).**

**On a world-wide basis cereals supply more than 50% of human requirements for energy and nearly 50% of the protein. Animal products, meat, milk, eggs and animal fats, supply 17% of the energy and 32% of the protein but there are vast regional differences between developed and under-developed countries. Table 1-1A shows world production 'of the various types of meat and illustrates these differences. In Oceania and North America, for example, the amounts of protein available per caput per day from meat are 31.5 and 38.3 g respectively, compared with 4.5 g in the developing countries of Africa and 4.8 g in the Far East (FAO Food Balance Sheets, 1990).**

**The amounts of protein and fat from meat available per caput per day are shown in Table 1-1B. The ranges indicate considerable differences even between countries classed together as developed or developing.**

**In most communities meat has long occupied a special place in the diet, for a variety of reasons including taste preference, prestige, tradition and availability, with the nutritional aspects being included more recently (Rogowski 1980).**

**While it is true that meat is not essential in the diet and many people thrive on diets derived largely or even entirely from plant foods (so long as the amounts and variety are sufficient) there are many diets that would be considerably improved by the inclusion of even small amounts of meat and meat products. This is because, compared with plant foods, they are concentrated sources of protein and a range of vitamins and mineral salts. As little as 25 g of meat will supply 45% of a child's daily need for protein and half the vitamin B12; the addition of 100 g of meat to the average Zambian diet would increase the protein by 50%, iron by 12%, niacin by 40% and energy by 25% (Jensen 1981). Apart from supplying additional protein the amino acids in that protein complement the cereal sources of protein by making good their relative deficiency of lysine (See Chapter 3). Moreover, compared with plant foods the iron in meat is well absorbed and meat promotes the absorption of iron from other foods.**

### **Types of Meat**

**Meat is the flesh and organs of animals and fowls. There are various legal definitions of meat in different countries designed to control the composition of products made with meat.**

**The flesh of cattle, pigs and sheep is distinguished from that of poultry by the term red**

**meat, while the flesh of poultry (chicken, turkey, duck, pigeon, guinea fowl) is termed white meat.**

**In addition to the common domestic animals a wide variety of wild animals are eaten - possum, deer, rabbit, moose, caribou, bear, polar bear, seals, walruses depending on availability and local custom, as well as horse, camel, buffalo, goat, dog and rodents. Meat from non-domesticated animals is sometimes termed game meat (de Janvry and Sadoulet 1986). Overall, as indicated in Table 1-1A, by far the greater part of meat supplies is from four sources but this may not be so in certain localities.**

**The relative importance of these various sources of meat in the diet varies from region to region and in different cultures; many that are rejected for various reasons in one culture are fully accepted in others. In the Indian sub-continent beef is socially and economically perceived as being second class compared with lamb, mutton and poultry, while the reverse is true in most industrialized countries; many western people abhor the thought of eating dog or horse meat which is relished elsewhere; the relative demand for organ meats compared with muscle meat varies in different regions.**

## **Production and consumption**

## Developing and Developed Countries

**Agricultural progress in most developing countries has mainly involved an increase in the production of staple crops and the introduction of industrial crops. New varieties, improved farming techniques, greater use of fertilisers, irrigation and chemical control of pests (a group of procedures collectively termed The Green Revolution) have resulted in considerable increases in production, sufficient, in the absence of climatic disasters, to meet domestic needs in many countries and even, in some instances, to provide a surplus for export.**

**On the other hand developments in livestock production have lagged far behind. Although there has been an increase over the years in the amount of meat available in developing countries the quantities are small. Between 1980 and 1990 world production of meat increased by 29%; 15.6% in developed countries and 56% in developing countries, but the latter was from a very low base. The daily per caput availability of protein from meat increased by 24% but this was an increase from only 4.9 g to 6.1 g in contrast these figures increased in developed countries by 8%, from 27.4 to 33.9 g per day (FAO Food Balance Sheets).**

**The mean annual output of milk and meat from cattle in the developing countries of Africa and the Far East is less than one tenth of that obtained in Europe (Blaxter 1975;**

**FAO 1990A). This is a result of traditional subsistence farming practices which provide minimum feeding and management levels to livestock. Animals in developing countries are prized mainly for their draught power (Table 1-2 and Ramaswamy, 1980) and manure world-wide some 250-300 million buffalo make a major contribution to the supply of energy; so far as food is concerned they are prized more for their milk than for their meat. Yet as per capita income rises in Third World countries the demand for meat products is rising faster than that for cereals and outpaces supplies.**

**The problems of meat production are complex and include multiple biological, economic and social factors. The practices of the small-holder system of livestock production need to be gradually developed so as to fit local conditions and meet increasing demands. Modern scientific practices developed in industrialized countries are rarely directly transferable to developing countries and, if they are to be transferred usually need to be adapted to local conditions.**

### **Promotion of Livestock Production**

**Three main reasons have been suggested for devoting scarce financial and technical assistance to livestock production in developing countries:**

**1. The possibility of moving into activities with higher added value per unit of product**

**marketed and into products with higher income elasticity of demand.**

**2. The possibility of increasing supplies of grain products and of diversification of marginal lands into the production of feed grain, oilseed crops and fodder crops as a result of the Green Revolution.**

**3. The perception of livestock as a means of increasing rural incomes and increasing rural on-farm and off-farm employment (APO 1976, Bachman and Paulino 1979, De Boer 1982).**

### **Animal versus Plant Production**

**Meat production from grazing animal calculated as energy or protein yield per hectare is very inefficient when compared with plant products. Yields, of course, vary enormously from one region to another and even from one farm to another in the same region but the figures in Table 1- 3 reveal the comparative inefficiency of animal production in those terms.**

**Animals are, moreover, poor converters of energy into foods for human consumption; if cereal grain is fed to livestock it requires on average 7 kcal input for every kcal generated - ranging from 16 for beef production to 3 kcal for broiler chickens. One**

