FRANÇOIS SIGAUT

LES RÉSERVES DE GRAINS A LONG TERME

techniques de conservation et fonctions sociales dans l'histoire

EDITIONS DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITE DE LILLE III

Le stockage des grains dans des fosses souterraines a été pendant des millénaires le mode de conservation le plus répandu pour des volumes importants de céréales et à long terme. L'étonnement, voire l'incrédulité, que suscite pareil procédé chez les Européens d'aujourd'hui, n'est pas un fait nouveau. On le trouve déjà chez Olivier de Serres. Mais c'est à partir de 1819 que les agronomes européens - français surtout - découvrent pour de bon les fosses à grain de Hongrie, d'Italie et d'Espagne. Et c'est à cette époque que le terme qui les désigne en Castillan, *silo*, passe dans le vocabulaire technique international.

A l'exemple des agronomes du siècle dernier, c'est à redécouvrir les *silos* souterrains qu'est invité le lecteur, et à travers eux, à découvrir l'importance des techniques de conservation des grains dans l'histoire. Le stockage des grains, chose simple et banale en apparence, est une fonction vitale dans de nombreuses sociétés. D'où sa valeur d'outil analytique pour mieux comprendre leurs structures et leur fonctionnement. Si le lecteur en est convaincu, le but de cette compilation aura été atteint.

François SIGAUT, *Les réserves de grains à long terme. Techniques de conservation et fonctions sociales dans l'histoire.* Paris-Lille, Éd. de la Maison des sciences de l'homme–Publications de l'Université de Lille III, 1978, 202 p., index, bibl., tabl., graph., ill. (Travaux et documents).

études rurales
N° 76 oct.-déc. 1979
JUSTIFICATIF

L'auteur, par son travail passionnant et utile, réussit à démystifier un certain nombre d'idées reçues en matière de conservation des grains, s'appuyant sur des pratiques diverses dans le temps et l'espace. De nombreuses études de cas, aussi fouillées que possible compte tenu du nombre de pages du volume, nous font découvrir de nouveaux horizons : contrairement à l'opinion répandue, ce n'est pas le procédé d'aération régulière, mais celui de l'ensilage en atmosphère confinée (en silos hermétiques) qui a dominé depuis le néolithique l'histoire de la conservation des grains. La masse vivante des grains constitue un véritable écosystème réagissant aux différences de conditions ambiantes. Des êtres vivants lui sont associés (insectes, moisissures, levures, bactéries...), qui ont leurs exigences propres. D'autres facteurs interviennent également : différence de comportement au stockage selon les espèces et variétés cultivées, conditions de récolte et de traitement, conditions physiques et techniques du stockage, recherche de la qualité du grain conservé. Il ne convient donc pas de parler tout simplement de bonnes ou de mauvaises techniques de conservation. Selon l'auteur, la seule approche possible est historique et comparative, « même en ce qui concerne les problèmes qui se posent aux sociétés actuelles » (p. 5). Une riche bibliographie mondiale de 40 pages accompagne l'étude.

G. W.

Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie
Vol. 28, Jahr. 1980.

SIGAUT, Francois: Les Réserves de Grains à long terme. Technique de conservation et fonctions sociales dans l'histoire (Editions de la Maison des Sciences de l'homme. Travaux et documents. Publications de l'Université de Lille III), Lille 1978, 203 S.

Die Lagerung von Getreide in unterirdischen Gruben war seit Jahrtausenden eines der verbreitetsten Verfahren zur langfristigen Getreidekonservierung in großen Mengen. Um so größer war das Erstaunen und die Ungläubigkeit moderner europäischer Agronomen, als sie zu Beginn des 19. Jahrhunderts diese Technik nicht nur in Ungarn, Spanien und Frankreich wiederentdeckten, sondern auch ihren Wert erkannten. Gleichzeitig verbreitete sich der kastilische Begriff silo als international üblicher terminus technicus.

Die weit verstreuten Informationen über dieses nur scheinbar banale Problem zusammenzutragen, die geographische Verbreitung dieser uralten Technik zu untersuchen, ihre technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Probleme sowie ihre sozialen Implikationen in einem jeweils knappen Überblick anzusprechen, ist Ziel des vorliegenden Bandes. Er soll damit zugleich einen Anstoß für interdisziplinäre Forschung geben. Der Band basiert auf einem bislang unveröffentlichten Tagungsbericht und enthält neben dem Textteil eine umfangreiche Dokumentation einschlägiger Texte, Karten und technischer Zeichnungen sowie eine ausführliche Bibliographie.

Wenn auch die Zahl der offenen Fragen, die sich aus dieser Zusammenstellung herauskristallisieren, ebenso groß ist wie die gegenwärtigen Kenntnisse, so wird deutlich, welche Bedeutung dieses scheinbar nur technische Problem für agrarische Gesellschaften besaß, nicht zuletzt auch für ihre Sozialverfassung. Wenn auch der Verf. weit davon entfernt ist, einen direkten Zusammenhang zwischen einer bestimmten agrarischen Technik und einer bestimmten Sozialordnung anzunehmen, so fragt er am Beispiel der für vorindustrielle Gesellschaften zentralen Frage der Getreideversorgungspolitik nach dem möglichen Einfluß der unterschiedlichen Vorratspolitik auf das Verhältnis verschiedener sozialer und politischer Machtgruppen zueinander. Solchen Fragen weiter nachzugehen, könnte eine Bereicherung für eine Geschichte der materiellen Zivilisation bedeuten.

Erlangen

Hans-Ulrich Thamer

Travaux et documents

EDITIONS DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME
PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITE DE LILLE III

LES RESERVES DE GRAINS A LONG TERME

Techniques de conservation et fonctions sociales dans l'histoire

François Sigaut

EDITIONS DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME
PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITE DE LILLE III

975 (1ère mention) = janvier 77

Copyright 1978 Editions de la Maison des sciences de l'homme
et Publications de l'université de Lille III

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés,
y compris la photographie et les microfilms, réservés pour tous pays.

ISBN 2-901725-03-01 MSH
2-85939-102-9 PUL

Imprimé en France

Couverture : Françoise Terback Rojare

SOMMAIRE

Table des illustrations vii

Avertissement ix

ELEMENTS DE PROBLEMATIQUE 1

Introduction 3

Les Européens découvrent et redécouvrent les silos à grains : 1708-1960 7

Les silos «traditionnels» dans le monde 13

Les savoirs mis en oeuvre dans la construction et l'utilisation des silos 13

Aspects linguistiques 19

Distribution géographique et chronologique des silos 20

Silos à grains et techniques voisines 23

Place et fonction des silos dans le système techno-économique 34

Les silos et l'origine de l'agriculture 41

Le développement des techniques modernes 45

Ecologie des grains stockés 51

Les facteurs de détérioration des grains stockés 51

Le comportement des grains : germination, dormance, longévité 52

Les insectes 54

Les micro-organismes 56

Les «maladies» des stocks de grain 57

Conclusion 59

DOCUMENTS 61

France 63

E. Cabié, *Guerres de religion dans le sud-ouest de la France et principalement dans le Quercy, d'après les papiers des seigneurs de Saint-Sulpice de 1561-1590.* 63

Olivier de Serres, *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs.* (1600) 63

Reneaume, «Sur la manière de conserver les grains». (1707) 64

Duhamel du Monceau, *Traité de la conservation des grains.* (1753) 64

«Delacour, Officier d'artillerie... au cit. Ballois. L'Orient, le 26 vendémiaire An XI». (1802) 65

Lasteyrie (Comte de), *Des fosses propres à la conservation des grains et de la manière de les construire, avec différens moyens qui peuvent être employés pour le même objet.* (1819) 65

Manuel des habitans de la campagne. (1834) 66

Capitularia Regum Francorum. (1883) 66

Italie 67

J.C.L. Simonde, «Tableau de l'agriculture toscane». (1801) 67

Charles Yriarte, «De Ravenne à Otrante». (1877). 72

Espagne 77

[Jourdain], «Ensilage des grains par Mr. J. ... ». (1819) 77

L. Doyère, *«Conservation des grains par l'ensilage».* (1862) 92

Afrique du Nord 115

[Hirtius ou César], *Belli Africani liber singularis, incerto auctore.* 115

Thomas Shaw, *Traveles, or observations relating to several parts of Barbary and the Levant.* (1738) 115

Rabah Chellig, *Vie du fellah et du pasteur algériens.* (1959) 116

Jacques Holtz, «Stockage des grains dans la région d'El Asnam (Algérie)». (1976) 117

Inde 125

T. Bainbrigge Fletcher, & C.C. Ghosh , «Stored Grain Pests». (1921) 126

Chine 155

«Sur la conservation et la police des grains à la Chine. Mémoire envoyé de Pékin». (1775) 155

Shih Sheng-Han, *A Preliminary Survey of the Book Ch'i Min Yao Shu.* 157

LES SOURCES 159

Bibliographie 165

Index bibliographique 195

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Un des silos construits par Ternaux à Saint Ouen en 1819 («Silos» 1824). Cliché Museum national d'histoire naturelle. 10

Schéma d'une fosse à grains des plaines de Moravie et de Slovaquie (Kunz 1965). 14

Silos souterrains en Hongrie. A. Procédés de fermeture et de couverture. B. Formes. C. Détails et outils de construction. (Nándor 1966). 16

Le stockage des grains sous terre dans les régions magyares (Nándor 1966). 24

Utilisation des silos souterrains dans les exploitations rurales aux XVIIIe et XIX siècles (Füzes 1973). 25

Les silos souterrains en Grande Bretagne au néolithique et au chalcolithique (*Beaker*) (Field et al. 1964). 26

Les silos souterrains en Grande Bretagne à l'âge du fer (Piggott 1958). 27

Les différentes méthodes de stockage des céréales en Inde (Pingale et Balu 1955a). 28

Les différentes formes de greniers en Afrique (Ziegfeld 1922). 29

Les principaux types de greniers dans le nord du Nigeria (Giles 1964). 30

Stockage des aliments dans des fosses ou des grottes, Amérique du Nord (Driver et Massey 1957). 31

Les facteurs climatiques du stockage au Nigeria (Morgan 1959). 38

Grenier mobile Vallery. 1. Profil, 2. Coupe en long, 3. Coupe en travers (Vallery 1839). Clichés Museum national d'histoire naturelle. 48

La *Piazza delle Fosse* à Foggia (Yriarte 1877). Cliché Museum national d'histoire naturelle. 74

Extraction de grains d'un silo à Foggia (Italie), (Yriartre 1877). Cliché Museum national d'histoire naturelle. 76

Retha, aire d'ensilage, chez les Beni Zid, au pied du Djebel Teboga (vers Kébili). Cliché A. Louis, Bureau du CNRS, Tunis. 122

Méthodes de stockage en Inde (Bainbrigge Fletcher et Ghosh 1921). [On a conservé la numérotation originale des planches et des figures.]
Pl. 111. Récipients de stockage en poterie. 128
Pl. 112-113. Récipients de stockage en terre crue. 130
Pl. 114. Sacs de paille (*pura*). 133
Pl. 115. Fabrication des cordes de paille. 135
Pl. 116. Greniers en paille (*morai*). 137
Pl. 117. Coupe chématique d'un *morai* et d'un grenier sur pilotis 138
Pl. 118. Localisation des dommages dans le grain stocké en *morai* et en *pura*. 139
Pl. 119-121. Greniers sur pilotis (*bakhari*). 140
Pl. 121. Silo souterrain (*khatti*). 147
Pl. 122. Silo souterrain (*banda*). 150
Pl. 123. Protection des grains par une couche de sable. 151

AVERTISSEMENT

Ce travail est la version corrigée et augmentée d'un aide-mémoire diffusé à quelques dizaines d'exemplaires au début de 1977, en vue de la préparation d'un séminaire de recherche. Celui-ci s'est tenu les 8 et 9 mars 1977, à Sénanque (Vaucluse). Le but de cette nouvelle édition reste le même : il est d'attirer l'attention des chercheurs sur un sujet trop négligé, malgré son importance dans la vie économique et politique de nombreuses sociétés.

Les actes du séminaire de Sénanque, quant à eux, feront l'objet d'une publication ultérieure, par les soins du Laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale [1], et du CNRS, Marseille.

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour l'aide et les informations dont nous leur sommes redevables :

Marie-Christine Aubin, Shmuel Avitsur, Serge Avrilleau, Louis Bazin, Lucien Bernot, Henri Bessac, Pertev Boratav, Lucie Bolens, Gérard Cordier, José Gentil Da Silva, Alexander Fenton, Marceau Gast, Danilo Grébénard, Jack R. Harlan, André G. Haudricourt, Jacques Holtz, Ludvik Kunz, Keram Kevonian, Claude Lefébure, Grith Lerche, Philippe Leveau, Pierre Leveel, Jean Martin, Raymond Mauny, Michèle Nicolas, Jean-Pierre Parain, Jeanne Poisson, Peter J. Reynolds, Paul-Henri Stahl, Viera Urbancova, Paul Vayssière, Jacques Vignet-Zunz, Imre Wellmann, Gene C. Wilken. Sans leur concours, il nous aurait été impossible de mener à bien la rédaction de ce travail. Nous portons cependant l'entière responsabilité des erreurs qui peuvent y figurer.

La recherche dont cet aide-mémoire représente une première étape a été entreprise grâce à une convention financée par le CORDES.

1. 3-5 avenue Pasteur, 13100 Aix-en-Provence.

ELEMENTS DE PROBLEMATIQUE

INTRODUCTION

Le point de départ de cette recherche est l'étonnement. Etonnement émerveillé de certains voyageurs-agronomes européens découvrant les *silos* espagnols dans les années 1800. Etonnement incrédule voire hostile de nombre de leurs contemporains. Etonnement qui est encore le nôtre, aujourd'hui, à l'idée qu'on puisse mettre le grain dans des fosses souterraines pour le conserver. Cet étonnement est important parce que c'est un fait culturel. Nous avons du mal à imaginer que d'autres procédés qu'une aération régulière soient susceptibles d'assurer la conservation des grains. Et à quelques exceptions près, c'est sur le perfectionnement des procédés basés sur l'aération que s'est porté tout l'effort de la recherche technique depuis un siècle.

Or, il s'avère aujourd'hui que c'est le procédé de conservation des grains en atmosphère confinée — en silos hermétiques — qui a été, de loin, le plus universel. Les silos existent depuis le néolithique, et il y a même des raison, on le verra plus loin, pour postuler leur existence avant l'apparition de l'agriculture. Sur le plan géographique, les silos ont été jusqu'aux temps modernes, XVIIe - XIXe siècles, le principal procédé de conservation à long terme des grains dans une vaste zone qui s'étend de l'Espagne à la Chine en passant par la Hongrie, l'Ukraine et les Turkestans, mais aussi l'Afrique du Nord, l'Egypte et le nord-ouest de l'Inde. On en trouve dans le sud de l'Inde, à Madagascar, en Rhodésie du Sud, au Soudan (région sud de Khartoum), au Tchad, ainsi que chez un bon nombre de communautés agricoles de l'Amérique du Nord (Hidatsa, Pawnee, Navaho, Yuma, etc.). Il faut encore ajouter toutes les régions où des silos sont attestés dans des contextes archéologiques, par exemple le Sahara occidental, les régions Maya d'Amérique Centrale, mais aussi l'Europe du nord-ouest. L'Angleterre a des silos préhistoriques assez nombreux pour qu'on ait pu en faire une cartographie significative. Rien n'interdit de penser qu'il pourrait en être de même en France. En tout cas les silos semblent assez nombreux dans le Sud-Ouest, où la littérature technique du XVIIe siècle y fait encore allusion (Quercy notamment). En somme, les silos ont existé dans tant de régions

que le problème est moins peut-être de déterminer celles où ils ont existé que celles où ils n'ont pas existé.

Une première conclusion peut être tout de suite tirée de cette énumération. C'est qu'il n'est pas légitime de s'arrêter à des explications unilatérales de la distribution géographique des silos dans le monde. Ce n'est ni par un climat sec, ni par l'insécurité ou les guerres qu'on peut en rendre compte. Le problème ne pourra être résolu que par une analyse technologique d'ensemble. Pratiquement, il s'agit de savoir :

- quels sont les moyens techniques qui permettent de conserver des réserves de grains à long terme ;
- comment ces divers moyens sont connus et utilisées par les diverses civilisations agricoles ;
- quelles sont les fonctions sociales précises des réserves à long terme.

Le problème n'est rien moins que simple. Sur le plan biologique, la masse de grains est un véritable écosystème, dont la complexité dépasse nettement ce qu'on aurait tendance à imaginer. Les grains eux-mêmes sont vivants, et réagissent aux différences de conditions ambiantes (température, humidité, composition de l'atmosphère, etc.). Mais en outre, d'autres êtres vivants leur sont constamment associés — insectes, acariens, moisissures, levures, bactéries — , qui ont également leurs exigences écologiques propres. Ces exigences sont souvent très particulières, reflétant une adaptation aux milieux du stockage : c'est ainsi que les moisissures des stocks n'ont besoin que d'une humidité relative de 70 à 90 % pour se développer (certaines même moins), alors que celles qui vivent au champ ont besoin de 95 % environ.

Mais en outre, le problème se complique du fait que :

- les diverses espèces et variétés cultivées n'ont pas le même comportement au stockage ;
- les conditions de récolte et de traitement (battage) influent différemment sur la qualité du matériel végétal mis en réserve ;
- les conditions physiques et techniques du stockage sont variables (climat, sol et sous-sol, procédés techniques) ;
- les exigences de qualité du grain conservé sont elles-mêmes variables, en fonction de l'utilisation (semence ou consommation) et des habitudes alimentaires (une certaine fermentation du grain est parfois tolérée, parfois même recherchée).

Tout cela fait qu'il n'est pas possible de parler simplement de «bonnes» et de «mauvaises» techniques de conservation des grains. Il n'y a pas de point de vue scientifique unique auquel il suffirait de se placer pour juger des différents faits observés. La seule approche possible est historique et comparative, même en ce qui concerne les problèmes qui se posent aux sociétés actuelles. Car il continue à s'en poser, et il s'en posera de plus en plus peut-être, compte tenu de l'évolution de la situation alimentaire mondiale.

Les techniques de conservation des grains sont un des maillons faibles de la recherche anthropologique. La production et la consommation ont bien davantage attiré l'attention des chercheurs. Pourtant, il est clair que sans l'existence de réserves alimentaires, ni la division du travail(artisanat), ni les hiérarchies sociales (économiques, politiques ou religieuses) n'auraient pu se développer. Les grains ont été une des premières, sinon la première forme de monnaie. Peut-être est-ce précisément pour accroître ce «capital» que l'agriculture a été, sinon inventée (la notion d'une «invention» de l'agriculture ne semble plus guère pertinente aujourd'hui), du moins adoptée en grand. Mais pour que ce capital en fût un, il fallait disposer de techniques de conservation à long terme suffisamment sûres. La découverte de siios antérieurs à l'agriculture serait un argument important en faveur de cette hypothèse.Du reste, la même problématique est à l'oeuvre dans toutes les sociétés où la production alimentaire a une répartition dans le temps différente de celle des besoins. En 1862, Doyère insistait sur la nécessité de techniques sûres de conservation des grains pour que les stocks puissent servir de base au crédit agricole que les progrès rapides de son époque rendaient de plus en plus nécessaire.

Tout cela suffit pour donner une idée du nombre et de la complexité des implications de la question. Mais les problèmes à résoudre sont d'abord technologiques et scientifiques. Pour conserver les grains, il faut savoir le faire, et ce savoir n'est pas simple. Seule sa restitution peut nous permettre de trouver des explications qui ne soient pas tautologiques. C'est le but fondamental de cette recherche. Il ne peut être atteint que par un travail collectif, tant sont nombreux les points de vue et les approches possibles. Un grand nombre de disciplines, tant biologiques qu'anthropologiques, sont intéressées à des titres divers aux techniques de conservation des grains. L'objet de cette note est de suggerer ce que chacune d'elles peut avoir à apporter, et à gagner, au développement de la problématique d'ensemble.

LES EUROPEENS DECOUVRENT ET REDECOUVRENT LES SILOS A GRAINS : 1708-1960

Le procédé traditionnel de conservation des grains en Europe occidentale, en couches peu épaisses avec pelletages, comportait un taux élevé de frais et de pertes. La redécouverte des silos par les Européens a été le fait d'agronomes, dont le but était d'introduire de meilleures techniques. C'est à eux que nous devons l'essentiel de ce que nous savons aujourd'hui sur les silos traditionnels dans le monde. Depuis quelques années, des archéologues se sont également mis de la partie. Curieusement, la contribution des ethnologues est faible, sauf dans quelques régions comme par exemple l'Amérique du Nord.

Les «fosses» ou «puits» à grains n'étaient pas entièrement inconnues de la littérature européenne avant le XVIIIe siècle, ne serait-ce que par l'intermédiaire des traductions d'auteurs grecs et latins. Pietro de Crescenzi et Olivier de Serres en parlent. Mais c'est en 1708 que le problème de la conservation des grains fait pour la première fois l'objet d'un travail d'ensemble : c'est l'article de Reneaume[1] : «Sur la manière de conserver les grains», publié dans les *Mémoires de mathématiques et de physique* de l'Académie des sciences.

Cette article inaugure une longue série qui se poursuit sans solution de continuité jusqu'à l'heure actuelle. Dans toute cette littérature, l'observation des procédés locaux joue un rôle important à côté de l'expérimentation directe, au point parfois de constituer notre seule source d'information sur certaines régions. C'est par exemple le cas de Malte, avec l'importante étude de Hyde et Daubney (1960). Pour les pays tropicaux, deux titres classiques sont *Underground Storage of Grain*, par Hall, Haswell et Oxley (1956), et «The Storage of Food Grains in Traditional Underground Pits», par Gilman et Boxall (1974). Sur un plan méthodologique, l'étude de Giles (1964), «The Storage of Cereals by Farmers in Northern Nigeria» est fondamentale.