**argument that has been put forward against industrial systems of meat production is the competition between animal feed and food for direct consumption by human beings. However, certain animals like ruminants are valuable as converters of inedible agricultural and industrial by-products such as bagasse, molasses, sugar cane rinds, beet pulp, cotton seed hulls, poultry manure and urea, into products of high nutritional value, and they can graze on marginal land that is otherwise of little use (FAO 1976, APO 1990).**

**This can be illustrated by the considerable production of milk in India largely using feed materials unsuitable for human food. It is estimated that in the hands of the smallholder some 60% of feed comes from farm by-products and 40% from natural vegetation (Groenwold and Crossing 1975). There have been several publications on this subject - "The Role of Animals in Meeting World Food Needs" (Rockefeller 1975), "The Contribution of Livestock on Small Farms. (FAO 1976), "The Potential for Livestock in Farm Diversification" (APO 1990) - but developments have been slow in most countries of the Third World.**

### **Increasing Demand for Meat Products in Developing Countries**

**Increasing populations and increased demand per capita together with moderately rapid to rapid income growth lead not only to an increased demand for staple foods**

**but also for preferred foods including, particularly, meat products (see income elasticities of demand Table 1-4). As a result meat consumption grew in the Third World between 1961-65 and 1973-77 at an average rate of 3.4%, and in the fast growth economies at more than 6% (Sarma and Young 1985). The expected average meat consumption by the year 2000 is 20 kg/head/year with a deficit in production of some 20-25 m tonnes. Meat consumption between countries varies from 4 kg per head per annum in low income groups to 35 kg in high income groups. In general there is a relation between income and the consumption of animal products but this does not always hold.**

**The growing demand for meat products that accompanies rising income has been paralleled by increasing interest in food quality, safety and nutritional aspects, which all give rise to appropriate legislation.**

**In some countries where economic growth has been rapid and sustained over a considerable period of time the contribution of the livestock subsector to agricultural gross domestic product has increased substantially. In Korea, for example, it increased from 5.4% of agricultural GDP in 1961 to 15.4% in 1973. In Taiwan (Chang 1981) it rose from 18% in the period 1952-57 to 29.5% in 1977. These figures can be viewed against an overall average increase of 1040% in developing countries and of 60% in the United States.**



**In most developing countries, however, the low level of meat supplies is due to the low return of resources devoted to animal production, which, in turn, depends on the low purchasing power of the vast majority of the population (FAO 1990A).**

### **Constraints on Meat Production**

**Other constraints on meat production include inadequate feeding and poor management of animals, to which must be added animal health problems, lack of skilled manpower, problems arising from land tenure, lack of financial resources, and poor rural infrastructure - roads, power, health care, marketing organisation.**

**There is a great deal of illegal or poorly supervised slaughter which means that regulations are not being enforced, and conditions are unhygienic. Disease, parasites and poor management of all aspects of meat production impede progress. It is estimated that world-wide per year up to 50 million head of cattle and buffaloes and 100 million sheep and goats die from disease and parasites - mostly in the Third World. Even greater losses of production are estimated to arise from ailing and unthrifty animals and from poor handling before slaughter. In many regions of developing countries animals trek to market, often with inadequate feed and water and under considerable stress which lead to losses of both of weight and quality of meat. In parts of Africa, for example, it is estimated that there is often a 30% loss of**

**weight and 10% mortality on the way to market.**

**In most areas animals are slaughtered on a simple slab, usually at night or in the early morning when the temperature is lower, and the meat is sold without refrigeration or further processing within a few hours.**

**The general disregard for grades and quality of meat both in buying and selling does not encourage investment to improve meat output. A more discerning market tends to develop with economic growth, and both producers and consumers would benefit by sale and purchase on grade and quality bases.**

### **Increased Production and Productivity**

**Increases in meat production can be encouraged by stable profitable outlets in connection with improved processing and handling facilities and consequently large-scale investment. Loan institutions are usually not geared to make loans to small farmers because the administrative costs of small loans are relatively high and so some 70-80% of small farmers in most developing countries do not have access to institutional credit.**

**Shortage of trained personnel is another constraint on livestock production; there is a**

**need for skilled producers, processors, distributors, extension advisers and technicians. Lack of qualified control personnel and veterinarians leads to enormous losses in quality and quantity of livestock products.**

**Lack of refrigeration and other preservation techniques results in considerable losses and can lead to public health problems. If animal production is to compete with crop production intended for direct consumption by human beings, then the efficiency of meat production and meat processing must be greatly increased (FAO 1990B). This is of particular importance for the supply of meat to growing populations.**

### **Increasing Yields**

**There are many and continuing developments in the western world that increase productivity of animals ranging from artificial insemination of animals with synchronized oestrus and embryo transfer to recombinant DNA technology intended to improve growth and feed conversion. These are far from practicable in most parts of the developing world and, instead, there would seem to be considerable potential in making better use of indigenous animals and more immediate gains from better handling before and during slaughter and from closer control of processing.**

**The resources necessary for livestock production include water, feed, land, labour,**

**capital and energy. Efficiency of output can be related to any of these and so what is perceived as efficiency will differ with the measure and local availability of these resources.**

**For example, it is common practice in intensive farming in the west to keep species separate and while this is efficient on managed pasture with a sward consisting of a few species of plants it may not be the most efficient method in developing regions since a mixture of types of animals can make better use of the wide variety of grazing species from grasses and legumes through creeping plants to tree-leaves.**

**One of the biological constraints on the production of animal products is poor food conversion efficiency by the animals, in particular meat-producing animals. Scientific progress has been made in industrialized countries in selective breeding for strains with high feed conversion efficiency that could be adapted to meet the needs of developing countries (Blaxter 1975, De Boer 1982).**

### **Age of Slaughter**

**One aspect of yield of meat is the age of slaughter in relation to maximum feed conversion efficiency, which applies to animals reared solely for meat. In the early stages when growth is rapid there is comparatively good return of meat for feed**

**consumed. This declines with increasing maturity and at a later stage the weight gain is largely fat - which may or may not be wanted by the consumer but is, in any case, an inefficient procedure.**

**Thus efficiency of production of livestock products can be improved by appropriate livestock management to capitalise liveweight gain potential of young animals, adequate assessment of marketing premiums for carcass characteristics, together with genetic selection and the use of multi-purpose animals.**

### **Multi Purpose Animals**

**While maximum feed conversion efficiency can be achieved by specialising in the production of one product such as milk, eggs or flesh, it may be more efficient overall, despite a small loss of efficiency of production of any one product, to use animals for more than one purpose such as milk and meat or eggs and flesh (multi-purpose animals). It has been shown that dual-purpose beef-milk animals are more energy efficient for the same mix of final products than specialist systems - 44% compared with 34% (Preston 1977).**

**The choice between specialist and multi-purpose animals will depend on the socioeconomic aspects of the whole process and, to some extent, on the demands of**

**the consumer. Slaughter of culled animals that have completed their life cycle as milk or egg producers results in tough meat typical of old animals, which may or may not suit the consumer. The extreme example comes from the Third World where draught animals are slaughtered when they cease to be economically useful for traction; however, tough meat is often acceptable locally where the meat is cut into small pieces and thoroughly cooked.**

### **Fuller Use of Animal Tissues**

**The profitability of livestock production can be increased by making fuller use of the available animal tissues (Table 1-5). This requires special attention to separation of the organ meats and to the preparation of by-products. There is often considerable loss of these food materials from spoilage which can be reduced only by greatly improved hygiene and handling. In large-scale processing units with long distribution chains this invariably demands refrigeration. The small-scale sector can manage to market these products through short distribution chains without refrigeration which in any case is not available in most of these premises.**

### **Unusual Species**

**There is potential in currently unexploited indigenous animals as sources of meat.**

**Wild animals supplement domestic meat supplies in many parts of the world and there would appear to be considerable potential in developing these animals as managed meat producers. They are already adapted to local environments and so have advantages over imported stock and they appear to be resistant to many diseases that affect domestic livestock. Developments of this kind have already taken place in many countries illustrating this potential e.g. the farming of red deer in Scotland, hybrid deer in New Zealand (Ainger 1991), bison and water buffalo in other areas. Giraffe, elephant, hippopotamus, antelope, rhinoceros and possum can be added to the list; game reserves could be exploited as managed sources of meat.**

**These indigenous species are unselected and so there is considerable potential in selective breeding for improved growth rates, adequate production per unit of land and improved carcass composition where this is necessary to satisfy the consumer. One comparison between buffaloes and cattle showed that the former gained more weight than the cattle - 0.7 kg per day compared with 0.5 kg - but the dressing-out weight of the carcass was 47% compared with 50% (FAO 1976). The considerable improvements that have been achieved by breeding plans (originally by traditional but more recently by scientifically-based methods) and, above all, by improved overall management in the well-known domestic species indicate the potential achievement if such methods were applied to indigenous species.**

**It is not possible to arrive at "average" performance of animals since there are such large variations and so much depends on management but comparisons can be made through the "normal" levels of performance. Table 1-6 indicates "normal" levels of performance of some of the commoner domesticated and less common species (Spedding and Hoxey 1975). These animals, of course, may have differing potentials for improvement through feeding, management and disease control.**

### **Inter Breeding**

**Some indigenous species will interbreed with conventional livestock and so provide important genetic reservoirs for maintaining and improving the quality of the stock.**

**Their use in meat production could also offer protection to some threatened or endangered species which might otherwise become extinct. Examples are species such as benteng in Indonesia, yak of Central Asia's high country and mithan of the border regions of India, Burma and Bangladesh.**

**Use is already being made of domestic bovine hybrids; the madura in Central Asia is a hybrid between benteng and cattle; domestic forms of at least two Asian pig species (the Indonesian wild boar and the Sulawesiwarty pig) are important husbandry animals. Other advantages of using unusual species are that some can subsist without**



**encroaching on the feed requirements of others since they eat different species of plants or different parts of the same species, and feed at different times of the day and at different heights from the ground.**

### **Buffalo as a Meat Source**

**In many countries - Italy, Egypt, Bulgaria, Australia, Venezuela - Buffalo has been developed as an animal resource to produce meat and has been shown to equal and surpass local cattle in growth, environmental tolerance, health and production of meat and calves. Popular misconception about the toughness of buffalo meat is largely due to its consumption after a life as a draught animal; however, when raised for meat and slaughtered at a young age the steaks are lean and appear to be as attractive as beef. Several trials have shown a preference for buffalo steaks over beef steaks; for example the demand for buffalo steaks in the northern territory of Australia exceeds supply and much of the meat in the Philippines is from buffalo. Another plus point is that buffalo meat is accepted by Hindus who forbid the slaughter of cows.**

**The buffalo is comfortable in a hot, humid environment, and is more resistant to ticks and other diseases. Raising buffalo not only as a draught animal but also as a meat producer could make a major contribution to meat supplies in many parts of the**

**world. It is already exported from India and Pakistan to Thailand, South-east Asia and the Middle East.**

**At the other end of the size scale is the rabbit, which has a high reproductive rate and yields a quick profit and is free from most social and religious taboos.**

### **Integration with Crop Production**

**A consideration of meat production solely in terms of its conversion ratio from crops is incomplete since the development of livestock calls for closer integration between animal and crop production. Livestock and crop activities complement each other at farm level; the crop sector supplies fodder for the livestock (Hudson 1976,**

**Jobling and Jobling 1983), and the livestock provide draught and traction power for crop production as well as manure, and make use of crop residues.**

**Supplies of fodder can be increased by cultivating varieties with higher yields, fodder can be produced in periods between major cash crops and crop production itself benefits from the application of manure.**

**Animals yield more than just meat - wool and hair, hides and pelts from the skins,**

**traction power needed for cartage, herding of the animals, irrigation, and transport of the crops, and they produce waste materials that can be used for fuel and biogas production as well as fertiliser (Table 1-7).**