1. Reneaume ou Réaumur ? Plusieurs auteurs ultérieurs, citant ce texte, l'attribueront à Réaumur. J'ignore la solution de ce petit problème.

Dans l'intervalle de deux siècles et demi entre 1708 et 1960, trois dates principales sont à retenir : 1819, 1918, et 1942.

En 1819 sont entreprises, à Paris et à Saint-Ouen, les premières expériences de conservation des grains dans des silos souterrains, construits sur des modèles espagnols et italiens. Elles donnent lieu, jusque vers 1830, à une abondante littérature technique. Les essais les plus célèbres de cette époque sont ceux de Ternaux, qui, réalisés dans de mauvaises conditions, aboutissent à un échec (Ternaux ne croyait pas qu'il fût nécessaire de protéger les grains stockés contre l'humidité). La question est reprise à partir de 1850 par Doyère, à la suite de ses travaux sur l'alucite (*Sitotroga cerealella* Oliv.). Doyère donne une première évaluation de l'humidité-limite pour une bonne conservation sous nos climats (14-16 % d'eau). Lui aussi s'inspire de l'exemple espagnol et nord-africain, qu'il étudie sur place. La solution qu'il préconise est le silo métallique enterré : dans ceux qu'il a fait construire, assure-t-il, le grain s'est conservé plusieurs années sans déchet. Les travaux de Doyère sont prolongés et précisés par ceux de A. Müntz (1881) et E. Schribaux (1912) sur la biochimie des grains. Parallèlement, on essaye des silos où l'on fait le vide (Louvel), ou à atmosphère désoxygénée (Haussmann). A l'instigation de P. Vayssière, de nouvelles expériences seront exécutées en 1936-1939 par A. Blanc. A la suite de tout cela, un certain nombre de silos métalliques hermétiques seront construits en France après la dernière guerre.

En 1918, et sans rien savoir de leurs prédécesseurs français, deux entomologistes britanniques, A. Dendy et H.D. Elkington, redécouvrent les mérites de l'ensilage hermétique des grains. Le problème à résoudre était celui des pertes causées par les insectes dans les arrivages et les stocks du temps de guerre. D'emblée, Dendy trouve une incitation dans les procédés en usage aux Indes et à Malte, comme ses prédécesseurs français en Espagne et en Italie un siècle plus tôt. «La méthode indienne indigène de stockage du blé, écrit-il, est d'une grande importance pratique, et constitue le point de départ de mes expériences.» Et il ajoute un peu plus loin, à propos des silos de Malte : «il est remarquable qu'une pratique basée sur un principe scientifique bien défini, ait pu exister depuis des siècles chez des gens qui n'ont pas la moindre connaissance du principe en question...» (!)

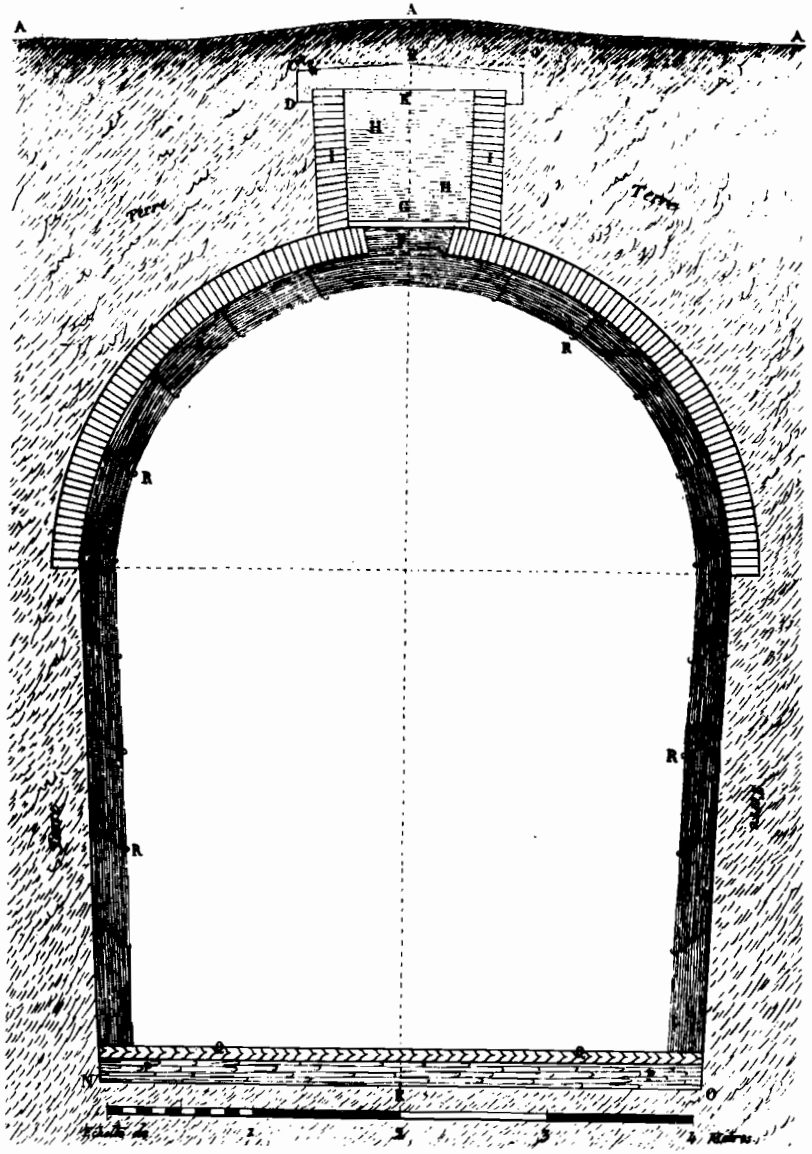
Dendy et Elkington sont les premiers, semble-t-il, à avoir étudié de près les conditions de la respiration chez les insectes. Ce sujet, étonnamment mal connu, ne sera repris que trente-cinq ans plus tard par un chercheur australien, toujours à propos du stockage en atmosphère confinée (S.W. Bailey, 1955-1965).

La troisième date à retenir, 1942, est celle d'une troisième redécouverte de l'ensilage hermétique, en Amérique du Sud cette fois. Faute de détails, on ne sait pas dans quelle mesure elle est indépendante des précédentes. Le problème qui se posait aux Argentins était d'emmagasiner leurs récoltes de céréales, que la

guerre ne leur permettait plus d'exporter en Europe, sans utiliser fumigants et insecticides qu'elle ne leur permettait plus d'importer. On eut recours aux silos souterrains. En 1948, il y en avait 1540, pour une capacité globale de 850 000 tonnes. En 1956, les silos hermétiques s'étaient étendus à d'autres pays (Paraguay, Uruguay et Venezuela), avec une capacité globale de «plusieurs millions de tonnes».

Depuis 1965, une nouvelle utilisation des silos hermétiques tend à se développer : le stockage des grains humides (20-30 % d'eau et plus) pour l'alimentation du bétail. Presque en même temps a commencé une nouvelle série d'expérimentations en Angleterre sur des silos souterrains construits suivant le mode traditionnel. La différence est que cette fois, il s'agit d'archéologie.

Un des silos construits par Ternaux à Saint-Ouen en 1819 («Silos» 1824).



Explication de la figure :		Dimension en mètres
AA	niveau du sol	
AB	distance du sol au sommet de la pierre servant de fermeture au silo	0,32
CD	épaisseur totale de la pierre servant de fermeture	0,32
EF	distance de la partie inférieure de la pierre à la partie inférieure du bouchon en bois	1,00
FG	épaisseur du bouchon en bois	0,10
HH	paille brisée, placée entre la pierre de fermeture et le bouchon en bois	
II	col sphérique du silo en briques de huit pouces de long sur quatre pouces de large et deux d'épaisseur	
	- diamètre supérieur de l'ouverture du col du silo	0,90
	- diamètre inférieur dudit, au dessous du bouchon	0,85
	- diamètre de l'ouverture de la voûte	0,60
JJ	voûte sphérique en briques de même dimension que celle du col du silo	
EK	hauteur totale du silo, y compris le col	7,00
LM	grand diamètre du silo à la naissance de la coûte	4,50
NO	petit diamètre ou base du silo	4,10
PP	fagots couchés, séparant les paillassons de la terre	0,16
QQ	paillassons sur lesquels repose le grain	0,08
RR	crochets en fer ou en bois pour retenir et attacher la paille	
SS	couche de paille placée debout, pour garantir le grain de tout contact avec la terre et les briques	0,24

LES SILOS «TRADITIONNELS» DANS LE MONDE

Il est superflu d'insister sur les dangers de l'emploi du terme «traditionnel», surtout dans un domaine comme celui du stockage des grains, où il n'y a pas de différence bien nette entre techniques «traditionnelles» et techniques «modernes». Il ne faut y voir qu'une concession à la commodité. Cela signifie simplement que les informations compilées ci-dessous ne portent pas sur les modes de stockage apparus dans le cadre du commerce intercontinental des céréales dans les années 1870-1880 (*elevators*, silos-tours).

Les savoirs mis en oeuvre dans la construction et l'utilisation des silos

Les principales questions qui se posent à ce propos sont rassemblées dans le questionnaire ci-dessous. Celui-ci n'est naturellement pas exhaustif : des points comme le repérage du silo lorsqu'il a été parfaitement camouflé en rase campagne, le bornage, les procédures de mesurage du grain, etc., pourraient y être ajoutés.

1. Choix du site : relief, distance, situation, nature du sous-sol ; les silos sont-ils dans la maison, dans la cour, dans le village... ? sont-ils isolés ou groupés ?
2. Construction : creusage, revêtement intérieur permanent, accessoires (margelle, couvercle...) ; qui les construit, avec quels outils ? forme, dimensions, capacité, coût ; durée utile normale ; que fait-on de la terre du trou ?
3. Préparation : nettoyage, enduit, séchage au feu, chemisage (paille, nattes...) ; herbes éloignant les prédateurs ; précautions diverses contre eux.
4. Remplissage : modalités, époque ; préparations spéciales subies par le grain au préalable ; le grain est-il tassé aux pieds, ou le laisse-t-on quelques semaines se tasser naturellement avant de fermer définitivement le silo ?

LES SILOS «TRADITIONNELS» DANS LE MONDE

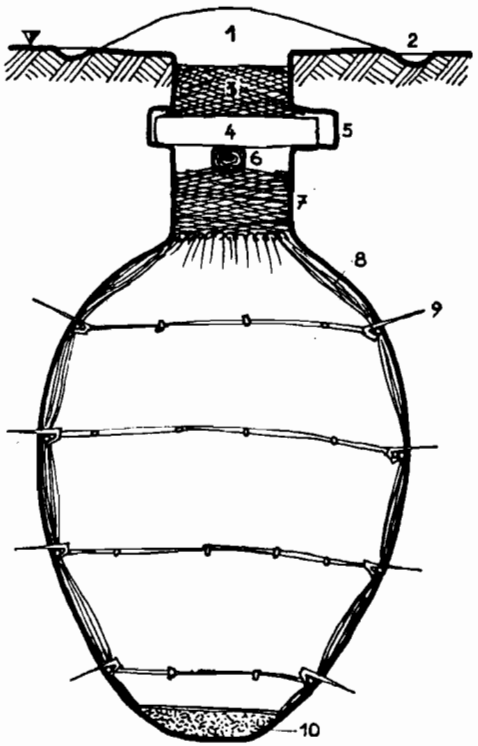
Il est superflu d'insister sur les dangers de l'emploi du terme «traditionnel», surtout dans un domaine comme celui du stockage des grains, où il n'y a pas de différence bien nette entre techniques «traditionnelles» et techniques «modernes». Il ne faut y voir qu'une concession à la commodité. Cela signifie simplement que les informations compilées ci-dessous ne portent pas sur les modes de stockage apparus dans le cadre du commerce intercontinental des céréales dans les années 1870-1880 (*elevators*, silos-tours).

Les savoirs mis en oeuvre dans la construction et l'utilisation des silos

Les principales questions qui se posent à ce propos sont rassemblées dans le questionnaire ci-dessous. Celui-ci n'est naturellement pas exhaustif : des points comme le repérage du silo lorsqu'il a été parfaitement camouflé en rase campagne, le bornage, les procédures de mesurage du grain, etc., pourraient y être ajoutés.

1. Choix du site : relief, distance, situation, nature du sous-sol ; les silos sont-ils dans la maison, dans la cour, dans le village... ? sont-ils isolés ou groupés ?
2. Construction : creusage, revêtement intérieur permanent, accessoires (margelle, couvercle...) ; qui les construit, avec quels outils ? forme, dimensions, capacité, coût ; durée utile normale ; que fait-on de la terre du trou ?
3. Préparation : nettoyage, enduit, séchage au feu, chemisage (paille, nattes...) ; herbes éloignant les prédateurs ; précautions diverses contre eux.
4. Remplissage : modalités, époque ; préparations spéciales subies par le grain au préalable ; le grain est-il tassé aux pieds, ou le laisse-t-on quelques semaines se tasser naturellement avant de fermer définitivement le silo ?

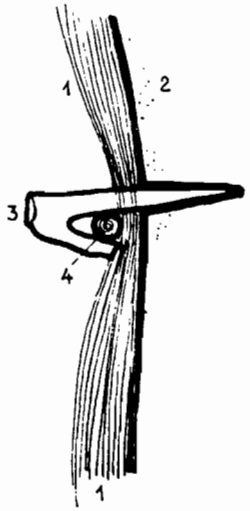
Schéma d'une fosse à grains des plaines de Moravie et de Slovaquie (Kunz 1965).



Coupe schématique d'une fosse à grains

1. argile foulée
2. rigoles d'écoulement
3. paille tassée
4. deux poutres superposées en croix
5. encoches pour recevoir les poutres
6. deux poutres superposées en croix
7. paille tassée
8. chemise de paille le long des parois
9. crochet pour tenir les baguettes de fixation
10. déchets de vannage

Poignée de paille nettoyée pour recouvrir les parois de la fosse



Fixation de la chemise de paille sur la paroi

1. chemise de paille
2. paroi d'argile
3. crochet
4. baguette de fixation en saule

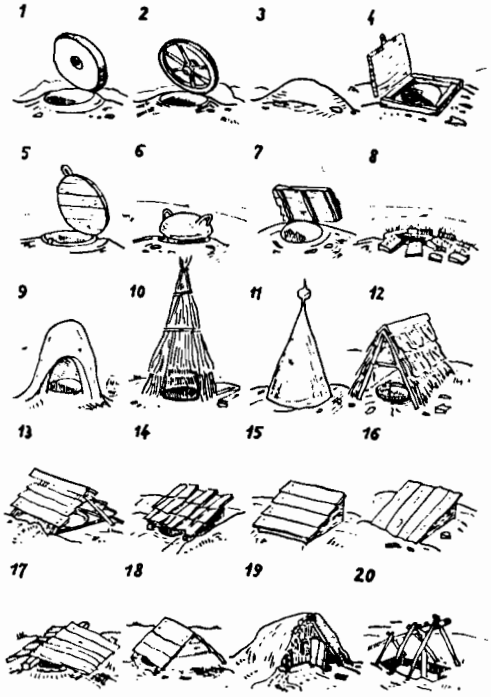
5. Bouchage, scellement, précautions d'étanchéité, camouflage.
6. Surveillance et entretien quand le silo est plein ; y a-t-il des indices d'un début d'avarie du grain ? sort-on le grain de temps en temps pour le sécher ? durée normale attendue de conservation du grain ; durée maximale ; qui surveille les silos ? pour quel salaire ?
7. Vidage : modalités ; précautions contre l'asphyxie par le CO_2 ; accidents.
8. Quelle part de la récolte met-on en silo ? y met-on les semences ? quels grains y met-on, et surtout n'y met-on pas ? avantages et inconvénients du grain ensilé par rapport à un grain conservé en grenier ordinaire ; si on n'utilise plus les silos, pourquoi cet abandon ?
9. Qui est propriétaire des silos ? peuvent-ils être vendus, prêtés, loués ? si je mets mon grain dans le silo de quelqu'un d'autre, quel loyer dois-je payer ?
10. Destination du grain ensilé : réserve de disette ? commerce spéculatif ? durée moyenne ordinaire du séjour des grains dans les silos.
11. Nom local des silos et nomenclature des activités qui s'y rattachent.
12. Rôles accessoires et réemplois des silos : cachettes (fréquent pendant la guerre d'Algérie !), pièges, prisons («oubliettes» ?), tombes, trous à ordures. Contes et récits relatifs aux «trésors» de grains ou à d'autres sujets.
13. En dehors de la communauté proprement dite : données historico-géographiques ; où connaît-on les silos (et surtout : où les ignore-t-on ?), sont-ils de tradition immémoriale ou d'introduction récente, etc. ?

Deux points méritent qu'on y revienne. Ce sont *l'étanchéité à l'air* des silos, et la *qualité du grain ensilé*.

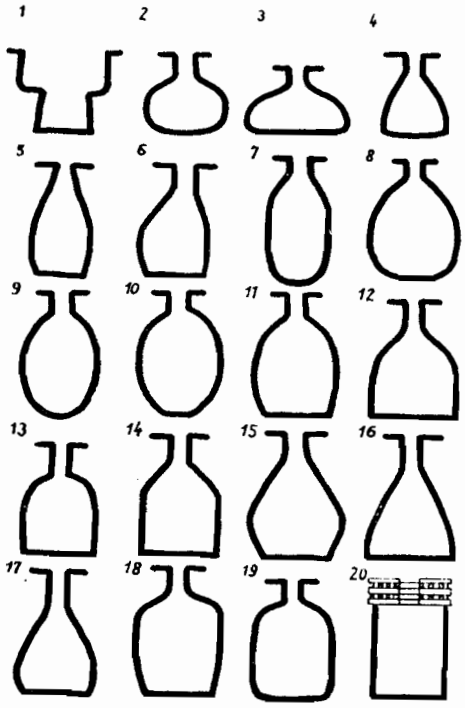
Beaucoup d'auteurs ont douté, soit que les silos traditionnels fussent étanches à l'air, soit qu'ils fussent consciemment conçus comme tels par leurs utilisateurs. Il est vrai qu'une étanchéité absolue est impossible (même avec les techniques les plus modernes, d'ailleurs). Il est vrai aussi qu'il ne peut pas ne pas y avoir une certaine proportion de silos non étanches (ratés, ou utilisés à d'autres fins). Mais cela dit, il y a trop d'observations indiquant sans équivoque une recherche consciente de l'étanchéité pour qu'on puisse la nier. Reneaume, et même déjà Pline, parlent explicitement du rôle de l'absence d'air. Au Proche-Orient, on descend dans le silo une lampe allumée pour voir si on peut y entrer (Dalman 1933). Un peu partout, on laisse le silo ouvert quelque temps pour l'aérer avant d'y descendre, et des accidents par asphyxie se produisent tout de même. En Inde, trois voleurs sont retrouvés morts dans un silo qu'on avait laissé ouvert la nuit en cours de vidage (Bainbrigge Fletcher).

Le second point, la qualité du grain ensilé, est celui qui donne lieu aux rapports les plus contradictoires. Cela n'est pas étonnant, si on fait le compte de tous les facteurs en cause, dont certains sont très subjectifs. L'appréciation de

A. Procédés de fermeture et de couverture.

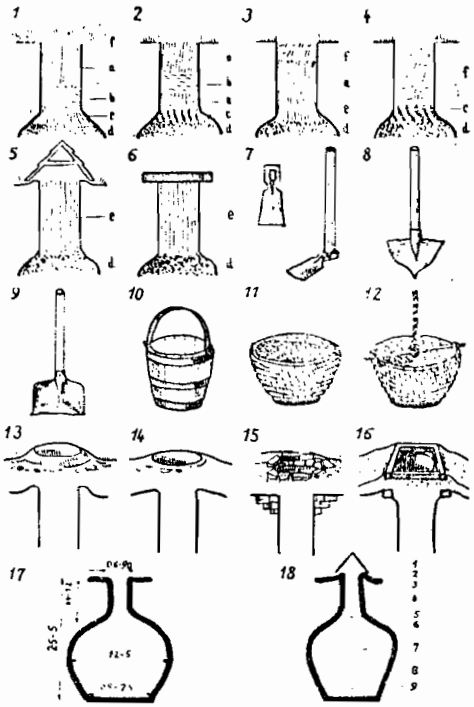


B. Formes.



Silos souterrains en Hongrie (Nándor 1966).

C. Détails et outils de construction.



Légendes :

A.

1. meule de moulin
2. roue de chariot
3. monticule de terre
4-5. trappe en planches
6. bouchon
7. panneau en planches
8. gazons
9. petite construction en clayonnage et pisé
10. petite construction en chaume
11. petite construction en tôle
12. toit à double pente
13. toit en forme de vanne d'écluse
14. toit en tuiles
15-18. toit en planches, formes diverses
19-20. silo en forme de tombe

B.

Les exemples 8 à 19 sont adaptés aux sols compacts. En sol sableux, le col de l'ouverture peut être renforcé par une armature en bois (20).

C.

1-6. mode de fermeture : a. terre foulée ; b. balles ; c. grains germés ; d. grains ; e. paille ; f. terre des parois
7. houe
8. bêche
9. pelle
10-12. seau en bois, paniers
13-16. divers types de margelles
17. dimensions (minimum et maximum)
18. terminologie hongroise : 1. veremtető ; 2. gallér ; 3. száj, torok ; 4. dugó ; 5. nyak ; 6. váll, hajlat ; 7. a verem öble ; 8. oldala, hasa ; 9. feneke.

cette qualité dépend en effet, entre autres,

- d'une comparaison avec les autres procédés disponibles de conservation à long terme,
- de l'utilisation qui est faite du grain : semence, ou consommation sous ses diverses formes (pain, bouillies, gruaux, semoule, bulgur, etc.),
- des conditions économiques, etc.