## **Reduction of losses**

### **Slaughter**

**In many developing countries the slaughter of animals is traditionally carried out in unsuitable buildings by untrained staff with little attention to sanitary principles. Preslaughter handling is poor and sometimes leads to spread of infection during transportation and in overcrowded lairages, as well as to loss of weight. The condition of the animal can deteriorate within a few days between selection for slaughter and actual slaughter: fatigue and lack of food will deplete muscles of glycogen which may result in quality deficiencies of the meat after slaughter. While walking animals to market is apparently the cheapest method of transport the loss of weight and the mortality may make this method expensive.**

**Traditional methods of processing and marketing also militate against quality. Even in larger towns abattoirs that have been specifically designed to supply meat to the**

**expanding centres of urban population too often suffer from unsatisfactory hygiene. Sanitary regulations, where they do exist, may be disregarded and not enforced.**

**Some of the traditional slaughter operations, developed when they served a small local population, are carried out in the open, on a slab, hanging under a tree or from a fixture in a walled area. There are no cooling facilities and to counter tropical temperatures slaughter is sometimes carried out at night, when it is cooler and the meat transported and sold before mid-day.**

**In some areas in developing countries the retailer buys live animals from a livestock market or from farms and carries out the slaughter himself and carts the carcass to his retail outlet.**

**In smaller slaughterhouses this system has to be tolerated but supervision by veterinary authorities is essential. However, in larger operations slaughter should be carried out by a trained staff of abattoir workers in order to maintain the necessary standard of hygiene.**

**Care must be taken in slaughter and handling since, for example, improper and insufficient bleeding does not allow the necessary degree of acidity to develop in the meat and shortens shelf-life; improper dehiding of the carcass leads to heavy**

**contamination; improper evisceration through accidental opening of stomach and tripes spreads contamination; contact with unclean materials during transport adds to contamination.**

### **Refrigeration**

**The commonest method of prolonging the shelf life of meat is by cooling. Meat is first chilled after slaughter. It may be kept chilled if there is only a short period of time for distribution. For longer storage periods meat has to be frozen. The shelf life of all types of unpackaged meat held at chilling temperature, 0C to + 4C or even better -1C to +4C, is only between a few days and one to two weeks - depending on the cut of meat, temperature, bacterial load and relative humidity. The shelf life is much longer at freezing temperatures and depends on circumstances such as whether or not it is packaged, type of packaging temperature, etc. Table 1-8 gives some indication of safe storage times at different freezing temperatures; under optimal conditions shelf life can be even longer than indicated.**

**Most processed meat products also need to be kept refrigerated from the time of processing until their consumption.**

**However, the provision of refrigeration presents one of the biggest problems in many**

**areas of developing countries since supplies of electricity are often inadequate. If meat has to be stored then greater use must be made of other methods of preservation.**

### **Traditional Methods of Meat Preservation**

**Traditionally foods have been preserved by salting, drying and smoking, methods that have been improved by modern technology.**

**The simplest and most commonly used method is drying in the open air under the influence of wind and sun. Under favourable climatic conditions a product of good quality can be obtained but otherwise losses from spoilage, infestation and contamination can be excessive; and meat is susceptible to natural predators.**

**Artificial drying plants which are used in advanced meat processing are energycapital- and technology-intensive, and require skilled labour. They are not suitable for the needs of small-scale producers in developing countries who manufacture small quantities for short periods throughout the year.**

**An alternative is the type of fuelled mechanical dryer used in humid tropical regions to dry export commodities such as cocoa, coffee and copra. They use wood or charcoal as fuel so their use is restricted to areas where there are abundant supplies of wood.**

**In other areas the most suitable solution may be to improve existing sun-dry methods or to introduce solar drying, a method by which sun drying is enhanced. The process is best carried out in an enclosed structure so the product is protected from rain, dust, insects and predators and reduces the risk of deterioration of quality and spoilage both during the drying process and during subsequent storage (FAO 1990c).**

**There are many traditional dried meat products in various regions around the world pastrami in Turkey, Egypt and Armenia, charque in South America, kilishi in Nigeria and West Africa, qwanta in Ethiopia and East Africa, biltong in South Africa. Local requirements, tastes and facilities will obviously influence decisions as to whether dried meat is acceptable and also the most useful process.**

---

[Contents](#) - [Next](#)

[Home](#) "" """"""> [ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

---

## **Meat quality**

[Contents](#) -  [Previous](#) - [Next](#)

**There are two major aspects of meat quality, nutritional quality which is objective and "eating" quality as perceived by the consumer - flavour, juiciness, tenderness and colour - which is highly subjective.**

**There are considerable differences between the preferences of individuals including preferences for different cuts of meat, lean or fatty, muscle or organ meats, methods of cooking, etc.**

**In the industrialised countries the demand for what is perceived as eating quality and also the demand for particular qualities for a range of products from the meat processing industry dictate the breed, feed and management of the animals with intensive rearing and specially formulated dietary supplements and a tendency to slaughter earlier.**

**On the other hand the demand in most developing regions of the world is for more animal products of almost any kind. The animals live under variable conditions often of rough grazing and grow more slowly, yielding older animals for slaughter; when animals are primarily used for draught they are very old at the time of slaughter. Old animals yield meat that is less juicy and of a quality that differs considerably from that demanded in the industrialised countries.**



## Post-Mortem Changes

**The post-mortem changes that take place when muscle is converted into meat have a marked effect on the quality of the meat.**

**After slaughter the glycogen in the muscle is converted into lactic acid causing a fall in pH from an initial value of pH 6.8 - 7.3 to about 5.4 - 5.8 at rigor mortis. If animals are stressed immediately prior to slaughter as when they are roughly handled or fight one another the muscle glycogen is released into the blood stream and, after slaughter, is rapidly broken down to lactic acid while the carcass is still warm. This high level of acidity causes a partial breakdown of muscle structure which results in pale, soft and exudative meat (termed PSE) - a condition mostly occurring in pigs. The meat loses some of its water-binding capacity which is so important in certain types of meat processing.**

**Long-term stress before slaughter or starvation uses up the glycogen so that less lactic acid is formed after slaughter resulting in an abnormal muscle condition in which it remains dark purplish-red on exposure to air instead of a bright red colour. This is termed dark, firm and dry (DFD) in the case of pigs and "dark cutting" in beef. The condition is rarer in lambs. Such meat and products made with it have a pH above 6.0 and spoil quickly since the low acidity favours rapid bacterial growth.**

**PSE and DFD meat are perfectly safe to eat but limited in their processing capacity. PSE meat has higher drip and cooking losses due to the reduced water-binding capacity (WBC). As well as the pale colour the meat has less flavour than usual.**

**DFD meat has normal or increased WBC and so is suitable for scalded/boiled sausages and other cooked products but it has poor meat flavour. While there is no remedy for these defects in the meat, DFD and PSE meats can be blended with normal meat for the preparation of products of good quality.**

**After slaughter as the glycogen in the tissues is exhausted rigor mortis sets in and the whole carcass become stiff. This is due to the contraction of the muscle fibres when the actin filaments of the muscle fibres slide inwards between the myosin filaments so shortening the myofibrils.**

**If the meat is cooked when the muscles are still in rigor it is extremely tough. This condition is prevented by "aging" or "ripening" after slaughter which is achieved by storing the meat until the muscles gradually recover their extensibility and become more tender through partial enzymatic breakdown of the muscles fibres. At this stage rigor mortis is said to be resolved.**

**Rigor is completed in cattle after 12-24 hours and is resolved by periods that depend**

**on the temperature:- 10-13 days at 0C, 4-5 days at 10C, 30-40 hours at 20C and 10-11 hours at 30C The process is twice as fast in pork as beef or lamb: it is faster in young animals and slower in "red muscles. that function slowly and continuously in the living animal. "Aging" also leads to improvement of flavour.**

**Obviously if meat has to be sold within a few hours of slaughter it is still in pre-rigor or rigor, and the tough meat has to be cooked longer with some loss of nutrients.**

**If lamb, and to a lesser extent beef, are chilled too rapidly after slaughter the muscles may undergo extreme contraction or "cold shortening" which results in very tough meat when cooked. Pork is almost unaffected in this way. Cold shortening does not take place when the carcass is cooled more slowly - the temperature must not fall below 10C before the onset of the rigor. To achieve this the carcass is kept at ambient temperature for some hours to accelerate rigor and then rapidly chilled or frozen - a process called "conditioning".**

**Old animals, especially old draught animals, have a high content of tough connective tissue in the muscle and prolonged cooking at a low temperature is needed to soften the meat by hydrolysis of the connective tissue - a fact not always known to consumers.**

**So it is clear that in many areas conditions militate against good quality meat long transport of animals and poor lairage facilities prior to slaughter reduce the glycogen in the muscles , poor hygiene, high ambient temperature and lack of refrigeration during and after slaughter lead to heavy contamination and growth of microorganisms and considerable losses from spoilage together with dangers of food poisoning. All this can be aggravated by inadequate care of the meat during transport and in the market.**

**Obviously there is room for improvement in conditions of meat production even for purely local consumption to reduce losses and improve efficiency but if shipment of meat to distant parts is to be considered then it is essential to adopt the sophisticated techniques and methods of refrigeration that are now expected in national and international trade.**

### **Control of Hygiene and Safety**

**The safety of meat calls for control throughout the food chain from the farm of origin, and inspection before and after slaughter, to the handling and storage of meat and the products until the time it is consumed. The responsibility for the production of safe and wholesome meat is shared by the industry and the controlling authority. This requires a controlling authority that is adequately resourced and has the legal power to enforce the requirements and which should be independent of the management of**

**the establishment where the meat is produced.**

**The Codex Alimentarius Commission has elaborated (besides meat inspection Codes) the Recommended International Code of Hygiene Practice for Fresh Meat (CAC/RCP 111976) and the Recommended International Code of Hygienic Practice for Poultry Processing (CAC/RCP 14-1976) which describe the minimum requirements of hygiene for meat and poultry production.**

**The application of these Codes can be an important step towards the targets:**

- a) that the food will not cause infection or intoxication when properly prepared;**
- b) does not contain residues (of pesticides, veterinary drugs and heavy metals) in excess of established limits;**
- c) is free from disease;**
- d) free from obvious contamination;**
- e) free from defects generally recognised as objectionable;**

**f) has been produced under adequate hygienic control;**

**g) fulfils the expectation of the consumer in regard to composition.**

**The Codex Alimentarius Commission Guidelines include advice on the construction of abattoirs and the facilities required; control of pests, quality of water for cleaning and disinfection; rules of meat inspection and hygienic practices (including supervision by a veterinary inspector).**

**The Code of Hygienic Practice for Fresh Meat is currently under revision to include a more systematic approach to sanitation and process control, namely Hazard Analysis Critical Control Points (see next section).**

**The growing demand for meat, both per capita and due to growing populations, will increase pressure on slaughter-houses. There is obviously a vast gap between the state of the art in industrialized communities and traditional method in some of the more remote areas of the Third World. Custom-built abattoirs which allow separation of the various stages of the process to prevent cross- contamination and sophisticated techniques of quality control are far removed from slaughter under conditions where energy for refrigeration and adequate supplies of hot (potable-quality) water for cleaning purposes are not available.**

**Such desirable facilities might be made available in densely populated areas where a regular throughput justifies capital expenditure but it is obvious that these standards must be regarded as long-term objectives in remote areas where slaughter and meat production follow tradition rather than scientific principles.**

**Indeed, the guidelines concede that traditional practices may permit departure from some of the requirements laid down when fresh meat is produced for local trade.**

**The Codex Commission recognised that small or relatively isolated abattoirs did not warrant the full-time presence of a veterinary inspector if a veterinary assistant is available for meat inspection. But it was also recommended that meat hygiene in general should be under the control of a veterinary inspector.**

**As regards the Code of Practice for small manufacturers the Commission suggested that this should be left to the discretion of the authorities in each country.**

### **Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)**

**As is emphasized elsewhere in this publication an important priority in meat production is to minimise contamination with enteropathogenic organisms during slaughter, dressing and subsequent handling of meat.**