Il est clair, par exemple, qu'un stock de mauvais grain pourra valoir plus cher, en période de disette, que la même quantité de grain excellent, en période d'excédents. Dans la pratique, il s'avère impossible de parler de qualité en général, sans préciser quels en sont les critères dans la société considérée. L'exemple de plus démonstratif est celui de l'appréciation du grain fermenté, accidentellement ou non. Ce cas se rencontre en Algérie (cf. documents) et en Inde. Voici ce qu'il en est dans le Tamilnad, d'après K. Ramiah (1937) :

> Rice immediately after harvest is unfit for consumption as raw rice and has to be stored for some time, the period of storing depending upon the variety [...]. That fresh rice is poor in quality is evident from its poor cooking qualities, its less wholesome nature for consumption bringing on digestive disorders, the smaller volume of cooked rice it gives, etc.[...]
>
> Grains stored in air-tight receptacles become fit for consumption sooner than those stored with free access to air. Sometimes to hasten ripening, the grain is stored in underground air-tight pits, and such grain after remaining in the pit for about two months gets the same cooking quality of grain nearly a year old in storage.
>
> The millers in Nellore, invariably adopt this practice before milling the freshly harvested produce.

De telles techniques font le lien avec les ensilages à fermentation, qu'on peut considérer, en dehors de leur fonction de stockage, comme des techniques culinaires à froid. Peut-être aussi y a-t-il un rapport avec les bières ; en tous cas, l'odeur de bière dans un silo accidentellement noyé est une observation assez fréquente.

Aspects linguistiques

L'intérêt de l'étude du vocabulaire relatif aux silos souterrains est double. C'est d'abord une source de renseignements parfois unique dans certaines régions ou certaines époques. Ensuite, la présence de termes spécifiques pour désigner le silo, ou l'action d'ensiler, est un indice de l'ancienneté et de l'importance de la technique en cause. Une réserve importante est que les étymologies sont en général incertaines ou inconnues ; il ne semble pas qu'on puisse en tirer grand'chose.

La notion de silo est souvent voisine de celle de puits, de citerne, de fosse, de cachette, etc., ce qui pose quelques problèmes. En français par exemple, le mot *puits* désigne un puits à eau (angl. *well*) et il n'existe pas d'équivalent à l'anglais *pit* ou à l'allemand *Schacht*, qui désignent des puits «secs». C'est l'inverse en arménien, où le mot *hor* désigne un silo, et *djër-hor* un puits (littéralement un silo à eau).

Le mot *silo* est d'origine espagnole (castillane), et désignait au départ strictement une fosse souterraine pour conserver les grains. Il est repris par des agronomes français dans les années 1810-1820 et supplante alors le terme arabe *mattamore* (*maṭmūra*, cachette). Dès les années 1830-1840, on peut considérer qu'il appartient au langage technique international. On a proposé deux étymologies au terme silo : le grec d'origine barbare *siros*, repris par le latin (*sirus*), et un mot celte **silon*, signifiant grain, semence. Il est impossible, semble-t-il, de trancher entre les deux hypothèses. Tout au plus peut-on se demander pourquoi, si le mot *siros/sirus* avait été universel dans le monde gréco-latin, il n'en resterait trace qu'en Castille (la Catalogne a un autre mot : *sitias*).

Les autres langues et régions où il existe un terme propre pour désigner les silos sont les suivants :

- France (Gascogne, Guyenne, sud du Massif Central) : *cros* ; ensiler = *encrouza*.
- Italie : *fossa* ; *fossa del grano* ; Toscane : *bucha* ; Pouilles : *foggia* ; Sicile : *tammusieddu*.
- Europe Centrale : l'allemand *Grube, Gruobe, Korngruobe* etc. a des dérivés dans plusieurs régions slaves : *grapa, zgrapa, rupa*, etc.
- Hongrois : *verem* (serait d'origine ossète).
- Roumain : *groapa*, pl. *gropi* (=fosse) ; *gopuri di pâne* (?).
- Langues slaves : *jama, jamina, jamar* (?).
- Arménie : *hor* (litt.), *horon* (vulg.).
- Langues turques : le turc d'Anatolie et d'Azerbaidjan n'a pas de terme propre (*kuyu* = puits) ; mais il en existe un en Crimée et dans divers dialectes d'Asie Centrale : *or, ora, oru*, etc.
- Arabe : le terme universel est *maṭmūra*, cachette.

– Langues berbères : Kabylie et Aurès *tasraft* ; Ahaggar *ĕgend.*
– Langues indiennes : le terme courant dans les langues hindies est *khatti*, sous des formes variées (Bihar : *khād, khatta, khāta, khadha* etc.) ; à ne pas confondre avec le terme *kotha* ou *kothi*, qui désigne une autre espèce de grenier ; sont également signalés dans le Bihar *chaur, māt* (Grierson), dans le Madhya Pradesh *banda* (à Jabbalpur), dans le Maharashtra *pev* (à Sholapur, Poona,etc.).

Tous ces termes sont à situer avec précision dans les ensembles linguistiques auxquels ils appartiennent. En outre, l'inventaire reste à faire dans les langues iraniennes, dravidiennes, caucasiennes, en chinois, etc.

L'emplacement où sont réunis plusieurs silos porte souvent un nom spécial : *piazza delle fosse* (Italie du Sud), *retba, mers* (Afrique du Nord), *sileria* (Espagne).

Distribution géographique et chronologique des silos

La cartographie des silos n'aurait guère d'intérêt si elle ne faisait apparaître que de vastes zones uniformes. Ce n'est pas le cas, notamment en Europe occidentale (Italie, France, Espagne). La présence ou l'absence de silos dans une région déterminée et à une époque déterminée est un aspect important de la problématique d'ensemble. Une cartographie complète devrait encore distinguer si les silos sont d'usage régulier ou seulement en temps de guerre, etc.

Le XIXe siècle est probablement la seule époque pour laquelle les sources actuellement connues permettent d'envisager une cartographie sérieuse dans certaines grandes régions du monde (Europe, Afrique, Amérique du Nord en particulier).

Préhistoire. Les mentions de silos semblent très nombreuses dans la littérature archéologique. Mais il ne semble pas que des dépouillements systématiques aient été faits, sauf en Grande-Bretagne. Dans ce pays, deux cartes ont été publiées donnant la répartition des silos au Néolithique et à l'âge du fer (Field et al. 1964, Piggott 1958). Pour le reste, on sait seulement que les silos sont courants dans les sites de tel ou tel faciès, le Danubien d'Europe Centrale par exemple. On les a même utilisés pour des calculs démographiques (Soudský 1962).

Antiquité. Il est question de silos souterrains dans la littérature suméro-accadienne (Salonen 1968). Mais on ne dispose pas d'autres informations sur ce point pour l'instant. La littérature gréco-latine est plus accessible, et renferme des données qui sans être très détaillées, dépassent le niveau de la simple allusion. Un dépouillement partiel indique la présence de silos dans les régions suivantes :

– Espagne Citérieure, notamment Osca (Huesca)
– Afrique, territoire de Carthage
– Thrace
– Cappadoce
– Hindu Kush (le «Caucase» des historiens d'Alexandre).

En outre, une phrase controversée de Strabon est une allusion possible à la présence de silos en Bretagne. Un dépouillement exhaustif de la littérature gréco-latine, sur la base des *thesaurus* de langue, donnerait sans doute de plus amples renseignements. Les sources archéologiques sont également à dépouiller.

Moyen-âge. C'est l'époque assurément la plus mal connue, aussi bien par le défaut des sources écrites que des données archéologiques. S'y ajoute en France le préjugé qui fait interpréter comme «fosses à offrandes» un grand nombre de trouvailles qui pourraient tout aussi bien être des silos véritables, souvent d'âge médiéval pour autant qu'une datation soit possible. Il faut d'ailleurs considérer que les XVIe et XVIIe siècles relèvent de la même problématique de recherche, pour la France du moins, que le moyen-âge.

Epoque moderne (XVIIIe - XXe siècles). Voici la liste des pays et régions où l'existence de silos est connue. Les pays où les données sont abondantes et précises sont marqués d'un *. Seule la Hongrie, cependant, peut être considérée comme connue de façon exhaustive dans l'état actuel de la question.

Europe	
France	Quercy, Vivarais, Roussillon, Gascogne (Gers).
Espagne*	Catalogne, Tierra de los Barros (Estremadura) ; villes de Barcelone, Urgel, Tarragone, Burjasot (près de Valence), Altafulia, Villafranca, Rota (près de Cadix), Alcala de Guadayra (près de Séville), Mota del Cuervo, Talavera, Zamora, etc.
Italie*	Toscane, Pouilles, Basilicate, Calabre, Sicile, villes de Livourne, Pise, Arezzo, Florence, Naples, Foggia, San Severo, Vasto, Ortona, Chieti, Termini, Agrigente, Catane, Brindisi, Tarente, Bari, Otrante, etc. (probablement toutes les villes et ports de quelque importance de l'Italie du Sud).
Malte*	La Valette.
Yougoslavie	Dubrovnik.
Hongrie*	Cartographie détaillée dans Nándor (1966) et Füzes (1973) ; les silos sont connus dans tout le pays.
Autres pays	Silos mentionnés en Pologne, Tchécoslovaquie, Roumanie,

	Bulgarie, URSS (Ukraine, Crimée) : voir synthèse de L.Kunz (1965).
Afrique	
Maghreb	Silos très fréquents, mais peu de données vraiment détaillées (cf. documents) ; semblent absents de certaines régions (lesquelles ?).
Egypte	Silos préhistoriques abondants (Fayoum) ; ne sont mentionnés en 1947 que dans les oasis, et dans deux villages du Delta (?) pour y mettre les fèves.
Soudan	
Somalie	
Ethiopie	
Nigéria	Bornou.
Rhodésie	
Madagascar	Betsileo (Dubois).
Asie occidentale	
Turquie	Région d'Aksaray (Makal).
Chypre	
Israël, Palestine	(Dalman).
Géorgie	
Arménie	
Azerbaidjan	
Iran	
Turkménie	
Asie orientale	
Chine	Région d'habitat troglodyte dans le loess, mais pas seulement. Sin Kiang.
Inde	Bihar (Grierson) ; villes de Ghaziabad, Hapur, Secunderabad, Deoband, Dancor, Meerut, Shamli, Etawa, Jabbalpur ; Maharashtra : Sholapur, Poona, Satara, Ahmednagar ; Manipur : Tangkhul.
Laos	Plateau des Phoueuns.
Amérique	
USA	Agriculteurs du Nord-Ouest (Mandan, Hidatsa, Arikara), Pawnee, Omaha ; Pueblo (Navaho), Yuma, etc.
Mexique	Nord-ouest ? Yucatan : *chultuns.*

Le véritable problème que pose cet essai d'inventaire est celui des régions

où les silos sont absents sans explications évidentes : Afrique occidentale, Amérique du Sud (?) ; en Europe : Grèce continentale (mais les îles en possèdent), certaines régions d'Italie (Latium), Provence, Bas-Languedoc, etc.

Etat actuel de la cartographie

Les cartes existantes sont rassemblées ci-après (pp. 24 à 31). Elles portent sur la plaine danubienne (Nándor 1966 et Füzes 1973), sur la Grande-Bretagne au néolithique et à l'âge du fer (Field et al. 1964, Piggott 1958), sur l'Amérique du Nord (Driver et Massey 1957), sur l'Inde (Pingale et Balu 1955a), sur l'Afrique (Ziegfeld 1922). On observera que les trois dernières ne concernent pas les silos à grains proprement dits, mais les fosses de réserve en général (Driver et Massey), ou des «silos» qui peuvent être aussi bien des greniers en pisé que des silos souterrains (Ziegfeld). L'exactitude de la carte de Ziegfeld est d'ailleurs bien sujette à caution.

Silos à grains et techniques voisines

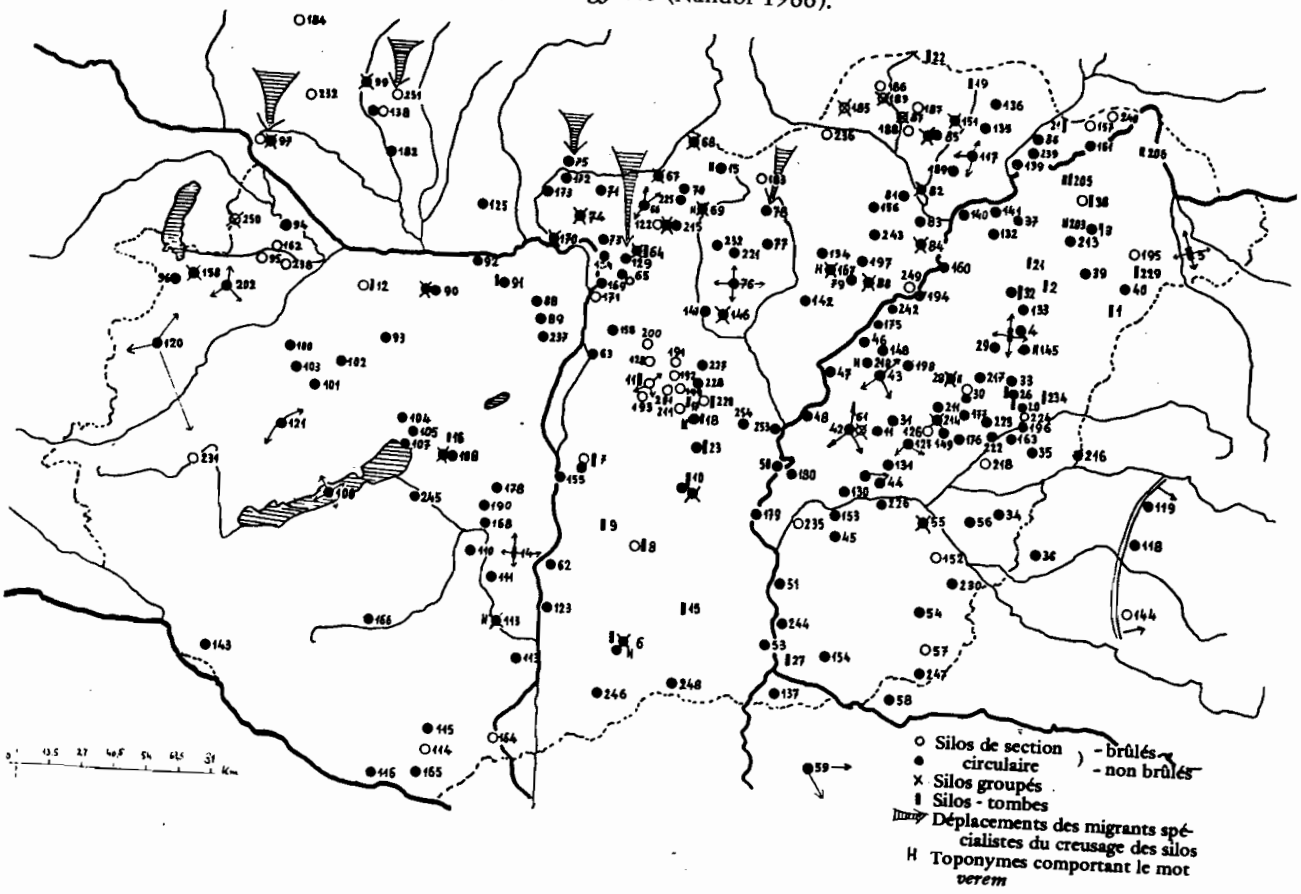
Comme toute technique, celle des silos à grains a des rapports logiques avec un certain nombre de techniques voisines par la forme ou par la fonction. Si nous essayons de préciser la nature de ces rapports, nous sommes conduits, semble-t-il, à distinguer quatre cas :

- les techniques *associées*, c'est-à-dire celles qui sont situées à proximité immédiate des silos dans le réseau opératoire auquel ceux-ci appartiennent : battage et vannage en amont, et en aval première préparation alimentaire (décorticage, mouture...) ;
- les techniques *alternatives*, c'est-à-dire celles qui ont la même fonction que les silos et qui peuvent les remplacer dans une certaine mesure ;
- les techniques *contiguës*, qui font appel à des procédés du même genre que le creusage des silos (puits, tombes, etc.), et qui seront le cas échéant exécutées par les mêmes spécialistes ;
- les techniques *analogues*, ici les fosses destinées à la conservation de produits autres que le grain.

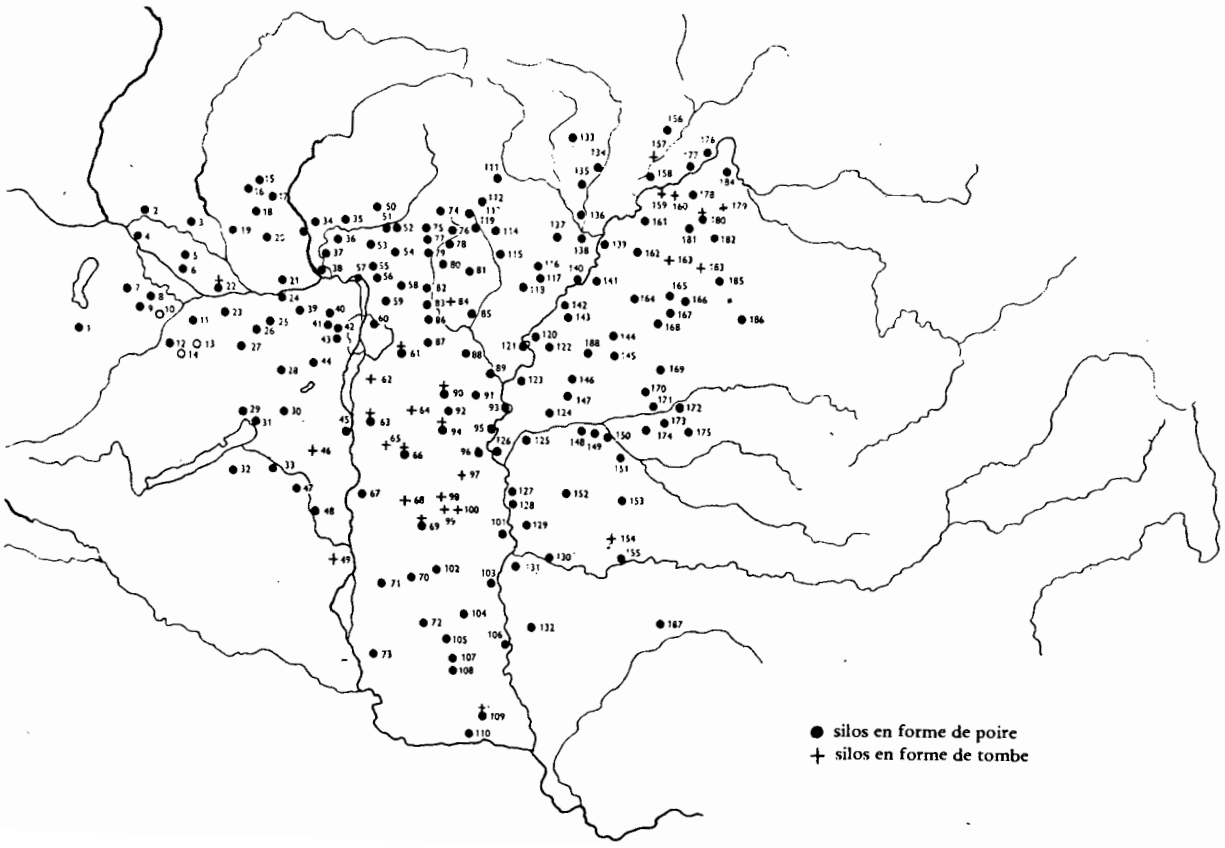
On pourrait aussi présenter la question de façon un peu différente, en disant que ces quatre sortes de techniques forment quatre ensembles dont les silos à grains constituent l'intersection. On n'épuise pas ainsi le champ des possibilités, d'ailleurs. On peut se demander, par exemple, quels peuvent être les effets du séchage des parois au feu, lorsqu'il est pratiqué, et s'ils peuvent aller jusqu'à l'obtention de terre cuite.

Mais revenons sur certaines de ces techniques voisines.