**A recent development to achieve and ensure safety in food production in general is a systematic approach based on an assessment of the various risks associated with each step of the process. The object is to identify the relative seriousness of risk - Hazard Analysis Critical Control Points.**

**Critical Control Points are any procedures or locations where control can be exercised over factors that, if controlled, prevent or minimise hazard.**

**With regard to meat production the HACCP concept systematically identifies potential hazards in the entire chain from animal production to consumption and ranks them according to severity and likely frequency. This covers facilities, equipment and operation and is intended to augment and refine the various codes of manufacturing practice undertaken by industry.**

**The procedure is intended to enable management to take preventive measures rather than depend on intensive testing of the end-products.**

## **Future strategies on livestock production**

**It is obvious if livestock production is to be expanded to meet demand and to export that financial arrangements, the use of on-farm resources, production in-puts,**



**veterinary and health services, marketing facilities and resources for research will all need to be improved and expanded. Programmes will need to be suited to local conditions. So far as ruminants are concerned large-scale expansion depends on the availability of land.**

**In contrast with the developed world much of the meat production in the developing countries is in the hands of small-holders with herds of 2-5 animals, with low productivity and it is improvement in their productivity that will help to fulfil most of the demand rather than the development of large-scale production. It is the opportunistic strategy of resourcepoor farmers to give the animals better feed only when at good milk-yielding age or to increase their strength as draught animals at certain periods of the year. It is then that they tend to compete more directly for food with human beings. Increasing the productivity of each animal is the most efficient way of producing more meat products - doubling the yield (of milk or meat) per animal requires less feed than doubling the number of animals.**

**A large number of technical policies must be defined in order to establish appropriate livestock development programmes. These involve subjects such as breeding, pasture development, use of non-conventional animals, veterinary programmes, improved farming systems, transport and economic policies including financial production incentives and marketing structure.**

## **Chapter 2 - Role of meat and meat products in human nutrition**

### **Nutritional value of meat**

**Meat, and other animal foods such as milk, can make a valuable contribution to the diets in developing countries. It has less nutritional importance in industrialised countries where a wide variety of foods of all kinds is available.**

**Many diets in developing countries are based on cereals or root crops and are relatively bulky, especially where fats are in short supply, and this can limit the total energy intake. This is especially true of infants after weaning and young children.**

**The importance of meat in the diet is as a concentrated source of protein which is not only of high biological value but its amino acid composition complements that of cereal and other vegetable proteins. It is also a good source of iron and zinc and several B vitamins, and liver is a very rich source of vitamin A.**

## **Composition**

**The animal carcass consists of muscle, connective tissue, fat and bone and some 75% water in proportions depending on species, breed, size, age, etc. The muscle (lean meat) is relatively constant in composition in a given species (Table 2-1). The greatest variable in the carcass is the amount of fat, which can range from 2% in some free-living animals to 1540% in domesticated animals intensively reared.**

**Since the major source of variation in meat composition is the proportion of lean to fat it is useful to consider the composition of lean and fat separately and then to calculate the nutrient composition of the product from the proportions of the two. (Table 2-2).**

**With the variations between individual animals of the same species under the same management, together with different managements and errors arising from differing sampling and analytical techniques, there are many and considerable differences in the composition of meat as reported in the scientific literature; table 2-3 provides reasonable average or typical values (see also Table 2-12).**

**It will be noted that the lean meat of various species has similar values for macronutrients and inorganic constituents. The same is true of the vitamins with the**

**exception of pork which has very high levels of thiamin.**

**Although lean meat has a high water content, about 75%, it is a good source of protein - 20% on a wet-weight basis compared with 8-12% in cereals.**

### **Influence of Diet**

**The limited effect of diet on the nutrient composition of lean meat is illustrated in a trial in which the composition of intensively-reared beef (fed barley and protein supplements with grazing ad lib) was compared with extensively-reared (grazing alone) as two extremes of husbandry practice (Harries et al 1968). Analysis of the same muscles from animals on the two systems showed no significant differences in their content of protein, fat, iron, thiamin, riboflavin and niacin. There were greater differences between animals fed on the same system on different farms than between different feeding systems, showing that management practices had the greater effect.**

**With the exception of vitamin A stored in the liver, diet has little effect on vitamin content, but it has been shown that the addition of thiamin to the diet of pigs can double or treble the amount of thiamin in various muscles (Pence 1945).**

### **Influence of Age at Slaughter**

**As animals grow the proportions of total nitrogen and fat, and also the amounts of iron, increase as the animals approach maturity, and more slowly after that.**

**At the same time the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids (P/S ratio - see Chapter 3) falls. Collagen (connective tissue) becomes less soluble and less digestible so animals that are poorly fed and so take several years to reach a useful size, provide meat of lower eating quality. Animals killed after a lifetime of work provide even tougher meat. Older animals have a high proportion of water-soluble extractives in the muscle and animals reared on poor pasture, and which are therefore relatively old by the time they reach a size suitable for slaughter, have long been used for the preparation of meat extract.**

### **Protein**

**The protein of typical mammalian muscle after rigor mortis but before post-mortem degradative changes contains about 19% protein: 11.5% is structural protein - actin and myosin (myofibrillar), 5.5% soluble sarcoplasmic protein in the muscle juice, 2% connective tissue (collagen and elastin) encasing the structural protein and about 2.5% fat dispersed among the protein fibres (Table 2-1).**

**Myoglobin is present in relatively large quantities in heart muscle because of heavy**

**oxygen demand: (the highest amount of myoglobin in mammals is found in the whale to permit prolonged submersion under water).**

**Collagen differs from most other proteins in containing the amino acids, hydroxylysine and hydroxyproline and no cysteine or tryptophan. Elastin, also present in connective tissue, has less hydroxylysine and hydroxyproline. Hence cuts of meat that are richer in connective tissue have lower protein quality (see Chapter 3). Their content of connective tissue makes them tough and in many regions these cuts of meat bring a lower price. The amino acid composition is given in table 24.**

**Immediately after rigor mortis there is almost 2.5% carbohydrate present - lactic acid, glucose and derivatives.**

**As distinct from the average of the whole animal carcass the composition of meat as cut for consumption shows some variation depending on the cut (table 2-5). The types of cut often differ in different regions.**