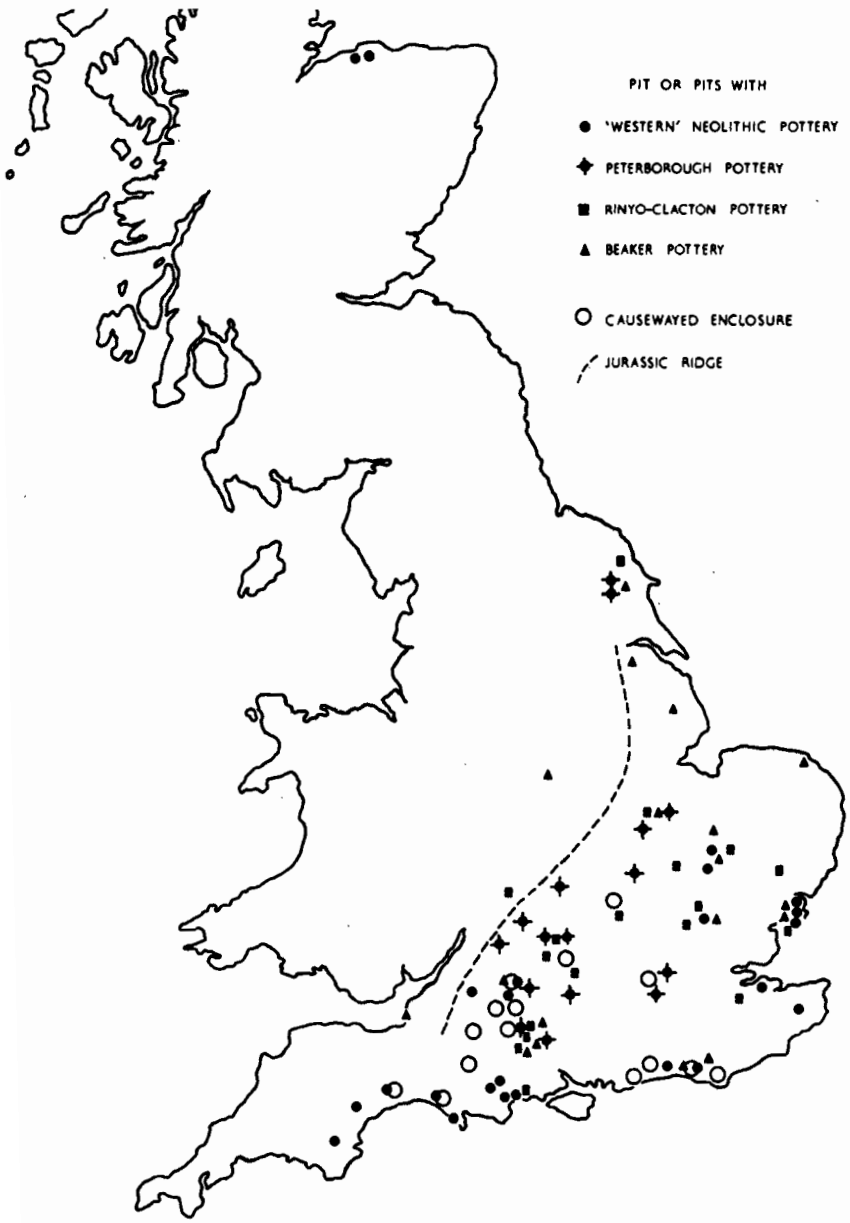
Le stockage des grains sous terre dans les régions magyares (Nándor 1966).



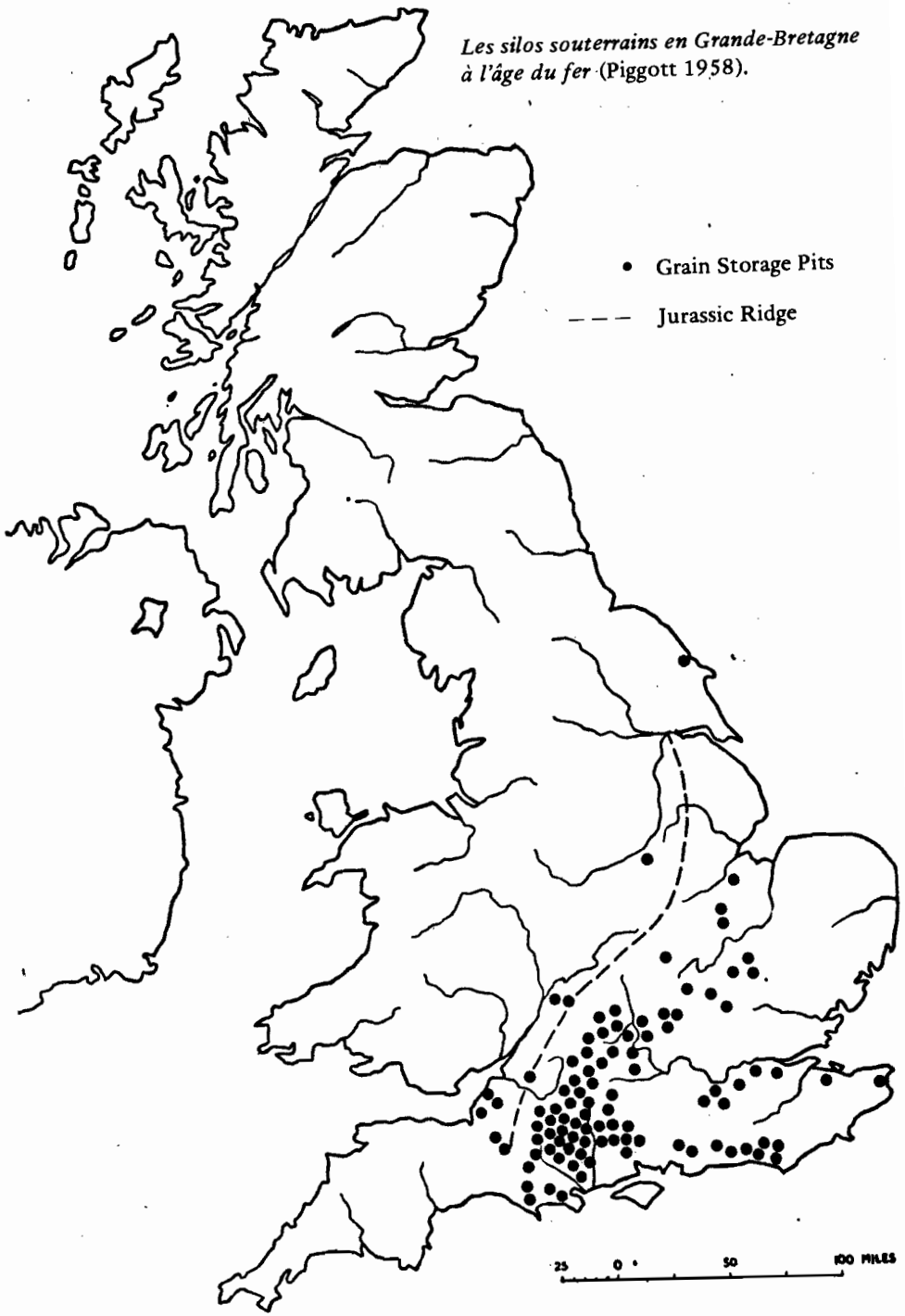
Utilisation des silos souterrains dans les exploitations paysannes aux XVIIe et XIXe siècle (Füzes 1973).



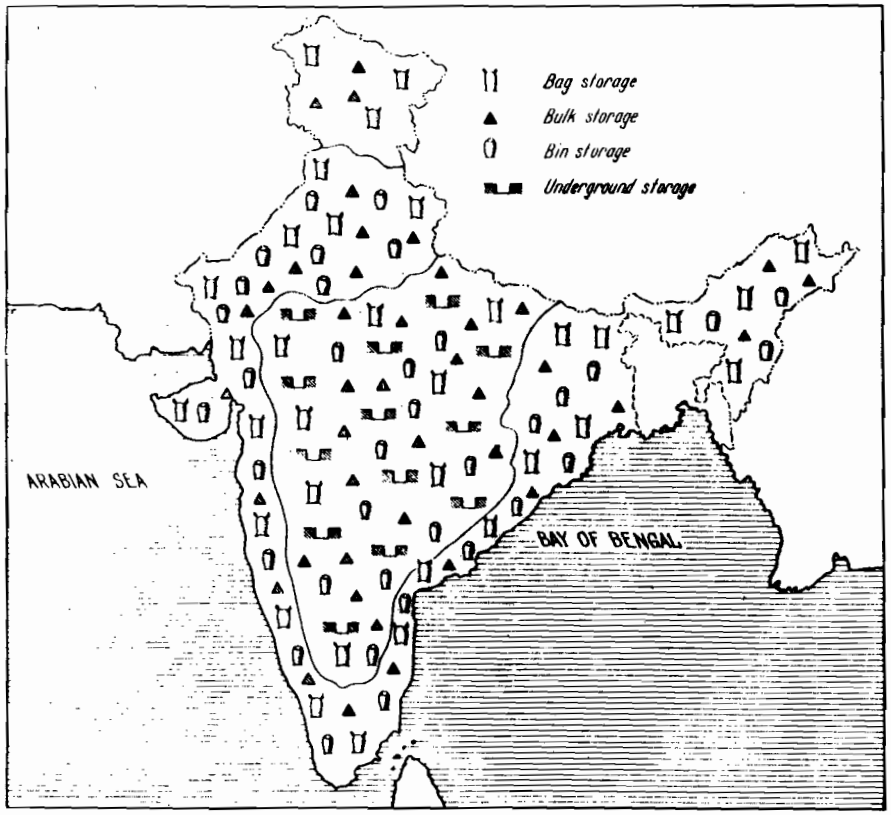
Les silos souterrains en Grande-Bretagne au néolithique et au chalcolithique (Beaker), (Field et al. 1964).



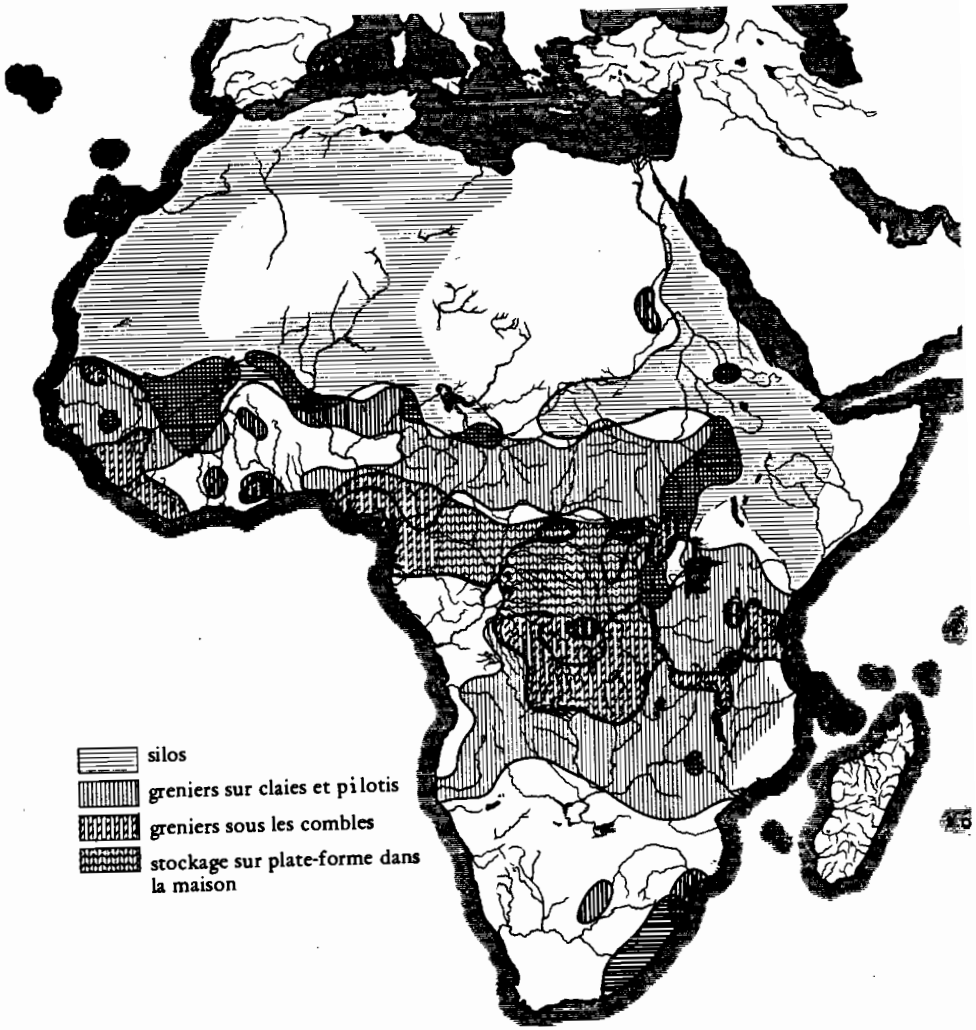
Les silos souterrains en Grande-Bretagne à l'âge du fer (Piggott 1958).



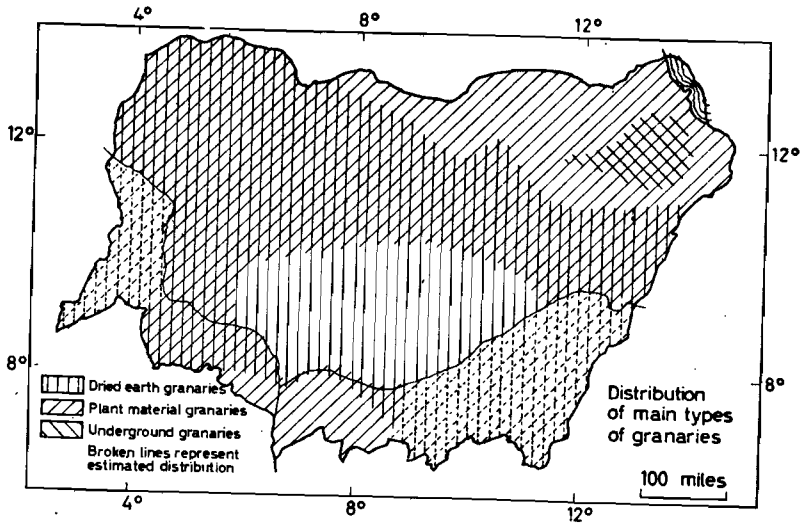
Les différentes méthodes de stockage des céréales en Inde (Pingale et Balu 1955a). Reproduit de *Tropical Agriculture* 32:201, avec la permission de l'éditeur, IPC Business Press Ltd. ©



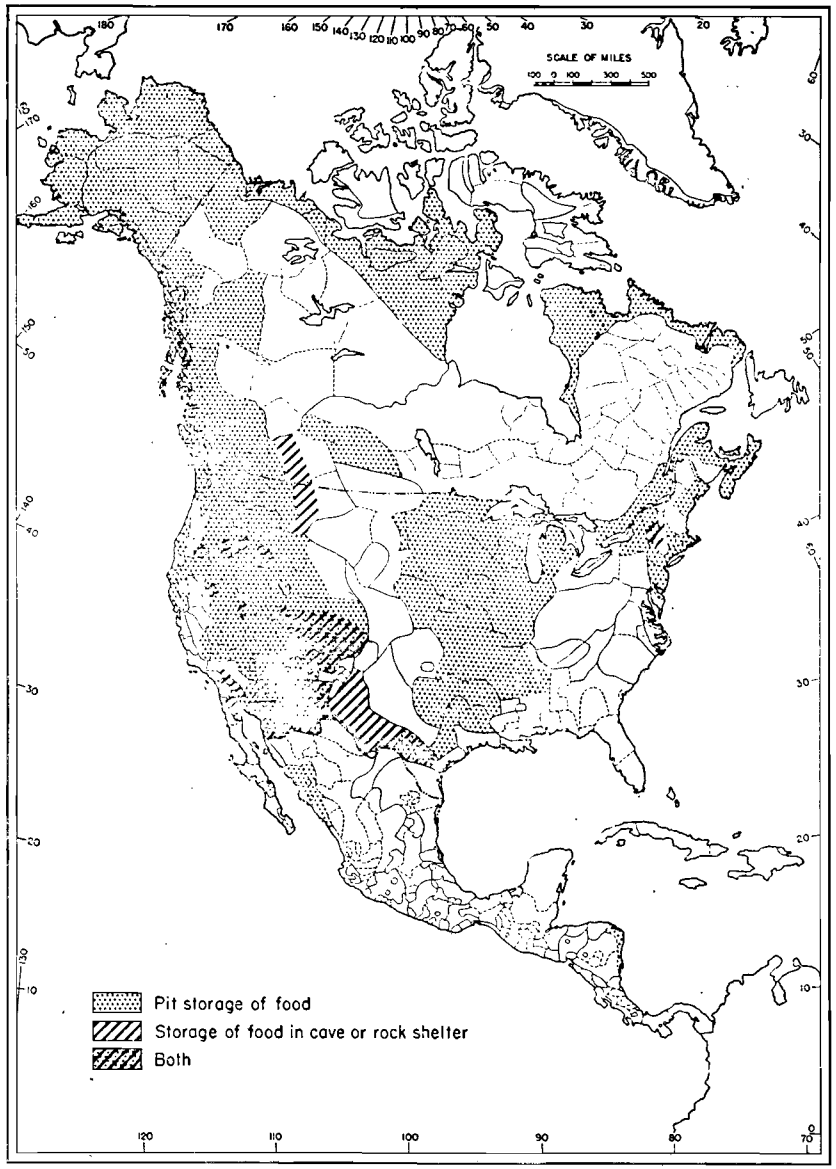
Les différentes formes de greniers en Afrique (Ziegfeld 1922).



Les principaux types de greniers dans le nord du Nigeria (Giles 1964). Reproduit de *Tropical Agriculture* 41:88, avec la permisssion de l'éditeur, IPC Business Press Ltd. ©



Stockage des aliments dans les fosses ou des grottes, Amérique du Nord (Driver et Massey 1957).



Techniques associées : le battage

Bien qu'on ait peut-être ensilé des grains en épi dans l'antiquité, tous les témoignages précis que l'on connaît mentionnent la mise en silos de grains en vrac, battus et vannés. Il y a donc un lien direct entre l'existence de silos et le battage ou le dépiquage immédiats après la moisson.

Lorsqu'au contraire le battage est exécuté en hiver, au fur et à mesure des besoins, le grain est conservé en gerbes, soit en plein air (meules) soit en grange. Dans tous les cas, des bâtiments importants sont nécessaires – on a établi une relation entre forme des granges et techniques de battage dans certaines régions – alors qu'inversement, de tels bâtiments sont absents des régions de battage immédiat.

Une autre relation, assez évidente, est celle qui existe entre étés secs et dépiquage ou battage immédiats. Lorsque les étés sont humides, au contraire, le battage différé laisse aux grains le temps de sécher en gerbes. La moisson à la faux accentue l'avantage du battage différé, car elle se fait avant complète maturité pour éviter l'égrenage. D'où le développement, au XIXe siècle, de la technique des moyettes ou dizeaux pour un premier séchage au champ.

Il y a toutefois des moyens d'adapter aux pays humides les techniques originaires des pays secs. Le dépiquage en grange, quoique rare, n'est pas inconnu (sud du Chili, Slovaquie). Le séchage artificiel du grain est courant dans tout le nord de l'Europe. En Ecosse et en Scandinavie, le grain battu est séché au four, procédé relativement brutal qui ne peut s'appliquer qu'au grain destiné à la consommation. En Finlande et en Russie du nord, par contre, on sèche le grain en gerbes dans des séchoirs spéciaux qui lui conservent sa faculté germinative. Les blés de Livonie, qui étaient séchés de cette façon, étaient particulièrement appréciés dans le commerce de la Baltique pour leurs qualités de conservation (Ahvenainen 1963).

Les techniques de battage peuvent encore dépendre :

- de la taille de l'exploitation : dans certaines régions d'Italie, on bat au fléau dans les petites fermes, on dépique dans les grandes ;
- de l'organisation de la main d'oeuvre : le battage en grange est en général le fait de travailleurs habitant sur place, le battage immédiat est souvent le fait d'équipes de moisonneurs migrants payés à la tâche ;
- de l'organisation juridique : le métayage, avec partage des fruits, est davantage compatible avec le battage immédiat, ainsi d'ailleurs que le paiement des moissonneurs migrants en nature ; par contre, le fermage, payable en argent et à terme fixe, laisse l'exploitant plus libre de ses décisions ; dans cette perspective, l'influence des modalités de recouvrement de la dîme serait à préciser.

La disparition des silos dans l'Europe du nord-ouest est peut-être à mettre en rapport avec la diffusion du battage en grange aux dépends du dépiquage. Mais on n'a aucun élément précis en faveur de cette hypothèse.

Techniques alternatives : autres techniques de conservation des grains

On ne peut les énumérer toutes. En particulier, la typologie des greniers est à faire. Dans la mesure, toutefois,où ceux-ci sont de simples contenants (cas, semble-t-il, de la plupart des greniers africains), leur classification relève pour l'essentiel de critère architecturaux, voire esthétiques. Mais il faut reconnaître que nous ignorons les principes de fonctionnement de ces greniers dans la plupart des cas.

Parmi les techniques de conservation mieux caractérisées, on peut citer les suivantes :

- sacs de paille tressé ou cordée : technique particulièrement importante au Japon (*tawara)* ; existe aussi en Inde (Bengale occidental : *pura*) ;
- meules de grain en vrac contenu dans de la paille tassée (Canaries) ; ou meules faites d'une corde de paille enroulée en hélice autour du grain (Irlande et Ecosse : *straw-bykes* ; Bengale occidental : *morai*) ;
- jarres en terre cuite, communes dans tout le bassin méditerranéen depuis une très haute antiquité ; le problème est de savoir (1) s'il a existé des jarres spécialement destinées à contenir des grains (et dans ce cas, comment les distinguer des jarres à vin ou à huile ?) ou bien (2) si cette destination est seulement occasionnelle (jarres endommagées ou ratées) ou exceptionnelle (citadelles assiégées) ; nom de ces jarres : latin *dolium*, grec *pithos* ;
- grain conservé dans du sable (Yémen : M. Gast), à l'intérieur d'une couche de balles plus ou moins tassée, etc. ;
- grain conservé en gerbes, avant battage ; les gerbes sont elles-mêmes stockées en plein air (gerbiers) ou en granges (Bassin parisien, Angleterre...) ;
- grain battu et vanné conservé en couches avec pelletages (Europe occidentale) ;
- grain battu mais non vanné, conservé avec ses balles : *garde-pile* (France, Sud-Ouest).

Techniques contiguës

On a très peu d'indications sur ce point. Le spécialiste en silos peut être fossoyeur (H. Bessac). En Algérie, on signale des pièges à hérissons construits sur le même modèle que les silos, en plus petit (J. Vignet-Zunz, J. Holtz). En Hongrie, la construction des silos était confiée à des migrants saisonniers venus de Slova-

quie (Nándor). Il faudrait chercher si, d'une manière plus générale, les silos entrent dans la compétence des puisatiers.

Techniques analogues

Il s'agit des fosses destinées à d'autres produits que les grains. On peut distinguer :

- les fosses à betteraves, pommes de terre, fruits, etc., dont le rôle essentiel est la protection contre le gel ;
- les fosses à fermentation : choucroutes, ensilages fourragers, fruits de l'arbre à pain, produits du bananier-ensete (Ethiopie), etc.

Il y a eu des silos à châtaignes, dont le principe n'est peut-être pas différent de celui des silos à grains. Au Pays Basque et dans les Landes, on a même utilisé des fosses pour stocker... du vin, en cas d'abondance exceptionnelle il est vrai (A. Bruneton).

Place et fonction des silos dans le système techno-économique

On vient de voir que par l'intermédiaire des techniques de battage, il y avait peut-être un rapport entre les silos et l'organisation socio-juridique de l'exploitation. C'est ce genre de rapports que nous allons essayer d'inventorier maintenant, de façon plus systématique.

Silos paysans et silos marchands

Cette distinction est essentielle, bien que, comme toujours, il existe des termes intermédiaires. Les silos paysans typiques sont ceux qu'on rencontre en Hongrie ou en Afrique du Nord. Il sont de capacité limitée (15 à 30 q), rarement maçonnés, se trouvent dans la maison, dans la cour ou en plein champ, et alors groupés en petit nombre (quelques unités à quelques dizaines d'unités).

Les silos marchands appartiennent à des négociants, des banquiers, aux municipalités, à l'Etat. Ils atteignent des capacités considérables : 65m³ à Dubrovnik, 50 à 500 tonnes à Malte (métriques ?), 110 m³ à Barcelone, 75 à 750 q en Inde, où en outre les silos à sorgho et à mil du Maharashtra (*pev*) atteignent «des centaines de tonnes» (mesure anglaise de 450 à 500 kg). Leurs groupements, sous les rues ou certaines places des villes, atteignent plusieurs centaines d'unités : 59 sous une seule place de Barcelone, 200 à La Valette (en plusieurs endroits), «plus de 1000» à Foggia, «environ 2000» à Villafranca et

Almendrajelo (Tierra de los Barros, Estremadura), 2000 à Hapur (Inde).

Intermédiaires entre ces deux catégories se trouvent les silos «bourgeois», semblables aux silos paysans à cela près qu'ils se trouvent dans les villes et appartiennent à des propriétaires fonciers (Castelsarrasin). De même, les silos appartenant à des collectivités, hôpitaux, couvents, etc. Il y a des silos à destination militaire (citadelles, places-fortes). En Afrique du Nord, certaines tribus particulièrement puissantes pouvaient avoir des ***retba*** de plusieurs centaines de silos. Les silos étaient aussi particulièrement vastes et nombreux chez les agriculteurs du Haut Missouri (Arikara, Hidatsa, Mandan), qui vendaient une part importante de leurs récoltes aux Indiens des Plaines, non agriculteurs.

Les silos et l'organisation de la consommation

Qui stocke des grains et dans quel but ? Telle est la question qui se pose à ce niveau. Les silos paysans de Hongrie et d'Afrique du Nord sont évidemment destinés à l'usage domestique. Inversement, la conservation en couches avec pelletage est la méthode classique dans les grands moulins travaillant pour l'alimentation de Paris. Dans le premier cas, le producteur moud lui-même (ou fait moudre au moulin banal) son grain, et fait son pain. Dans le second, plusieurs corps de métier, meunier, boulanger, s'interposent entre le producteur et le consommateur qui achète son pain.

Si l'on considère cette chaîne, plus ou moins longue, qui va du producteur au consommateur, il semble que les silos se situent plutôt à proximité du secteur «production». La plupart des silos marchands de la Méditerranée occidentale sont situés dans des régions de production. Par contre, lorsque la chaîne producteur-consommateur s'allonge et se complexifie et lorsque l'on se rapproche du secteur «consommation», d'autres procédés de stockage deviennent prépondérants. Les greniers d'Ostie, destinés à recevoir les grains d'Egypte et d'Afrique, n'étaient pas des silos, pas plus que les greniers royaux ou ceux des temples en Mésopotamie.

Le riz présente à cet égard un cas particulier important, à cause de l'originalité des techniques de transformation dont il est l'objet. On le conserve généralement non décortiqué, sauf au Japon. En Inde, dans certaines régions d'Afrique, et de plus en plus dans les villes de l'Asie du Sud-Est, on conserve le riz étuvé (*parboiled*). Cette technique a de grands avantages sur le plan nutritionnel. On peut se demander si elle n'a pas certains rapports avec la technique du vieillissement artificiel mentionnée plus haut (Kondō 1926, Gariboldi 1974).

Facteurs physiques et économie du stockage

Les facteurs du milieu physique jouent un rôle direct dans l'écologie des grains stockés, et, comme on vient de le voir, par l'intermédiaire des techniques de récolte et de battage. Mais bien entendu, ils interviennent à un niveau plus fondamental encore, en déterminant la plus ou moins grande irrégularité des récoltes, de laquelle dépend la plus ou moins grande utilité du stockage à long terme.

Il n'y a pas que des facteurs physiques qui influent sur la régularité des récoltes, d'ailleurs. Des facteurs techniques interviennent aussi (l'agriculture céréalière moderne d'Europe occidentale ne connaît plus les écarts considérables du XVIIIe siècle). Mais plus le climat est aride et plus les pluies sont irrégulières, et moins il est facile de compenser leur irrégularité par des moyens techniques. Le contraste des saisons, qui augmente parallèlement à l'aridité du climat, pousse dans le même sens.

Les cartes ci-après donnent une idée de ce gradient climat-stockage pour le Nigéria. Elles sont extraites de W.B. Morgan (1959), «The Distribution of Food-Crop Storage Methods in Nigeria».

Nomadisme, insécurité

Ces deux facteurs sont ceux qui ont été évoqués le plus souvent par les observateurs occidentaux pour «expliquer» les silos. Leur rôle est indéniable dans certains cas. Mais il est de toute évidence nul dans beaucoup d'autres (les silos marchands d'Italie ou d'Espagne). Dans tous les cas, le danger est de prendre l'un ou l'autre de ces facteurs pour l'«explication» qui dispense de chercher plus loin.

Silos et féodalité

Il est très improbable qu'il y ait un lien direct entre telle ou telle technique agricole et telle ou telle forme d'organisation sociale. Cependant, un auteur hongrois, E. Füzes, croit pouvoir associer la conservation du grain en silos souterrains et la féodalité en Europe orientale. En sens inverse, une «petite phrase» du Capitulaire *De Villis* a été présentée comme une interdiction des silos : *«Praevideat unusquisque iudex ut sementia nostra nullatenus pravi homines subtus terram vel aliubi abscondere et propter hoc messis rarior fiat.»* (voir traduction p. 66). Il semble hardi d'en tirer une conclusion aussi précise.

On peut par ailleurs se demander si les oubliettes médiévales de la mythologie romantique, dans la mesure où elles ont existé (Viollet le Duc le nie), n'étaient pas des silos.

«Police» et commerce des grains

On appelait au XVIIIe siècle «police» (nous dirions aujourd'hui «politique») des grains l'ensemble des dispositions réglementaires prises pour assurer l'approvisionnement de la population. Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, la police des grains a été une question vitale pour tous les pays d'Europe occidentale. En France, de 1750 à 1789, aucun autre sujet peut-être n'a davantage passionné l'opinion ni fait couler plus d'encre. La controverse opposait, en gros, les libéraux, partisans de la liberté du commerce des grains, aux partisans, sinon de la réglementation traditionnelle, au moins de l'intervention des pouvoirs publics. Cette controverse joua un rôle capital dans l'élaboration des doctrines économiques du XIXe siècle. (La bibliographie sur le sujet est absolument énorme. Voir en particulier Afanassiev 1894, Béguillet 1785, Letaconnoux 1906, Lepitre 1910, *Recueil des principales loix...* 1769).

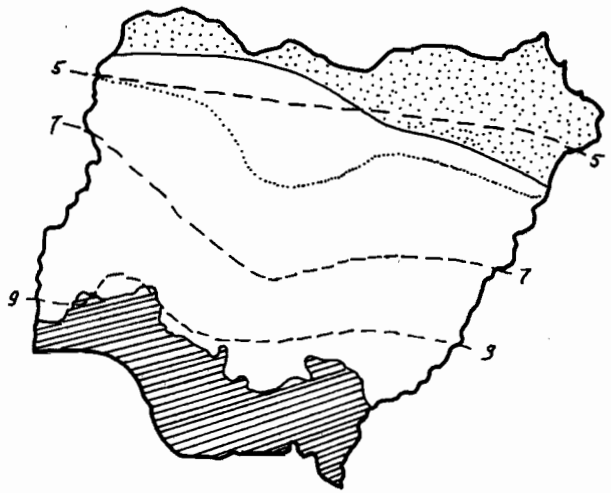
La police des grains est un problème terriblement complexe. En France, elle était faite surtout d'interdictions (d'exporter les grains hors du pays, de la province, voire de les transporter, toujours d'en faire des «amas», de les vendre ou de les acheter hors marchés, etc.) et appliquée de façon assez intermittente, au gré des anticipations de disette. On a pu écrire, avec quelque exagération sans doute, que le blé n'était sous l'Ancien Régime qu'un objet de contrebande. Chaque autorité locale s'efforçait en effet d'empêcher la «sortie» des grains au moindre signe de cherté, quoi qu'il pût en coûter aux voisins. Mieux organisées, les villes étaient en général gagnantes dans cette compétition, et c'est pour cette raison que la famine frappait les campagnes plus durement que les villes. Le pouvoir royal n'agissait pas autrement. Le ravitaillement de Paris était pour lui prioritaire, à cause du danger d'émeute en cas de disette.

Mais avec tout cela, jamais le pouvoir central n'eut recours, en France, à des réserves de sécurité. Cette abstention contraste de façon très remarquable avec la police suivie dans la majeure partie de l'Europe. Toutes les villes d'Italie, semble-t-il, et la plupart des villes de Suisse et d'Allemagne avaient des réserves de sécurité, gérées, ou au moins contrôlées, par les pouvoir publics : l' *Abbondanza* de Florence, l'Office de l'Annone à Côme, l'Office du blé à Venise, etc. En Suisse et en Allemagne, les greniers d'abondance portaient le nom de *Kornhäuser* (C. Beutler).

Dernier cas de figure, enfin, celui de l'Angleterre et de ses célèbres *corn-laws*, en vigueur de 1660 à 1846, par lesquelles l'état subventionnait... l'exportation des grains, chose absolument inouïe pour l'époque.

Comment rendre compte de cette diversité en matière de police des grains dans les pays européens ? Le premier facteur en jeu est la démographie. Car avec un plafond de rendement fixé partout assez bas par l'absence de fertilisation (quelques quintaux par hectare et par an), les ressources exportables dé-

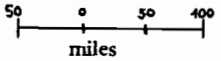
Les facteurs climatiques du stockage au Nigeria (Morgan 1959).



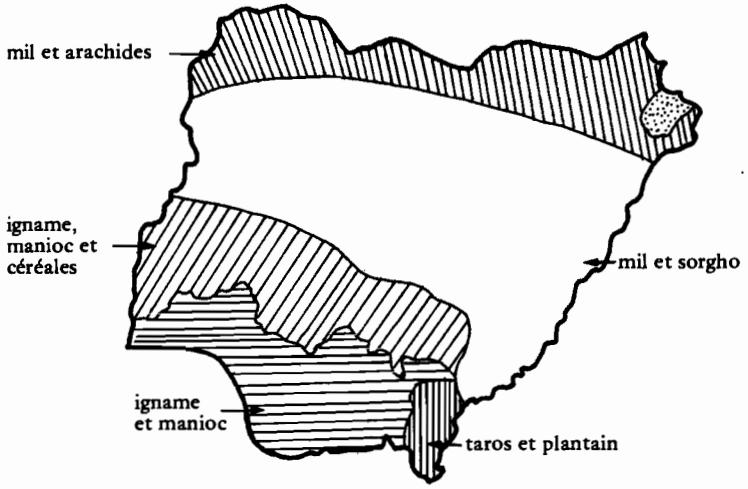
1. facteurs climatiques

Légende de la carte 1.

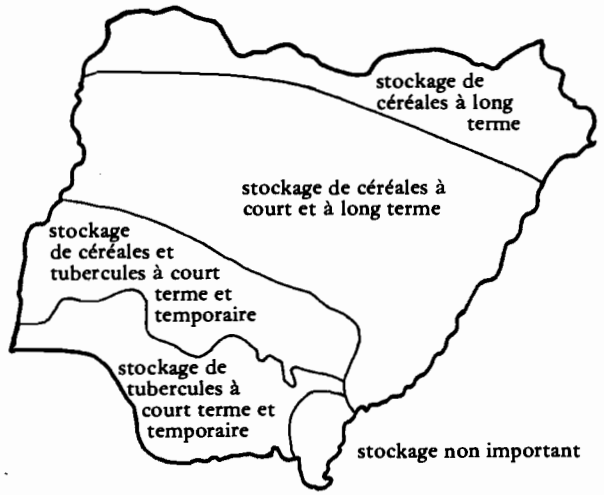
- - - 7. nombre de mois recevant plus de 25 mm de pluie
..... limite sud du risque de manque de pluie en avril
zone pouvant recevoir moins de 400 mm par an
région d'agriculture forestière



Les facteurs climatiques du stockage au Nigeria (Morgan 1959).



2. cultures principales



3. régions de stockage

pendaient essentiellement de la pression démographique. A la suite de la poussée démographique du XVIe siècle, beaucoup de régions méditerranéennes, traditionnellement exportatrices, deviennent importatrices ou au moins cessent d'exporter. A partir du XVIIe siècle, les grandes régions exportatrices sont les pays Baltes (dont le commerce est aux mains des Hollandais : Amsterdam est alors le principal entrepôt des grains du Nord) et l'Empire ottoman, auquel se substituera la Russie (grains de la mer Noire). L'Angleterre cesse d'exporter des grains en quantité appréciable après 1780-1790.

On sait malheureusement peu de choses sur le rôle des importations de grains dans un pays comme la France. Les volumes eux-mêmes ne sont connus que dans certains cas (Marseille : Romano 1956). Mais on ignore les effets de ces importations, effets qui ont pu être considérables bien que les volumes en jeu fussent minimes au regard de la production intérieure. Il suffit en effet de quantités faibles pour provoquer des variations de prix importantes, qui peuvent se répercuter de proche en proche jusqu'à des régions qui pourtant ne voient jamais de grain étranger.

Un autre facteur important est celui de l'importance des villes par rapport aux campagnes, et de leur autonomie par rapport au pouvoir central. C'est ainsi qu'en France, Besançon, Lyon et Strasbourg étaient les seules villes à avoir des réserves publiques. De telles réserves seront également établies dans la Lorraine indépendante du roi Stanislas à partir de 1750 (Béguillet 1785). Il se pourrait bien, en définitive, que la différence entre la France d'une part, l'Italie, la Suisse et l'Allemagne d'autre part, en matière de police des grains, soit due aux rapports de force très différents entre pouvoir central et pouvoirs locaux dans les deux cas.

Il faut d'ailleurs aller plus loin, jusqu'aux communautés paysannes elles-mêmes. Car celles-ci ont aussi leur propre police des grains, pour ainsi dire, bien qu'elle prenne des formes très différentes de ce qui se passe dans les villes. C'est évident dans le cas des communautés paysannes d'Afrique du Nord, avec leurs *agadir* ou leurs *retba*. On peut même se demander si la perte progressive d'autonomie des communautés villageoises au XIXe siècle n'a pas été la cause principale de la disparition des silos paysans un peu partout dans le monde.

Quoi qu'il en soit, il est bien clair que dans les sociétés pré-industrielles, les grains sont un enjeu absolument vital. Aussi la police des grains joue-t-elle comme un révélateur des rapports sociaux les plus fondamentaux, notamment en ce qui concerne les rapports entre pouvoirs : pouvoir central/pouvoir locaux, villes/campagnes, seigneurs/communautés villageoises, etc. Cela va même jusqu'aux rapports entre hommes et femmes ! Ainsi en Afrique du Nord, où si les silos sont faits en dehors de la maison, c'est, entre autres, pour que les femmes ne puissent pas y accéder à l'insu du mari (J. Holtz, région de Guelma).

Les silos et l'origine de l'agriculture

Un très grand nombre de mythes et d'hypothèses ont été proposés pour «expliquer» l'«invention» de l'agriculture. Deux ouvrages récents en donnent un inventaire assez complet : *Seed to Civilization*, par C.B. Heiser (San Francisco 1973), et *Crops and Man*, par J.R. Harlan (Madison 1975).

Ce n'est pas ici le lieu de revenir en détail sur toute cette problématique. Mais les idées les plus pertinentes qui ont été émises sur ce sujet paraissent être les suivantes :

1. Le problème essentiel n'est pas celui des connaissances nécessaires à la pratique de l'agriculture. Les peuples cueilleurs disposent souvent de connaissances suffisantes pour pratiquer une agriculture au moins rudimentaire (Flannery, Harlan). Ce qu'il s'agit d'expliquer est le processus économique qui a conduit certaines sociétés à dépendre de l'agriculture.
2. On ne peut pas expliquer ce processus par la simple pression de la «nécessité», sous quelque forme que ce soit (assèchement du climat, accroissement démographique, etc.). Celle-ci peut conduire aussi bien à la régression technique qu'à l'innovation. La notion même de «nécessité» économique, chez les chasseurs-cueilleurs, est discutable (Sahlins).

En d'autres termes, nous constatons que certaines sociétés ont adopté l'agriculture. Mais nous ne comprenons pas ce qui a pu les y inciter. C'est cette contradiction qui est l'essentiel du problème.

Carl O. Sauer fut un des premiers à s'y attaquer explicitement. La solution qu'il proposa était d'imputer l'invention de l'agriculture à des communautés de pêcheurs sédentaires des régions tropicales, qui auraient mis en culture les plantes à fibres et à poison dont ils se servaient pour capturer le poisson (Sauer 1952).

Les thèses de Sauer n'ont plus guère de défenseurs aujourd'hui. On leur reproche surtout de n'être pas vérifiables par l'archéologie. Néanmoins, l'idée de chercher une solution dans la culture des plantes non alimentaires est intéressante. On peut penser par exemple au tabac, dont l'aire de culture en Amérique du Nord est notablement plus étendue que celle du maïs (Driver 1972). Plus généralement, on peut penser que toute plante recherchée pour ses propriétés, alimentaires ou non, et dont la distribution géographique est restreinte, est une bonne candidate à la domestication.

Mais peut-être y a-t-il une autre issue à chercher dans la problématique du stockage. Historiquement, en effet, la mise au point de techniques de conservation adéquates a été un préalable, sinon à la domestication de certaines plantes, du moins à leur production en grand. C'est l'appertisation et les techni-

ques du froid qui ont permis à des produits comme les fruits et légumes, le lait frais, etc., d'entrer dans la production de masse au XIXe siècle. Le stockage des céréales à long terme, qui, à la fin du paléolithique, ne pouvait guère se faire autrement que dans des silos souterrains, a-t-il joué un rôle comparable dans le développement de la culture des grains ?

Autrement dit, a-t-il existé des silos avant l'agriculture, pour le stockage de produits de cueillette ? C'est aux archéologues de nous le dire. Mais une question tout aussi importante est celle du stockage chez les chasseurs-cueilleurs actuels. M. Sahlins (1972) a souligné la contradiction qui existe entre leur mode de production, qui est basé sur la mobilité du groupe, et la pratique du stockage. Mais est-ce vrai dans tous les cas ? Il faut prendre garde que les chasseurs-cueilleurs actuels *ne sont pas* devenus des agriculteurs, précisément. S'ils nous apprennent quelque chose, par conséquent, c'est ce que *n'étaient pas* les chasseurs-cueilleurs qui, eux, sont devenus agriculteurs. De plus, la notion même de «chasseurs-cueilleurs», définie simplement par l'absence d'agriculture, est inconsistante. Il vaudrait mieux parler de «non-agriculteurs». Cela nous éviterait le danger de prêter aux modes de production pré-agricoles une unité qu'ils n'ont certainement pas.

Sur le plan strictement écologique, par ailleurs, le stockage a peut-être joué un rôle direct pour permettre la mise en culture des céréales. Car il ne suffit pas toujours de mettre des graines en terre pour qu'elles germent. Les semences de nombreuses plantes, sauvages et adventices, présentent un phénomène appelé *dormance*, qui est l'absence de germination bien que les conditions (température, humidité) en soient remplies. Les causes de la dormance sont variées, et d'ailleurs mal connues. La dormance peut disparaître avec le temps, ou être rompue par l'intervention de certains facteurs physico-chimiques. Historiquement, elle a constitué un obstacle à la culture de certaines graminées fourragères. Par exemple, les semences de *Panicum maximum* Jacq., graminée originaire de Rhodésie, ne germent qu'à 5 % immédiatement à la récolte, pourcentage qui passe à 24 % après un an de stockage (Smith 1971).