**In addition there will be further differences in the amount of water and fat lost in different methods of cooking.**

## **Lipids**

## **Lipids (fats) are found at three sites in the body.**

**1) The largest amount by far is in the storage deposits under the skin and around the organs. This constitutes the obvious, visible fat in a piece of meat and can be as much as 40-50% of the total weight in fatty meat or fatty bacon. This adipose tissue is composed largely of triglycerides contained in proteinaceous cells with relative little water.**

**Clearly this visible fat can be trimmed off the meat during processing, before cooking or at the table - a growing practice in the western world. (See Chap. 3).**

**2) Small streaks of fat are visible between the bundles of muscle fibres, intermuscular fat, i.e. in the lean part of the meat; this is known as "marbling" and can amount to 4-8% of the weight of lean meat.**

**3) There are small amounts of fat within the muscle structure - intra muscular or structural fats - in amounts varying with the tissue. This can be 1-3% of the wet weight of muscle and 5-7% of the weight of the liver.**

**Structural fats are largely phospholipids and include long chain fatty acids. Fatty acids are of three types. (1) Saturated fatty acids in which all the carbon atoms in the chain**

**carry their full quota of two hydrogen atoms and the carbons are linked by a single bond; (2) mono-unsaturated fatty acids (MUFA) in which one hydrogen is missing from each of two adjacent carbon atoms which are therefore linked by a double bond; and (3) polyunsaturated (PUFA) in which two or more pairs of hydrogen atoms are missing and there are several double bonds in the carbon chain (Table 2-6).**

**The physiological significance of these fatty acids in the human diet is discussed in Chapter 3. Species, breed, sex, age, and environment influence the amount as well as the degree of unsaturation of the fat (mainly the ratio between unsaturated oleic acid and the saturated palmitic and stearic acids).**

**Animals living in woodlands in Uganda and Tanzania (eland, hartebeest, giraffe, buffalo, warthog) and also free-range cattle have only about 2% of lipid in the muscle, of which about 30% is PUFA. Those grazing on grassland have about 3% lipids in the muscle of which about 15% is PUFA.**

**In contrast lean domesticated cattle (fed on supplemented diets) have about 5% lipids of which only 8% is PUFA, and intensively-reared fatstock have 15-30% lipids Table 2-8 (Crawford 1975).**

**The cholesterol content of meat is compared with that of some other foods in Table 2-**



## **7.**

### **Vitamins**

**The body content of most vitamins is largely independent of diet. Apart from the thiamin effect on pig meat mentioned above, the exception is vitamin A which is stored in the liver in amounts depending on intake, with small amounts present in the kidney - these are the only tissues to contain significant amounts of this vitamin (there are traces, 10- 60 ug/100 g, in muscle). Under free range conditions of grazing there is a very high intake of carotene (pro-vitamin A) which is mostly converted into retinol (vitamin A). Tables 2-2 and 2-9 list the typical vitamin content of raw meat and offals.**

**Pig meat is very rich in thiamin compared with all other animals, nine times as much, but has the same content of riboflavin as others.**

**Liver is by far the richest of animal tissues in all the vitamins, and includes unchanged carotene as well as being the only tissue to contain more than a trace of vitamin D.**

### **Minerals (Tables 2-2,2-3 and 2-9)**

**Meat and offals contain a wide variety of mineral salts. The contents of iron, zinc and**

**copper vary considerably in different species, liver being by far the richest source of these minerals compared with muscle tissue.**

**High levels of minerals in the feed do not necessarily increase the level of that mineral in the flesh and there is a complex inter-relation between minerals. For example, the molybdenum content of sheep meat increases with dietary molybdenum only when dietary sulphate levels are low. Dietary molybdenum inhibits the accumulation of copper which is partly off-set by increased manganese. Liver copper decreases and molybdenum increases with increasing amounts of molybdenum. Other inter-relations between minerals include calcium and zinc (Byerly 1975).**

**Copper is used in some feeding systems for pigs as a growth stimulant and can result in levels of several hundred parts per million of copper in the liver.**

**When pasture is deficient in minerals, especially phosphorus and cobalt, the amounts in the muscle are reduced.**

## **Meat by-products**

**The amount of carcass meat obtained from animals varies with the type of animal only about one third of the total weight of cattle and lambs and half of the pig (Table 2-**

**10A).**

**The other parts of the animal - liver, heart, brains pancreas (gut sweetbread) thymus (chest sweetbread), tripe, feet (trotters), tail, testes (fries), intestines (chitterlings), cheek meat and head meat and fat (tallow, lard, suet) - are collectively called offal, variety meats, side meats or organ meats in various countries (Table 2-10B). With regard to poultry, the term giblets means liver (with gall bladder removed), heart and gizzard and any other material considered as edible by the consuming country. Not all parts are eaten depending on consumer acceptance, religion and tradition as well as regulations imposed for reasons of hygiene.**

**Intestines are used as containers for sausages of the different types, blood may be used in sausages, pork skins may be eaten or used as a source of gelatin. In addition, some inedible by-products such as bonemeal can be used as a mineral supplement in animal feed and there are other inedible by-products of economic value such as hides and horns.**

**Nutritional Value**

**The nutrient content of offals is given in Table 2-9. In general they are richer than lean meat in iron, copper and certain B vitamins, with liver being a particularly rich source**

**of vitamins A, B1, B2, B6, B12, niacin and pantothenate and even some vitamin C.**

**Kidney is a rich source of B1, B2 and B12: pancreas is a good source of B1, B2, C and pantothenate.**

**The vitamin C in lungs, spleen and thymus is usually present in sufficient quantity to allow some to survive cooking.**

**Other organ meats compare well with lean meat as sources of the vitamins, and all meat products are good sources of zinc and of iron, liver, lungs and spleen being especially rich in iron (Anderson 1988).**

**Ears and feet have a high protein content but much of this is collagen and so of poor nutritional value, although when consumed this has no significant effect on the quality of the protein of the diet as a whole.**