La dormance des céréales sauvages a-t-elle pu constituer un obstacle à leur mise en culture ? Ce n'est pas certain. Mais dans ce cas, l'ensilage pourrait là encore avoir été une solution. L'ensilage des semences est attesté en Asie Centrale (Kazakh, Tchaghataï) : le groupe nomadise aux abords de ses champs jusqu'à la récolte ; celle-ci terminée, les semences pour l'année suivante sont mises en silo sur place, et le groupe quitte les lieux en emportant le reste comme provisions.[1]

Cet exemple date du début du XIXe siècle, et est en partie anachronique à notre propos. Mais la technique elle-même de l'ensilage des semences est transposable sans difficulté à des époques plus anciennes. Un autre exemple intéressant est le suivant, car il montre le lien qui a pu exister entre les silos et un système de culture particulièrement simple, la *culture de décrue.*

1. Information communiquée par M. Louis Bazin.

> *Tabki* storage takes place in the sands-with-clay portion of the Chad basin, chiefly in Dikwa emirate. Here surface depressions accumulate clay deposited by rain water percolating down gentle slopes. Eventually clay beds are formed sufficient to hold a wet season pool or *tabki.* The trampling of cattle brought to the pools to drink increases the imperviousness of the clay. In the dry season the cultivator selects a suitable clay patch and digs a circular hole down to the underlying sands when he hollows out a concave sided pit. The pit is lined with matting and chaff, filled with grain, covered with matting and the clay plug replaced. Water may return in succeeding wet seasons and the surface may even bear a crop, but the grain usually remains well stored for several years. *Tabki* pits are normally used to store *masakwa* (Morgan 1959).

Tabki est un mot haoussa (plur. *tabkuna*), et *masaka* est le nom d'une variété locale de sorgho, dont Morgan précise bien qu'on la sème dans les terres inondables à la fin des pluies, pour la récolter en décembre et janvier. Là encore, il ne faut pas tirer de cet exemple, contemporain, plus qu'il ne peut donner. Il reste que l'agriculture de décrue est, de toutes les formes simples d'agriculture, celle qui exige le moins de travail pour la préparation du champ. Dans les cas les plus favorables, celle-ci est même inutile, on se contente de semer après la crue dès que la terre est suffisamment ressuyée.

Faut-il en conclure que l'agriculture a été «inventée» par des chasseurs-cueilleurs paresseux, vivant à proximité de terres inondables, et désireux de remplir leurs silos à bon compte pour s'assurer davantage de prestige que leurs voisins ? Cela serait aller un peu vite en besogne. Il faut amasser beaucoup plus d'informations, et beaucoup plus précises, sur toutes ces techniques, et cette tâche est à peine commencée (cf. Harlan et Pasquereau 1969).

Cela dit, on admet aujourd'hui que les nombreuses innovations dont la confluence constitue la néolithisation ont pu apparaître un peu partout, à l'intérieur d'une aire géographique beaucoup plus vaste que le «foyer» proche-oriental classique (la plus ancienne poterie du monde est japonaise). L'agriculture, ou plutôt la céréaliculture, n'est que l'une de ces innovations. L'extension des fouilles archéologiques en dehors des zones dites nucléaires ne fait que commencer, et elle pourrait bien aboutir à confirmer l'intuition d'Edmonson, qui écrivait en 1961 : «Rather than starting in Iraq and diffusing outward, the 'Neolithic' appears to a considerable extent to have converged on it.»

LE DEVELOPPEMENT DES TECHNIQUES MODERNES

Les procédés actuels de conservation des grains stockés apparaissent largement comme le résultat d'une mécanisation progressive des procédés traditionnels en Europe du nord-ouest, pelletages, vannages et criblages. L'histoire de leur développement est en grande partie celle de l'introduction de moyens mécaniques nouveaux ; c'est problablement l'électrification qui, à cet égard, a été le facteur le plus décisif. Mais il ne semble pas y avoir eu de changements importants avant l'apparition des silos-tours (*elevators*). Pour autant qu'on le sache, ceux-ci apparaissent d'abord dans les régions exportatrices, notamment dans les ports (Roumanie) et en liaison avec le réseau ferroviaire (Amérique du Nord). Aux USA, le premier brevet pour un système mécanisé de manutention du grains en vrac remonte à 1785 ; mais la vapeur n'est utilisée qu'en 1843, et le système ne se répand vraiment que dans les années 1860 (Schlebecker 1975). En France, on ne commence à construire des silos modernes que dans les années 1930, et ils ne se généralisent qu'après la seconde guerre mondiale.

Cette généralisation est liée à celle de la moissonneuse-batteuse, et il y a là un exemple de la façon dont les développements techniques dépendent les uns des autres, qui mérite une brève parenthèse.

La première machine à battre fonctionnelle, à poste fixe, est construite par l'Ecossais George Meikle en 1786. La première faucheuse fonctionnelle est celle de l'Américain Obed Hussey, en 1833. La première moissonneuse-batteuse est fabriquée par Hiram Moore dans le Michigan en 1836. C'est une énorme machine tirée par 15 à 20 bêtes et servie par une équipe de 5 hommes au moins. Mais c'est seulement dans les vallées céréalières de Californie que cette machine trouve une utilisation : dans les Prairies, les étés plus humides lui font préférer la moissonneuse-lieuse, qui permet de différer le battage jusqu'à ce que le grain soit plus sec. C'est seulement à la suite des progrès dans le domaine des pneumatiques et des moteurs à combustion interne que la moissonneuse-batteuse revient au premier plan. Aux Etats-Unis, sa diffusion, commencée en 1930, s'achève vers 1945. Elle commence après la guerre en Europe occiden-

tale, et c'est à l'afflux du grain en vrac provoqué par cette nouvelle technique de récolte que répond la généralisation des silos-tours. Mais ce grain en vrac est souvent humide, puisqu'il n'a pas eu le temps de se ressuyer en gerbes : le problème du séchage prend alors une importance inconnue auparavant. Depuis 10 à 15 ans, l'expansion du maïs vers le nord et la mécanisation de sa récolte posent de façon plus aiguë encore le problème du stockage des grains humides : les céréales classiques, récoltées en été, ont un taux d'humidité de 15 à 20 %, le maïs, récolté en automne, atteint 20 à 40 %.

C'est du milieu du XVIIIe siècle, semble-t-il, que datent les premières tentatives suivies pour améliorer et perfectionner les techniques traditionnelles de conservation des grains (plus tôt peut-être en Italie). Tous les moyens possibles et imaginables paraissent avoir été essayés. Mais aucun ne parvint à supplanter durablement la méthode ordinaire de conservation en couches avec pelletages, sauf rares exceptions (établissements militaires), et jusqu'à ce que l'accroissement du volume des stocks la fasse littéralement éclater.

Les premières recherches, au XVIIIe siècle, portèrent sur le séchage par étuvage ou ventilation (Duhamel du Monceau 1753, 1765 ; Inthiéry 1770 ; Cailleau 1788). L'échec de l'étuvage tient certainement à la rareté et à la cherté du combustible en Europe occidentale à cette époque. Celui de la ventilation tient à l'absence de moyens techniques appropriés. Le seul moyen de ventilation universellement connu à cette époque était le soufflet de forge. Duhamel du Monceau utilisa pour ses essais le soufflet «inventé» par l'Anglais Hales. Le tarare lui-même commençait alors seulement à se répandre : Duhamel ne le connaît que sous le nom de «crible à vent».

Au XIXe siècle, en dehors des silos hermétiques, c'est au remuage des grains qu'on prête le plus d'attention. L'idée la plus simple était celle d'un système de trémies superposées où le grain pourrait s'aérer en circulant progressivement du haut en bas. On la trouve proposée dès 1774, puis à nouveau en 1820 (Busche 1821). Vers la même date sont proposés les «greniers perpendiculaires» de l'Anglais John Sinclair, basés sur le même principe. Mais la solution la plus couramment adoptée a problablement été celle de ménager des trappes dans les greniers à étages ordinaires, pour aérer le grain en le faisant passer d'un étage à celui du dessous.

La première tentative véritable de mécanisation du pelletage est sans doute celle du grenier mobile de Vallery, en 1840. Il s'agissait d'un grand tambour horizontal, muni intérieurement d'un système de cloisons, et tournant sur son axe. L'hospice de Pont-Audemer en possédait un en 1842. Mais il semble douteux que le grenier Vallery ait été fabriqué à plus de quelques exemplaires. L'idée n'était pas mauvaise, cependant, elle sera reprise à la fin du siècle en Allemagne pour la fabrication de séchoirs à grains (Schribaux 1912).

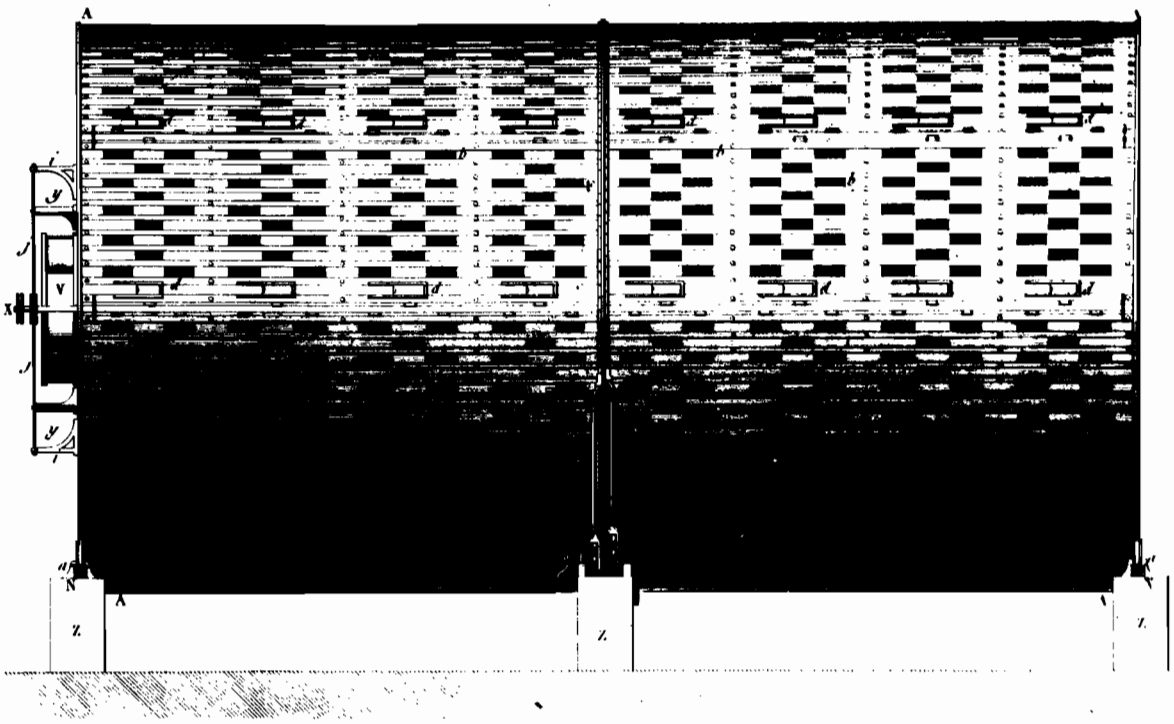
Autre tentative, celle des greniers Huart, proposés en 1850. Il s'agissait de

cellules verticales d'où, à intervalles réguliers, le grain était sorti par le bas et réintroduit par le haut au moyen d'une chaine à godets. Il ne semble pas que les greniers Huart aient été construits à un plus grand nombre d'exemplaires que le grenier Vallery. S'ils sont relativement célèbres à leur époque, c'est sans doute en partie parce qu'on en avait équipé la Manutention Militaire de Paris en 1856. On dispose d'une description détaillée des greniers Huart en 1901 (Adrian). Ils posaient alors deux problèmes : celui de la déformation des parois (en tôle), et celui de l'adhérence aux parois de grains avariés qui contaminaient le reste. Pour Schribaux (1912), la méthode Huart était «coûteuse et irrationnelle».

Quant à la ventilation proprement dite, nous sommes encore mal renseignés sur son développement réel. Un premier problème serait de savoir depuis quand les ventilateurs à hélice ont fait leur apparition (les traités généraux sont curieusement muets sur ce point). Un système expérimental de ventilation est signalé en 1856 (Cornaille 1893). Il s'agissait de refroidir le grain pour empêcher la reproduction des insectes. Mais il reste à savoir dans quelle mesure la ventilation, qu'il s'agisse de refroidir ou de sécher les grains, a été effectivement utilisée avant la généralisation des silos-tours. L'Allemagne semble avoir eu une certaine avance sur la France dans ce domaine.

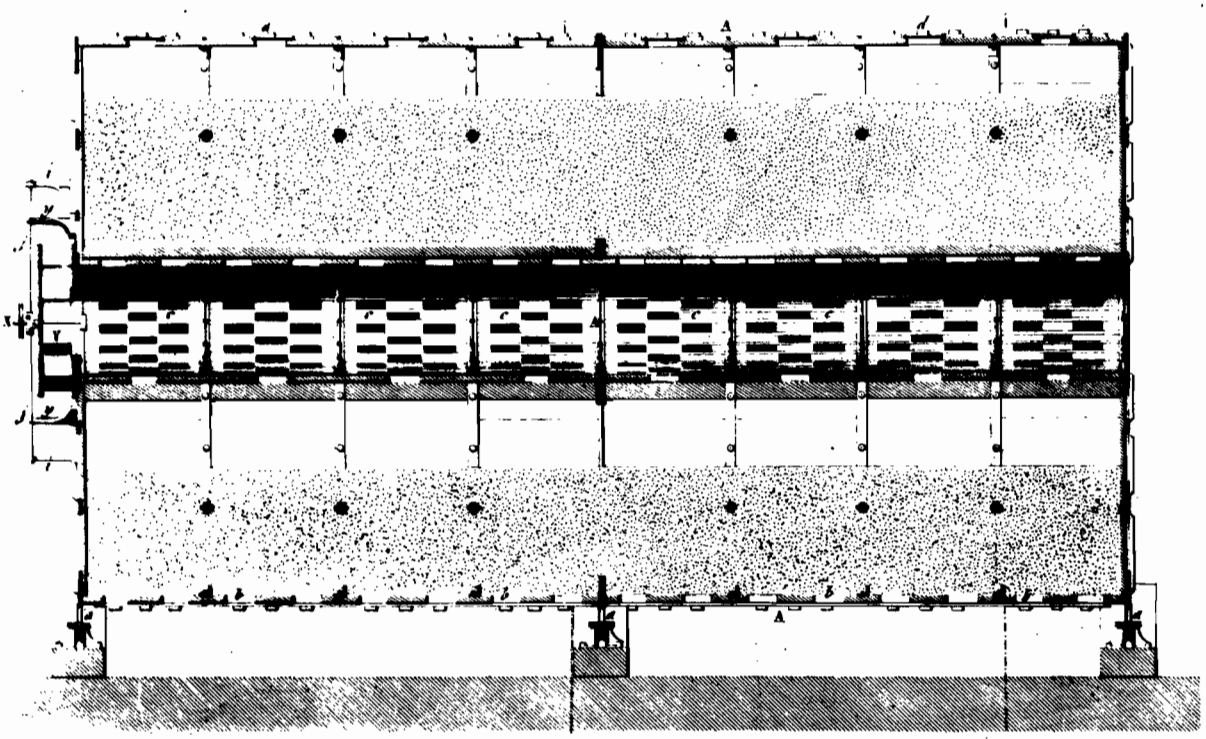
Le dernier procédé en date est la conservation des grain humides, à usage fourrager, en silos hermétiques avec addition d'acide propionique. Cette technique fait son apparition vers 1965 ; il semble qu'il s'agisse d'une retombée des recherches sur l'ensilage hermétique menées par les Britanniques après la guerre. Bien que cette histoire soit très récente, en tous cas, elle est déjà mal connue, et les travaux nombreux consacrés à l'ensilage des grains humides ne signalent jamais l'origine de cette technique. On s'étonne moins que nous ayons tant de mal à comprendre l'innovation, quant on constate combien les conditions de sa genèse sont vite oubliées, même de nos jours.

Grenier mobile (Vallery 1839).



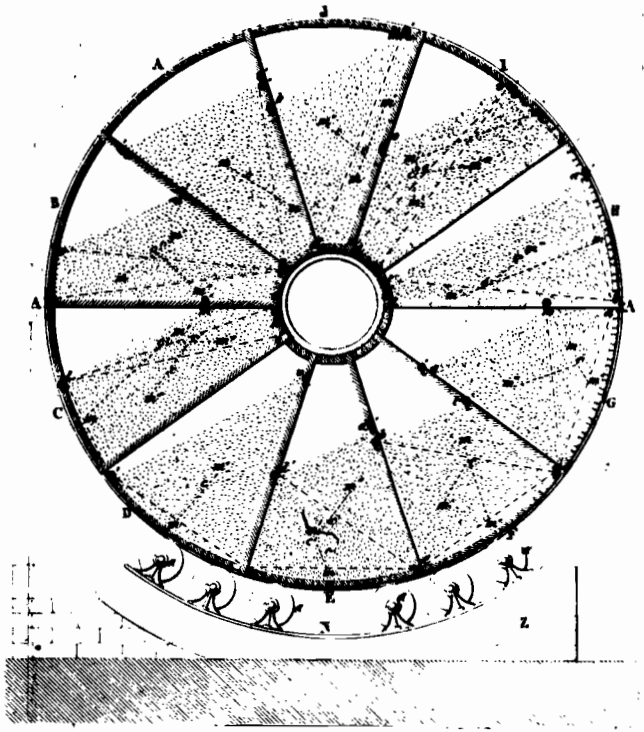
1. Profil

Grenier mobile (Vallery 1839).



2. Coupe en long

Grenier mobile, (Vallery 1839).



3. Coupe en travers

ECOLOGIE DES GRAINS STOCKES

Il serait absurde de vouloir résumer en quelques pages ce qui constitue un domaine scientifique en soi, avec une abondante littérature spécialisée. Tout ce qu'il est possible de faire ici est de donner une idée de la complexité des problèmes. Pour qu'une recherche interdisciplinaire soit fructueuse, chacun doit faire l'effort d'entrer en partie dans la problématique de l'autre. Il ne faut pas qu'ethnologues et archéologues s'attendent à trouver chez les biologistes des réponses toutes prêtes aux questions qu'ils se posent à propos des procédés observés sur leurs terrains. La meilleure preuve en est, peut-être, que les archéologues britanniques ont entrepris eux-mêmes, depuis 1964, une série d'expérimentations en collaboration avec le Pest Infestation Laboratory de Slough (G.B.). (Voir à ce sujet : Peter J. Reynolds, «Experimental Iron Age Storage Pits : An Interim Report», *Proceedings of the Prehistoric Society*, et J. Lacey, «The Microbiology of Grains Stored Underground in Iron-Age Type Pits», *Journal of Stored Products Research.*)

Les facteurs de détérioration des grains stockés

Classiquement, les trois grandes causes de détérioration sont :

- une germination intempestive du grain lui-même,
- les ravageurs (insectes, rongeurs...),
- les micro-organismes, responsables de phénomènes de fermentation, moisissure et pourriture, et les réactions chimiques et enzymatiques.

Toutes ces causes sont elles-mêmes sous la dépendance de facteurs physiques dont les principaux sont la température, l'humidité et la teneur en oxygène. Une première difficulté est que bien qu'il soit indispensable, pour analyser les phénomènes, d'isoler ces différents facteurs, les effets synergiques sont

prédominants dans la réalité. Par exemple, le phénomène classique de l'échauffement est en général provoqué par une pullulation d'insectes en un point de la masse du grain, et a pour conséquences des transferts de chaleur et d'humidité qui déterminent à leur tour des phénomènes de moisissure, etc. Une seconde difficulté est que les opérations de mesure perturbent souvent gravement le milieu observé, si bien que plus on contrôle les conditions expérimentales, et plus ces conditions sont éloignées de celles de la réalité. Ces deux difficultés ne sont pas propres à l'étude des grains stockés, du reste, elles se retrouvent dans la plupart des domaines de l'écologie.

D'une manière générale, on peut admettre que :

- en pays chauds et humides, toutes les causes de détérioration du grain sont à leur intensité maximale,
- en pays chauds et secs, le principal danger est celui des insectes,
- en pays frais et humides, le principal danger est celui des fermentations et moisissures.

Le comportement des grains : germination, dormance, longévité

La capacité des grains de céréales d'absorber l'humidité de l'atmosphère est connue depuis toujours (on évitait les pelletages par temps d'orage). En 1912, E. Schribaux publiait que du blé tendre à 12,75 % d'humidité était passé à 17,60 % en deux jours de séjour dans une étuve saturée à 30 - 35°C. Il ajoutait que cette absorption d'eau n'était pas suffisante pour provoquer la germination à elle seule. Mais à ce taux, les variations de température provoquent des condensations qui peuvent faire germer les grains de la surface.

La dormance (dont on a déjà dit un mot) est un facteur favorable. Les généticiens ont introduit une certaine dormance dans des variétés de céréales susceptibles de germer dans l'épi lors d'étés pluvieux.

L'âge du grain est un autre facteur à prendre en considération. Il semble qu'avec l'âge, le grain perde peu à peu son hygroscopicité (en même temps sans doute que sa faculté germinative). C'est la raison pour laquelle on espaçait les pelletages à mesure que le grain vieillissait. Dans certains cas, ce grain vieux, considéré comme à peu près inerte, était gardé comme réserve de famine pour plusieurs dizaines d'années.

Le problème de la longévité des graines a passionné de nombreux chercheurs depuis longtemps. La littérature sur ce sujet remonte au moins à De Candolle (1846). La plupart des observations anciennes ont été faites sur des graines d'herbier : elles mettent en évidence la longévité des graines «dures» dont la survie atteint plusieurs dizaines d'années. Beaucoup d'espèces à graines

dures sont des légumineuses, le record étant semble-t-il tenu par *Cassia multijuga* Rich. avec 158 ans (Becquerel 1907, cité par Lela V. Barton 1961).

Mais les conditions en herbier sont loin d'être les plus favorables à la conservation des semences vivantes. En fait, U. Simon (1958) a trouvé que dans ces conditions — collections de semences conservées en flacons non hermétiques dans des locaux chauffés — la plupart des céréales ne conservaient leur faculté germinative qu'une dizaine d'années ; un peu plus pour les unes (orge, avoine), un peu moins pour les autres (seigle). Un certain nombre de hasards historiques ont montré que dans des conditions particulières, les durées de survie pouvaient êtres beaucoup plus longues.

Le record absolu toutes catégories est sans doute détenu par des graines de *Lupinus arcticus* Wats., trouvées en 1954 dans un terrier fossile de Lemming à collier, dont l'âge probable est de 14 860 $\pm$ 840 ans (Porsild et al. 1967). Plusieurs de ces graines, mises à germer 12 ans après leur découverte, ont donné des plantes viables. Le facteur qui a permis leur survie est ici le froid (la trouvaille a été faite dans des dépôts gelés en permanence, dans le Yukon). Plus intéressant est le cas de *Nelumbo nucifera* Gaertn. (lotus indien). Des graines de cette plante, trouvées par le Japonais I. Ohga dans une tourbière du sud de la Mandchourie en 1923, se sont avérées capables de germer ; elles ont été trouvées vieilles de 1 040 $\pm$ 210 ans en 1951 (Libby 1951).

Mais ce qui est le plus intéressant pour nous est l'histoire suivante. En 1955, on retrouva dans les ruines du théâtre municipal de Nuremberg la première pierre de ce théâtre, qui avait été posée en 1832. A l'intérieur de cette pierre se trouvaient des objets votifs, dont plusieurs tubes en verre, scellés, contenant des graines. On put faire germer 15 grains d'orge (sur 75) et 8 grains d'avoine (sur 82), mais aucun grain de blé (froment) ni de lentille (Aufhammer et Simon 1957). Température basse et constante, absence d'humidité et d'oxygène avaient ainsi concouru à prolonger considérablement la durée de survie de certaines graines, et en tous cas celle de leur conservation.

Un dernier cas de longues survies est celui de certaines adventices enfouies dans le sol. Là encore, c'est une observation très ancienne que celle de la germination de certaines plantes ne pouvant pas avoir été apportées par le vent sur des couches de sol récemment mises à nu lors de travaux de terrassement. Le Danois Søren Ødum a fait une étude systématique des plantes ayant germé ainsi lors de fouilles archéologiques, et se trouvant donc dans des couches de sol datables. Il a pu ainsi observer la germination de deux plantes communes, *Chenopodium album* L. et *Spergula arvensis* L., dans des échantillons de sol datés de 200 ap. J.C. A partir du XIVe siècle, une bonne douzaine d'espèces apparaissent régulièrement dans les échantillons.

De tout cela, il faut au moins retenir que les histoires de «trésors de grains», fréquentes à propos des silos souterrains, ne sont pas aussi incroyables que

nous serions tentés de le penser a priori.

Les insectes

Les insectes ne sont pas les seuls ravageurs des stocks de grain. Mais il y a peu à dire sur les rongeurs, si ce n'est qu'on a utilisé contre eux toutes sortes de pièges, des dispositifs préventifs (pierres plates pour empêcher les rats de monter le long des pilotis), et divers petits carnivores (le chat, mais aussi la genette, l'hermine, la mangouste, etc.).

On connaît le travail célèbre de Duhamel du Monceau et Tillet, *Histoire d'un insecte qui dévore les grains de l'Angoumois* (Paris 1762). L'insecte en question était l'alucite, qui venait d'Amérique (et antérieurement sans doute d'Afrique du Sud). Le mode de lutte préconisé fut l'étuvage, mais les intéressés ne l'adoptèrent pas. Soit les dégâts diminuèrent d'eux-même, soit on eut recours à d'autres méthodes (par exemple pelleter le grain en le lançant contre un mur, l'alucite ne résiste pas aux chocs répétés). Cependant, l'alucite reparaît dans le Centre vers 1830, et est à l'origine des travaux de Doyère sur les silos hermétiques.

Cet exemple montre que c'est probablement la lutte contre les insectes qui a le plus excité l'imagination des chercheurs. Les méthodes utilisées, ou au moins essayées, sont les suivantes :

— *La chaleur.* Le problème est de trouver, puis de réaliser une température qui tue les insectes sans endommager les grains. Il se pourrait que dans certains cas, le séchage du grain au soleil ait eu aussi ce but. Il est recommandé pour l'Inde par Bainbrigge Fletcher et Gosh (1921) : «... le soleil est un très bon insecticide dont tout le monde peut faire usage, il faut rentrer le grain chaud après l'y avoir exposé, si possible en couches minces de façon que tous les grains soient chauffés.» En Chine «lorsque le grain est infesté, on le sort et on l'expose en plein soleil. On a considéré ce moyen comme le plus efficace et le plus économique pour détruire les insectes.» (Ying-Tou Mao 1948, et voir aussi le texte tiré du *Ch'i Min Yao Shu* en annexe.) En Algérie par contre, dans la région d'El Asnam, on attend la nuit pour rentrer le grain, car l'ensilage du grain chaud favoriserait la présence de «punaises» (J. Holtz).

— *Le froid.* La plupart des insectes des stocks sont d'origine subtropicale et résistent mal au froid. Il suffit de maintenir assez longtemps des températures inférieures à 10-15°pour les empêcher de se reproduire, voire même de se nourrir. Ils disparaissent alors peu à peu.

— *Les chocs mécaniques.* On vient de voir ce qu'il en était pour l'alucite. Le grenier mobile Vallery a été présenté comme un moyen de détruire les charançons : ceux-ci, qui ne supporteraient pas le remuage continuel, se laisseraient tomber à terre où il est facile de les détruire.

— *Les substances tuant ou éloignant les insectes.* On a utilisé la fumée, diverses plantes aromatiques, la bouse de vache (pour enduire les récipients), etc. Les insecticides entrent dans cette catégorie.

— *L'herméticité.* C'est le principe même des silos souterrains. Il est inutile d'y revenir ici.

— *La lutte biologique.* Elle semble très peu développée. Un des rares exemples est celui qui consiste à recouvrir l'ouverture du récipient d'une couche de sable : les insectes qui éclosent dans le grain sortent à travers cette couche de sable (pour s'accoupler ?) et ne pourraient plus rentrer (Bainbrigge Fletcher et Gosh). A noter par ailleurs la forte attirance des charançons pour l'eau, observée par Dendy en 1918. Mais dès 1790, on lisait dans la *Feuille du cultivateur* que «quelques Fermiers ayant remarqué que le Charanson recherchoit avidement l'humidité, parviennent à en diminuer le nombre, en distribuant sur les bords des tas de blé, de petites bottes de paille mouillée, qui, le lendemain, couvertes de cet animal, sont jettées au feu».

La recherche sur les insecticides a donné lieu à un très grand nombre de travaux. La nature des substances essayées donne une double impression d'inventaire à la Prévert et de Musée des horreurs. Cette impression n'est peut-être pas sans fondement si l'on observe que :

- ou bien l'insecticide est rémanent, et il est dangereux ; ou bien il ne l'est pas, et il n'a qu'une efficacité temporaire ;
- le maniement de l'insecticide est délicat, une dose trop forte endort les insectes au lieu de les tuer ;
- les populations d'insectes évoluent génétiquement vers la résistance aux insecticides les plus utilisés.

On comprend, cela étant, la préférence manifestée par beaucoup d'entomologistes pour l'ensilage hermétique, qui apparaît sur ce plan comme la méthode élégante par excellence. Il faut dire aussi que c'est aux études sur cette méthode que nous devons des connaissances nouvelles et importantes sur la physiologie de la respiration chez les insectes. La seule chose que nous apprennent sur ce sujet les grands traités classiques d'entomologie, en effet, est que (1) les in-

sectes respirent par des trachées, et (2) leur sang ne joue pas de rôle important dans la respiration. Or, les recherches de Dendy (1918), de Bailey (1955-1965) et d'autres nous ont appris :

- que tous les insectes meurent assez rapidement en atmosphère rigoureusement confinée,
- qu'en l'absence de CO_2, cette mortalité n'apparaît qu'à des taux très bas d'oxygène (2 à 4 %), mais la présence de CO_2 relève notablement ce taux léthal,
- qu'une atmosphère de CO_2 pur est plus narcotique que toxique (comme les insecticides à forte dose),
- que l'absence d'humidité accélère l'effet léthal de fortes concentrations de CO_2 en présence d'oxygène, etc.

Naturellement, le problème se complique du fait que les différentes espèces, et dans chaque espèce les différents stades larvaires, ont des sensibilités différentes aux diverses concentrations gazeuses de l'atmosphère. Il reste ce fait fondamental, établi depuis longtemps, que des insectes vivant en récipients étanches créent en quelques jours une atmosphère léthale pour eux.

La difficulté est celle que posent les récipients presque étanches (une étanchéité absolue n'est réalisable qu'en laboratoire). On peut se demander si dans ce cas n'interviennent pas d'autres effets, notamment des tactismes. Voici par exemple la douzième réponse des prud'hommes de Barcelone à un questionnaire sur les silos qui leur a été posé... en 1813 :

> Il paraît certain que les charançons meurent dans les fosses, puisqu'à l'ouverture on les trouve tous sans mouvement à la superficie du grain ; il est évident qu'ils n'ont pris cette direction que pour chercher l'air extérieur qui est aussi nécessaire à leur existence que l'aliment, et dont la privation les fait périr. Si on peut penser qu'ils ne sont qu'engourdis et qu'exposés à un nouvel air ou à un degré de chaleur convenable, ils peuvent être rappelés à la vie ; il est au moins incontestable que, pendant cette espèce de léthargie dont ils ont été frappés, ils n'ont fait aucun dommage...

Les micro-organismes

Contrairement aux insectes, dont on peut dans une certaine mesure prévenir l'accès aux stocks de grain, les micro-organismes sont toujours présents. Le seul moyen de lutte est alors de contrôler les conditions physiques du stockage (température, humidité, composition de l'atmosphère). Globalement, le but

est de préciser la durée de conservation sûre en fonction de ces diverses conditions physiques. On aboutit alors à des systèmes graphiques (abaques, etc.) délimitant des zones de sécurité et des zones de danger. Les résultats obtenus avant 1963 sont résumés dans : «Conditions de stockage et durée de conservation des grains», par J. Poisson et A. Guilbot, *La meunerie française*.

S'il était possible de porter instantanément tous les stocks de grain à une température basse (disons moins de 10°C) et à une humidité faible (moins de 12 %), il n'y aurait pas de problème. Le problème vient justement de ce que cela est impossible, pour des raisons techno-économiques. Il s'agit donc de préciser le plus possible ce qui se passe dans des zones de relative instabilité. Pour cela, une connaissance détaillée des divers micro-organismes et des réactions chimiques et enzymatiques en cause est évidemment nécessaire. La recherche sur ce point est assez récente (30 à 40 ans), il est impossible d'en présenter, même sommairement, les résultats ici.

Les «maladies» des stocks de grain

L'action des divers facteurs de détérioration du grain, isolément ou en combinaison, aboutit parfois à des phénomènes caractéristiques, observés par les praticiens longtemps avant que leurs «causes» soient connues. On peut admettre qu'il s'agit de véritables «maladies», surtout lorsque ces phénomènes ont reçu un nom spécial.

L'échauffement est une de ces maladies. Les Américains ont appelé *sick wheat* «a type of damage characterised by kernels having a dull, lifeless appearance (other than 'tombstone') which may be accompanied by a moldy appearance of the germ or by mold in the crease (...). 'Sick' kernels develop deadened germ ends...» (Carter et Young 1945). *Sick wheat* est un terme de marchand de grains. En voici deux autres, cités dans le rapport d'une Commission chargée d'examiner les blés sortis des silos de Ternaux à Saint-Ouen (Héricart de Thury 1826) : «odeur de *mucre* : ce terme est usité dans les campagnes (...) ; il exprime une odeur d'humidité et de renfermé. Nous croyons devoir le consacrer. L'humidité et la chaleur (...) ayant détérioré la qualité du grain et rougi son écorce.. En terme de marchand de grain, le seigle était *forcé*.»

Un phénomène intéressant est celui appelé *webbing* par les marchands de grains en Angleterre. Il s'agit d'un tissu ou d'un feutrage plus ou moins épais, formé par l'enchevêtrement des fils produits par des chenilles d'*Ephestia elutella* (Hübner). Le webbing fut étudié par Dendy et Elkington en 1919. «Pour les experts de la profession, écrivent-ils, l'apparition de ce tissu est la bienvenue ; elle est signe que le blé qui est dessous est en bon état, et un inspecteur nous apprit que lorsqu'il trouvait un tas de blé couvert de ce tissu, il n'estimait

jamais nécessaire de l'examiner davantage, mais considérait comme allant de soi qu'il n'y avait aucun danger à laisser ce blé sans surveillance.»

Il y a plusieurs niveaux possibles pour interpréter cette croyance. En premier lieu, les chenilles d'*Ephestia* ne s'attaquent strictement qu'aux germes des grains, et leurs dégâts sont donc relativement mineurs par rapport à ceux d'autres insectes. Ils restent d'ailleurs localisés en surface. En second lieu, il est possible que le webbing soit «une cause de destruction des Calandres (charançons) qui se prennent dans l'enchevêtrement des fils et y meurent en grand nombre» (Dendy et Elkington 1919). Mais il y a peut-être encore une troisième interprétation possible.

Les principaux insectes des stocks, en effet, et notamment les charançons, favorisent fortement le développement des moisissures. Or, il a été observé qu'une chenille d'une espèce voisine (*Plodia interpunctella* Hübner) défavorisait au contraire le développement des moisissures. «[Cet effet] est probablement dû aux habitudes alimentaires des larves qui se nourrissent essentiellement des germes ; ceux-ci sont la partie du grain la plus favorable au développement des champignons parasites des grains stockés. En mangeant, les larves absorbent les champignons avec le germe...» (Abdel-Rahman, Christensen et Hodson 1969).

CONCLUSION

Ce travail est une compilation. Il existait pas mal d'informations sur les techniques de conservation des grains, en définitive. Mais, dispersées, elles étaient inutilisables. Le fait d'en avoir rassemblé le plus possible aura permis, nous l'espérons, de dégager une problématique, c'est-à-dire un ensemble cohérent de questions.

Et d'abord, pourquoi des silos souterrains ? Telle était, en tout naïveté, notre première question. Il est clair maintenant que dans de nombreuses régions du monde, les silos souterrains ont longtemps été le moyen le plus sûr et le moins coûteux de conserver des réserves de quelque importance. Du coup, notre étonnement initial change d'objet. Ce n'est plus les silos qui font problème, c'est l'ignorance où nous étions à leur propos. Car enfin, comment expliquer que tant d'agronomes, d'ethnologues, d'historiens, de géographes, d'archéologues, soient passés à côté sans les voir ? En Afrique du Nord, où il y a des silos presque partout, rien n'existe à leur sujet qui puisse se comparer à l'abondante littérature sur les greniers fortifiés, les *agadir*. En France, la situation est encore pire, peut-être. Car si les trouvailles de fosses ovoïdes sont fréquentes, il est bien rare qu'on envisage l'hypothèse qu'il puisse s'agir de silos à grains. Nombre d'archéologues préfèrent y voir des «fosses à offrandes» (Bordenave et Viallèle 1973). On devine facilement les pertes d'informations qui résultent de ce genre de préjugés. Pourquoi ce refus si fréquent de la plupart des chercheurs en sciences humaines de prendre en considération le banal ? Il nous semble qu'il n'est pas inutile de poser la question.

Pour en revenir aux silos eux-mêmes, nous voyons trois niveaux auxquels poursuivre les recherches.

Le premier est celui de l'observation directe. Nous manquons terriblement d'études de première main, exactes et complètes, sur les pratiques paysannes de conservation des grains. Seules la Hongrie et la Tchécoslovaquie, on l'a vu, peuvent être considérées comme bien connues à cet égard. Mais tout ou presque reste à faire dans des régions comme le Proche-Orient, l'Inde, l'Afrique

noire, etc., où il est encore possible (pour combien de temps ?) de trouver les techniques traditionnelles en usage. Bien entendu, il ne faut pas oublier qu'il reste certainement beaucoup à tirer des archives italiennes, espagnoles, ottomanes, etc. Il reste de même beaucoup à faire en archéologie, puisque, comme on l'a vu, seuls les silos préhistoriques de Grande-Bretagne ont été étudiés de façon approfondie.

Le second niveau est celui de l'interprétation des faits. Trois points de vue sont d'égale importance, à notre sens : le point de vue technologique – c'est celui auquel nous avons donné le plus de place dans cet aide-mémoire – le point de vue économique, et le point de vue socio-politique. C'est peut-être du point de vue économique qu'il y a le plus à faire dans l'immédiat. Car il est évident qu'en matière de réserves, tout dépend de la production, de son niveau par rapport aux besoins, de ses variations, de la structure et des variations des prix, etc.

Le troisième niveau est celui des synthèses relatives à tel ou tel type de société, dans le but de parvenir à une compréhension en profondeur du rôle spécifique que jouent les réserves de grains dans chaque cas. On pense tout de suite, par exemple, au problème du stockage chez les non-agriculteurs (chasseurs-cueilleurs). Mais il est clair que les communautés villageoises d'Europe orientale, les tribus d'Afrique du Nord, les villes et principautés d'Italie ou d'Allemagne, les empires (assyrien, turc, chinois, inca,etc.) sont autant d'exemples qui demanderaient eux aussi un travail de synthèse sérieux.

Ce qui fait l'intérêt d'une orientation de recherches, en dernière analyse, c'est sa fécondité. Il est banal de constater que toutes les sociétés doivent, d'une façon ou d'une autre, s'assurer un minimum de sécurité matérielle. C'est pour toutes le même problème vital. Mais chacune le résoud à sa façon, et c'est sans doute pour cela que l'étude de la conservation des réserves de grains s'avère aussi féconde.

DOCUMENTS

FRANCE

E. Cabié, *Guerres de religion dans le sud-ouest de la France et principalement dans le Quercy, d'après les papiers des seigneurs de Saint-Sulpice de 1561 à 1590.* Paris 1906. (Référence communiquée par M.H. Bessac.)
[La localité dont il est question dans ce texte est Castelsarrasin, aujourd'hui sous-préfecture du Tarn-et-Garonne.]

Item, fut besoin, après le terme fini du louage desd. greniers, encruzer lesd. grains et les mettre dans des creuz, et faulsit louer neuf creuz, l'un d'iceux devant la maison des héritiers de Andreu, cinq au devant de la maison de sr Guiraud Guillaume, deux devant la maison de sire Hugues Crozilles, assise en la place de la présente ville et dessous les couvertes d'icelle, et un au devant de la maison de sire François d'Espaigne, à lad. place ; et fut promis à ceux auxquels lesd. creuz appartiennent, à chacun d'eux, 10 deniers tourn. pour septier desd. grains, pour le louage desd. creulx, payables quand lesd. grains se tireraient d'iceulx et selon la quantité du blé que lors se y trouverait, au fort desd. 10 deniers pour septier. Et pendant le temps que lesd. grains estoient enfoussés fust par nous baillé aux maîtres desd. creulx la somme de 9 liv. 11 sols 9 den. t. [pour servir d'acompte]. Item, pour rabiller lesd. creuz et iceux acoustrer, qui fussent prêts à mettre et enfousser lesd. grains, faulsist achapter cent douzaines gluys, au fort de un carolus pièce, 9 fagots de latte à 2 sols le fagot, et 2 sols de vyms pour faire les garlandes desd. creulz, qui montent en tout 5 l. 14 s. 4 d. (p. 196)

Olivier de Serres, *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs.* Paris, 1600, Lieu second, ch. 7.

Reste à parler d'une autre sorte de grenier, autant estrange à qui ne l'a veuë, comme il semble la raison contrarier à l'experience de bonté qu'on y treuve,

par la Gascongne & par la Guienne, où plus l'on se sert de telle espece de greniers, qu'en autre province de ce Roiaume. Ce sont des fosses profondes creusees dans terre, qu'on appelle *Cros*, dans lesquelles on descend avec eschelles pour porter & rapporter le bled. Pline tient telles fosses estre la plus asseuree maniere de conserver les bleds...[1] (p. 136)

Reneaume, «Sur la maniere de conserver les grains», *Histoire de l'Académie Royale des Sciences,* Année 1708, Mémoires de mathématique et de physique, p. 63-86.

Il se trouve dans le Quercy, païs abondant en grains, certaines Carrieres de sable dans lesquelles on enfoüit le bled après avoir fait un lit de paille au fond, on y jette le bled qui s'y refoule et s'arrange : lorsque ces Puits sont pleins on y remet de la paille dessus, puis on recouvre le tout de terre. On en use à peu près de même en certains endroits d'Italie, où l'on fait des caveaux de pierre destinez à cet usage. En Pologne et en Hongrie ...On trouve quelquefois sous terre des Magazins anciens remplis de bleds dont on n'avoit aucune connoissance, desquels le grain est bien conservé, ainsi qu'on m'a assuré qu'il étoit arrivé il y a quelques années à Saint Quentin dans des ruines de bâtiments, et à Montargis sous des masures que l'on démolissoit. Le bled ainsi conservé se desseche moins que les autres : mais quand une fois les Magazins sont ouverts & qu'ils sont exposez à l'air, on est obligé de les vuider au plus tôt, & les grains qu'on en tire ont besoin d'être travaillez comme s'ils étoient nouveaux, autrement ils se gâteroient bien-tôt. Il y a encore une difference à remarquer de ces bleds conservez en terre d'avec les autres, c'est que le pain en est plus nourrissant & a plus de goût. (p. 74)

Duhamel du Monceau, *Traité de la conservation des grains.* Paris, 1753.