## **Cooking**

**Meat as purchased may include bone, outer layers of fat, gristle and tendons which are removed to differing extents before cooking, so that the composition of meat "on the plate" can vary enormously.**

**Meat and meat products are considered cooked when the centre of the product is maintained at a temperature of 65-70C for 10 minutes since the proteins will then be coagulated and the meat tenderised by partial hydrolysis of the collagen. The vegetative form of bacteria, but not spores, will have been destroyed (thermoreistant spores can survive heating above 100C). The completion of the cooking process is generally indicated by a change of colour from red to brown (red to pink in cured products) and flavours are developed.**

**Denaturation of red myoglobin and conversion to brown myohaemochromogen starts at 40C and is almost complete at 80-85C (Lawrie 1991). Cooked flavour results from a number of reactions including changes in lipids, carbohydrate and protein, with heat breakdown of peptides and amino acids and reactions between proteins and carbohydrates.**

**Meat from older animals richer in connective tissue requires longer cooking at 50-60C - a temperature at which collagen can be hydrolysed. If heated for long periods at temperatures above 80C amino acids begin to decompose with the production of unpleasant flavours. (Hydrolysis of collagen is rapid during the canning process when high temperatures are employed for only a short time).**

**In comminuted meat products, such as sausages, the particles of meat become bound**

**together during cooking through coagulation of extracted proteins. In products that contain pastry this has to be cooked at the same time as the meat.**

**Water is lost during cooking, the amount depending on time, temperature, method of cooking, size of sample, heat penetration and composition leading to an increase in concentration of the fat and protein. Table 2-11 shows the changes in composition and indicates changes in fat content which depend on the method of cooking.**

**There is a loss of water-soluble vitamins, minerals and protein in the juices but this is a small proportion of the total present and, moreover, in most cooking procedures the juices are usually consumed with the meat.**

**With so many factors that can influence changes on cooking literature data are rarely comparable - unless the work has been carried out in the same laboratory - and cannot be expected to do more than indicate the general effects.**

**The Massachusetts Data Bank has tabulated the average amounts of nutrients in meats of various types and the large coefficients of variation illustrate the impossibility of attempting to provide precise figures (table 2-12).**

### **Effect on Fat**

**Even in deep frying there is a loss of fat since lean muscle does not absorb the cooking fat. As an example from one set of food composition tables, raw rump steak containing 18.9% protein and 13.5% fat has a total of 32.4% dry matter (ignoring minerals). Expressed as a proportion of dry matter this is 58.3% protein and 41.6% fat.**

**When grilled, i.e. cooked by radiant heat with added fat the loss of water and fat reduces the total fat to 30.7% of the dry matter while the protein increases proportionately 693%.**

**When fried the loss of water is greater than in grilling but the loss of fat is less so that the proportion of protein becomes 66.2% and the fat 33.7% of the dry matter.**

**Table 2-13 illustrates data for chicken and also shows the differences between dark and light meat and the effect of including the skin in the analysis.**

**Boiling of chicken causes a greater loss of water than roasting but no loss of fat so that as a proportion of dry matter, fat is highest in the boiled product.**

### **Effect on Protein**

**Proteins can be damaged from the nutritional point of view when part of an essential**

**amino acid is rendered unavailable. This involves first lysine at temperatures around 100C; then cystine and methionine at temperatures around 120C, and other amino acids after prolonged heating (Bender 1978).**

**At the rather low temperature needed to cook meat there is little loss of available lysine and no loss of methionine and cystine. For example no change in protein quality was found after roasting in an open pan at 163C when the internal temperature did not rise above 80C; or when the meat was browned in an oven for 30 min. then sterilised in a can (Mayfield and Hedrick 1949, Rice 1978).**

**When meat is roasted the outer part reaches a high temperature and turns brown because of a reaction between the lysine and reducing substances present (Maillard or browning reaction) which produces the desired roast flavour. However, since the roasted part is only a small fraction of the total piece of meat and the internal temperature does not exceed about 80C there is no measurable change in the quality of the protein as a whole.**

## **Effect on Vitamins**

### **Thiamin**



**One of the most sensitive vitamins is thiamin; it is both water-soluble and heat-labile. It is also damaged by oxygen and at neutral and alkaline pH. It is very susceptible to destruction by sulphur dioxide and sulphites which are used in some countries to preserve comminuted meat products. There is also some destruction during treatment with ionising irradiation but this can be reduced by irradiating in the frozen state. Table 2-14 shows some figures for losses of thiamin.**

**The juices exuded from meat during cooking include part of all the water-soluble constituents, including mineral salts, proteins and vitamins but except for the heat-labile thiamin these are recovered in the juices consumed with the meat, unless they have been damaged by excessive heat.**

**In a general review of the subject (Karmas and Harris 1988) losses of thiamin are given as 15-40% on boiling, 40-50% on frying, 30-60% on roasting and 50-70% on canning. All figures listed for cooking losses of vitamins must be regarded as rough average values since they will depend on time and temperature and conditions of cooking, the particular product, the size of the pieces of meat and thus heat penetration, to which must be added errors due to sampling and the considerable errors that are unavoidable in vitamin determination. Literature figures can be used only for guidance and if more accurate figures are required they must be determined on the product in question subjected to the specific process - and even then are subject to the problems**

## **of analysis.**

### **Riboflavin and Niacin**

**Cooking losses of riboflavin (Table 2-14) average around 10%. Riboflavin is relatively stable to most cooking practices (excluding the high temperature of roasting) and to canning and dehydration. It is damaged by sun-drying and under any alkaline conditions; dry-curing and smoking lead to about 40% loss, wet curing to about 10% loss.**

**Niacin is stable to heat, light, oxygen, acids and alkalies and also to irradiation but can, of course, be leached from the food; losses average about 10%.**

### **Other B Vitamins**

**There is less reliable information about other B vitamins but some reported figures are presented in Table 2-15. On average about one third of the vitamin B6 and pantothenate are lost in cooking.**

---

**[Contents](#) -  [Previous](#) - [Next](#)**