On voit par ce qui est dit dans le Chapitre précédent, que je crus remédier à ces inconvénients, en renfermant le froment dans un lieu assez exactement fermé, pour qu'il n'eût aucune communication avec l'air extérieur.

Cette pratique qui réussit dans la Gascogne, dans le Vivarez & dans d'autres

1. L'usage du mot *cros* pour désigner des silos à grains est confirmé par ces deux citations relevées dans le Dictionnaire de Du Cange (*Glossarium mediae et infimae latinitatis*) :
- sv. Crosus : «Eis imponebatur quod... blada in Crosis et extra Crosos et in locis taillivi seminando et colligendo...» (1327).
- sv. Crotum : «Le suppliant et son compaignon prinrent en ung Crot dedans terre, environ quatre sextiers de seigle.» (1372).

pays, me paroissoit devoir être établie dans notre province ;[1] mais quelques expériences m'apprirent bientôt qu'elle ne convient qu'aux pays chauds, & qu'elle ne peut réussir dans notre climat.

Nous étions bien prévenus qu'une quantité de froment s'étoit gâtée dans une espéce de citerne que les administrateurs de l'Hôpital de Paris avoient fait bâtir exprès... (p. 49)

«**Delacour,** Officier d'artillerie... au cit. Ballois. L'Orient, le 26 vendémiaire An XI», *Annales de statistique*, vol. 3.

... je me suis rappelé avoir vu en plusieurs endroits, des puits à grain tels que ceux dont vous parlez. Je puis assurer qu'il n'est point nécessaire qu'ils soient percés dans le roc. On peut les creuser dans tous les terreins secs et à l'abri du séjour des eaux. Quand nous n'aurions pas des preuves de cette assertion dans les amas de grains conservés par les rebelles pendant la guerre de la Vendée, et soustraits aux recherches, par ce seul moyen, nous en trouverions de plus fortes dans l'usage des greniers que l'on voit dans tout le royaume de Naples. (p. 489)

Lasteyrie (Comte de), *Des fosses propres à la conservation des grains, et de la manière de les construire, avec différens moyens qui peuvent être employés pour le même objet.* Paris, Imprimerie Royale, 1819.

J'ai vu de ces fosses dans le département des Pyrénées-Orientales : leur construction est la même qu'en Espagne ; on n'en fait aujourd'hui aucun usage. Elles sont connues en Languedoc, quoique bien moins communes qu'elles ne l'étaient anciennement. Quelques agriculteurs en emploient aux environs de Toulouse : ils creusent, dans une terre argileuse et tenace, des trous de deux mètres ou plus de profondeur, sur quatorze décimètres de diamètre, en forme de bouteille, avec une ouverture suffisante pour laisser passer un homme ; on les entoure de paille, qu'on soutient avec des roseaux ou des lattes ; on y jette le blé ; puis on bouche avec de la paille et une planche, sur laquelle on élève un monceau de terre un peu mouillée et fortement battue... (p. 20)

1. La Beauce et le Gâtinais (région de Pithiviers).

Manuel des habitans de la campagne. Paris, Librairie Encyclopédique Roret, 1834.

Conservation des fruits.

Chataîgnes... On fait, dans la cave, une fosse relative aux chataîgnes à enterrer ; on la garnit de paille ; on la remplit de chataîgnes, puis on termine par les recouvrir d'un lit de paille et d'un lit de terre battue. Quand on veut employer les fruits, on soulève une très-petite partie de terre et de paille, et l'on referme ensuite l'ouverture soigneusement.

Les chataîgnes ainsi traitées se conservent parfaitement d'une année à l'autre. Cet excellent procédé est usité dans le département de la Haute-Loire. (p. 190)

Capitularia Regum Francorum. Denuo edidit Alfredus Boretius, Hannoverae, 1883, vol. 1, p. 83-91, Capitulare de villis.

Que chaque régisseur fasse en sorte qu'il soit impossible à des malfaiteurs de cacher sous terre ou autrement aucune part des nos semences, et que nos récoltes en soient ainsi diminuées.

ITALIE

TABLEAU
DE L'AGRICULTURE
TOSCANE,

PAR J. C. L. SIMONDE DE GENÈVE,

M. C. de l'Académie Royale des Georgofiles de Florence.

Combien j'aimais à voir cette eau qui toujours pure,
Tombe et roule à grand bruit, puis calmant son courroux,
Sur un lit plus égal répand des flots plus doux,
Et sous un ciel d'azur par vingt canaux féconde
Le plus riant vallon qu'éclaire l'œil du monde.

Les Jardins. Ch. III.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

A GENÈVE,
Chez J. J. PASCHOUD, Libraire.

1801.

§. XIII. *Comment on conserve le blé en Toscane.*

L'on conserve le blé en Toscane d'une manière avantageuse autant qu'extraordinaire, dans des excavations faites sous terre qu'on appelle des *buche*. On l'y maintient d'une année à l'autre, parfaitement sain, et à l'abri de tous les insectes et de tous les les accidens, sans qu'il exige ni frais ni soins. Avant que de l'emmagasiner il est nécessaire de le faire bien sécher au soleil; pour suppléer aux rayons brûlans qu'il darde sur la Toscane, il faudrait sans doute dans un autre climat faire passer le blé à l'étuve ou dans un four après qu'on en aurait retiré le pain.

Ces conserves ou *buche* sont des excavations ovales ou plutôt de la forme d'une ampoulle, et capables de contenir de vingt

à cent cinquante sacs de blé. Celles dans lesquelles je suis descendu sont creusées dans une veine très-épaisse de terre glaise d'un jaune rouge, qui n'ayant jamais été remuée, et n'étant pas composée de couches, ne laisse point filtrer d'eau, et est imperméable aux animaux. Elles ont toutes été construites sous les couverts des tuileries, et sur de petites collines où les eaux ne séjournent pas. Avant que d'y mettre le blé on les revêt d'une doublure de paille; pour cela on forme un gros cordon de trois doigts d'épaisseur, que l'on place tout autour contre la terre en spirale, chaque tour reposant sur le précédent, jusqu'à ce qu'on arrive à les revêtir entièrement de la même manière que sont vêtues les bouteilles du pays. On remplit ensuite la cavité de blé; l'on bouche le col de cette espèce de bouteille avec deux paillassons que l'on pose sur le grain, et au-dessus avec une grosse pierre ronde qui le ferme exactement. Après avoir placé la pierre on l'arrose de quelques seaux d'eau boueuse, pour achever de fermer tous les interstices; puis on la couvre de demi-pied de terre, ce qui

égalise cet endroit-là avec le reste du sol.

Il y a peu de particuliers qui possèdent des conserves, mais on en trouve de louage sous le couvert de plusieurs tuileries ; le tuilier qui en est propriétaire répond de votre blé, il fait tous les frais nécessaires pour l'y mettre et pour l'en sortir, et il vous offre le choix, ou de vous en rendre autant de sacs qu'il en a reçu de vous sans rien prendre pour lui que ce qui s'en trouvera de plus, ou de vous restituer tout le blé qui sortira de votre conserve moyennant quatre sous par sac de magasinage. Comme le grain gonfle dans les conserves d'environ trois pour cent, le premier marché lui convient beaucoup mieux que le second.

La conserve reste fermée, et n'est jamais visitée jusqu'au moment où l'on veut se défaire de son blé, et où il faut alors la vuider tout en une fois. Après l'avoir découverte et et en avoir ôté la pierre et les paillassons, on trouve à l'entrée un tiers de sac environ demi moisi qui a été détrempé par l'eau boueuse qu'on a jetée dessus la pierre ; il appartient au propriétaire des conserves, et

n'est pas compté ; celui qu'on trouve au-dessous est parfaitement sec, sans aucune odeur d'enfermé ni d'échauffé, sans un seul grain attaqué par les charansons : bien plus, lorsqu'il arrive qu'on ait rempli une conserve avec du blé qui s'échauffait, la fraîcheur de la terre calme immédiatement la fermentation, et tue tous les insectes qui peuvent s'y trouver. Cependant le blé qui est au fond n'est pas si beau ; il est gonflé par l'humidité et a un peu d'odeur de moisi. Les meûniers ont l'habitude de mêler tout ce que l'on en retire, ensorte que l'infériorité de celui du fond ne s'apperçoit plus sur une grande masse. Aussitôt que l'on a vuidé une conserve, l'on ôte la chemise de paille qui a pris elle-même un peu d'odeur de moisi, et qui ne peut plus reservir ; on balaye bien toute la cavité, et on la referme tant avec la pierre qu'avec la terre qu'on met dessus, jusqu'à ce que le moment soit venu de la remplir de nouveau.

Charles Yriarte, «De Ravenne à Otrante», *Le tour du monde*, 1877, vol. 2.

Les silos. La piazza delle Fosse. [Foggia].

C'est la première fois, depuis l'Algérie et le Maroc, que je constate de visu l'habitude qu'ont les habitants des pays méridionaux fertiles en grains de les conserver dans des silos. Une des portes de la ville donne sur une vaste place (*piano della Croce* ou *piazza delle fosse*), sous le sol de laquelle s'ouvrent plus de mille fosses ou puits à grains, en formes de cuves, dont l'ouverture est au niveau du sol, se recouvre d'un plancher, et sur ce plancher, d'une couche de terre. Une fois la terre rapportée sur ce parquet, elle se confond à un tel point avec le reste de la place que les voitures y stationnent, les chevaux et les bestiaux la foulent ; il serait impossible de soupçonner l'existence de la fosse sans la petite borne pourvue d'un numéro qui la désigne.

J'ai eu la chance de voir ouvrir un de ces silos et j'ai pu représenter la scène d'après nature. Celui qui achète le grain et celui qui le vend se tiennent au bord de l'ouverture, et le chariot qui portera les sacs est arrêté. Les *sfossatori*, armés d'outils, enlèvent la terre qui recouvre les planches fermant l'entrée et la rassemblent en un tas : cela fait, ils lèvent le couvercle, planche par planche, et lancent dans la profondeur un seau muni d'une corde, exactement comme dans un puits. Un des *misuratori* assermentés, accroupi au bord, verse le contenu du seau dans une mesure appelée *tomolo*, et chacun de son côté, acheteur et vendeur, munis d'une sorte de chapelet dont les grains sont assez espacés, et qui rappelle la *patience* des Arabes, comptent un grain chaque *tomolo*. Les vendeurs sont tout-à-fait des messieurs ; ils sont généralement accompagnés d'un homme de confiance ou d'un intendant. La quantité voulue une fois livrée, on étend la terre, on piétine, et, sans la borne, ceux qui ne connaissent point l'usage n'en distingueraient certainement pas la place.

J'ai dit qu'il n'y a pas moins de mille fosses à grain sous cette place, mais sur le dessin les petites saillies des bornes sont presque invisibles. La plus grande de ces fosses contient 3000 *tomoli*, la plus petite 200 environ. La profondeur de la plus grande est de 33 palmes italiennes, et la plus petite n'en mesure pas plus de 12. Toutes sont admirablement cimentées à l'intérieur, et le grain s'y conserve de la façon la plus complète. C'est le dépot de la richesse publique. Cette curieuse institution repose absolument sur la foi de tous, et sa sécurité résulte de l'intérêt que chacun trouve à la conserver.

C'est le 19 mars 1725 qu'on en a réglementé l'usage. Il est général dans certaines parties de l'Orient ; nous l'avons constaté, pour notre part, dans le Maroc, et on sait qu'il existe aussi en Algérie.

A Foggia, à la suite d'un accord entre les *massari di campo*, qui labourent et récoltent, et les négociants de la ville, qui achètent leur blé, on a constitué une corporation spéciale qui jouit d'une grande considération. Il y a deux compagnies de *sfossatori* : celle de San Rocco et celle de San Stefano. Chaque compagnie a à sa tête deux caporaux (*caporali*), deux sous-caporaux et un secrétaire (*scrivano*). Vingt-quatre *misuratori* sont chargés de constater la quantité enfouie et celle qu'on extrait. Les négociants intéressés nomment par an trois députés commissaires, et de tous les points du territoire on apporte dans ces silos la richesse publique des grains. Les fosses sont propriétés privées ; on les fait construire pour son usage ou on les loue. (p.275)

La Piazza delle Fosse *à Foggia* (Yriarte 1877).

Extraction de grains d'un silo à Foggia (Pouilles) en 1877 (Yriartre 1877).

ESPAGNE

[Jourdain], «Ensilage des grains par Mr J. ...» *Annales de l'agriculture française*, 1819, vol. 7, p. 351-365.

Questions sur la conservation des grains dans les silos ou fosses.

Barcelonne, juin 1813.

PREMIÈRE QUESTION.	PREMIÈRE RÉONSE.
Peut-on conserver dans les *silos* toutes sortes de grains et graines, tels que :	
Le froment ?	Oui.
Le seigle ?	Oui.
L'orge ?	Oui.
Le maïs ?	Il s'y améliore mieux qu'aucun grain.
L'avoine ?	*Idem.*
Même le riz ?	On le croit, mais on n'en a jamais fait l'expérience.
Les fèves et les pois ?	Oui; mais l'écorce devient un peu noire, les pois de de toute espèce parfaitement, et encore mieux les caroubes qui y gagnent en qualité.
2e. QUESTION.	2e. RÉPONSE.
Dans quel état doivent être les grains avant de les mettre dans les fosses ?	Plus ils sont secs, mieux ils se conservent.

3e. QUESTION.

S'ils sont humides, peuvent-ils se conserver?

3e. RÉPONSE.

Oui; mais la paille s'emparant de l'humidité, il est nécessaire de la changer au bout de quatre à six mois; c'est pourquoi on ne conseille pas de mettre dans les silos des grains qui n'aient pas acquis un degré de siccité raionnnable. Pourtant il est possible de les conserver assez de temps, quoiqu'ils n'aient pas acquis le degré de dessiccation nécessaire à leur longue conservation; mais il faudra alors plus de soins dans l'empaillage des fosses, et mettre la paille à une plus forte épaisseur.

4e. QUESTION.

S'ils sont mélangés de poussière et de terre, s'ils sont charançonnés, s'ils sont infectés de chenilles, de vers ou d'autres insectes?

4e. RÉPONSE.

Ils se conservent aussi bien, et les insectes y meurent.

5e. QUESTION.

Combien de temps peuvent-ils se conserver dans les fosses sans y toucher?

5e. RÉPONSE.

Un an.

6e. QUESTION.

Le grain n'exige-t-il aucunes manœuvres ni soins pendant ce temps?

6e. RÉPONSE.

Aucuns.

7e. QUESTION.

Combien de temps peuvent-ils se conserver en renouvelant la paille?

7e. RÉPONSE.

Vingt ans et plus en renouvelant la paille tous les ans. A la fin du siècle dernier, on trouva à Barcelonne une fosse pleine de blé qui n'était réclamé par personne; enfin l'autorité la fit ouvrir; on y trouva du blé qu'on supposait y être depuis plus de dix ans, sain et très-bien conservé; la paille seulement était pourrie, et le grain qui touchait à cette paille était endommagé à l'épaisseur d'un demi-pan (10 centimètres).

8e. QUESTION.

Si les grains ont été coupés verts, récoltés par un temps pluvieux et dépiqués de suite, qu'ils menacent de s'échauffer, peut-on sans aucun danger les mettre dans cet état dans les fosses?

8e. RÉPONSE.

Même réponse qu'à la troisième; cependant, quand on s'aperçoit que les grains s'échauffent dans les magasins pour avoir été trop amoncelés, ou que le charançon menace de les dé-

vorer entièrement, nous les mettons alors dans les fosses pour les sauver. Bref, on les en sort toujours dans le même état qu'ils y ont été mis, chauds s'ils y ont été mis chauds, frais s'ils y ont été mis frais.

9e. QUESTION.

N'est-ce pas un préjugé que l'opinion qui détermine à envoyer les blés au moulin en sortant des fosses?

9e. *RÉPONSE.*

On préfère les moudre quand le blé est essoré au bout de sept à huit jours, parce qu'il fait alors une farine très-blanche et très-moelleuse.

10e. QUESTION.

N'exportait-on pas souvent par mer, de Barcelonne, des grains sortant des fosses?

10e. *RÉPONSE.*

On a souvent expédié pour Cadix, et autres ports d'Espagne, des grains sortant des fosses, qui, au retour, y ont été remis et s'y sont très-bien conservés.

11e. QUESTION.

Les cultivateurs, pour la conservation de leurs récoltes, se servent-ils de fosses?

11e. *RÉPONSE.*

Il n'est point de grand propriétaire qui n'ait des fosses dans son domaine, et beaucoup de simples cultivateurs ont les leurs.

12e QUESTION.

Est-il certain et prouvé

12e. *RÉPONSE.*

Il paraît certain que les

que le charançon meure dans les fosses par la privation d'air?

charançons meurent dans les fosses, puisqu'à leur ouverture on les trouve tous sans mouvement à la superficie du grain; il est évident qu'ils n'ont pris cette direction que pour chercher l'air extérieur qui est aussi nécessaire à leur existence que l'aliment, et dont la privation les fait périr. Si on peut penser qu'ils ne sont qu'engourdis et qu'exposés à un nouvel air ou à un degré de chaleur convenable, ils peuvent être rappelés à la vie; il est au moins incontestable que, pendant l'espèce de léthargie dont ils ont été frappés, ils n'ont fait aucun dommage; résultat qui équivaut à leur destruction, puisqu'ils ne communiquent aucune odeur au grain.

13e. QUESTION.

Le blé conservé dans les fosses est-il propre à la semence?

13e. *RÉPONSE.*

Oui; et l'on choisit, de préférence, celui renfermé au cœur de la fosse.

14e. QUESTION.

Dans les pays très-humides,

14e. *RÉPONSE.*

Dès que les fosses sont

où il pleut souvent, où l'air est constamment chargé d'épais brouillards, où la terre est toujours chargée d'humidité, pourrait-on y pratiquer des fosses en choisissant des terrains élevés, où l'on ne rencontre point l'eau en fouillant la terre ?

saines en dedans, isolées de toute humidité, fermées hermétiquement, et que c'est la privation d'air extérieur qui opère la conservation des grains dans les fosses, il est probable que le climat et la différence des températures et de l'atmosphère, n'ont aucune influence sur les grains enfermés.

15e. QUESTION.

Les fosses nouvelles sont-elles aussi bonnes pour conserver les grains que les anciennes ?

15e. *RÉPONSE.*

Elles doivent être plus fortement garnies de paille, conséquemment moins économiques.

16e. QUESTION.

De quelle nature doit être le terrain propre à construire des fosses à grains ?

16e. *RÉPONSE.*

Terrains élevés et en pente, terres fortes, argileuses et rougeâtres; dans les terres qui n'ont pas assez de consistance, il faut assurer les fosses par des montans en maçonnerie. Par les puits du voisinage on connaîtra à quelle hauteur monte l'eau qu'il faut éviter.

17e. QUESTION.

Lorsqu'elles sont faites en briques ?

17e *RÉPONSE.*

La nature du sol est indifférente, pourvu qu'on ne

trouve pas l'eau à 4 ou 5 pieds du fond.

18e. QUESTION.

Auxquelles donne-t-on la préférence ?

18e. *RÉPONSE.*

A celles de terre.

19e. QUESTION.

Pourquoi ?

19e. *RÉPONSE.*

Parce qu'elles entretiennent plus constamment une fraîcheur indispensable aux grains, dans ce système de conservation, que la terre pompe le feu du grain nouveau, et qu'enfin l'expérience a démontré leur supériorité.

20e. QUESTION.

Peut-on se dispenser de les couvrir avec des hangars ?

20e. *RÉPONSE.*

Oui, en couvrant les bouches des fosses, de tertres, de 2 à 3 pieds de haut pour l'écoulement des eaux; les hangars sont nécessaires quand l'établissement est grand, parce qu'ils abritent les travaux.

21e. QUESTION.

Ne pourrait-on pas construire des fosses en maçonnerie, même dans les terrains humides ?

21e. *RÉPONSE.*

Oui, pouvu qu'on ne trouve pas l'eau à 4 ou 5 pieds du fond.

22e. QUESTION.

La pierre dure ne pourrait-elle pas remplacer la brique et les terres cuites dans la construction des fosses ?

22e. RÉPONSE.

Sans doute ; le choix des matériaux est indifférent.

23e. QUESTION.

Quelles sont les fosses les plus solides, et combien de temps peuvent-elles durer ?

23e. RÉPONSE.

Sans doute celles en maçonnerie, mais celles de terre sont préférées ; elles durent sans terme, lorsqu'elles sont bien soignées : lorsqu'elles sont vides, il faut les tenir fermées pour qu'elles ne s'éventent pas.

24e. QUESTION.

Quelle est la forme de construction généralement adoptée pour les deux espèces de fosses ?

24e. RÉPONSE.

La forme d'une carafe à mettre de l'eau.

Lorsque le diamètre de la

	palm.	millim.
gueule a	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{886}{1000}$
Le ventre doit avoir	18	3 546
Le fond	17	3 349
La profondeur	30	5 910

C'est alors une fosse de 800 mesures ou 400 quintaux métriques.

La palme de Catalogne vaut 0,197 mètres.

25e. QUESTION.

Les briques que l'on em-

25e. RÉPONSE.

Au contraire, le grain se

ploie ne doivent-elles pas être garnies d'une couverte, comme la faïence ?

perdrait s'il restait trop long-temps dans les fosses garnies de ces carreaux ; y restant deux ou trois mois, il y gonfle, il faut alors l'en tirer.

26e. QUESTION.

La brique doit-elle avoir des qualités particulières pour cet emploi ?

26e. RÉPONSE.

Non.

27e. QUESTION.

A quels signes extérieurs et palpables reconnaît-on que les fosses en terre sont bonnes ou mauvaises ?

27e. RÉPONSE.

A la nature de la terre et à la preuve qu'on acquiert à l'inspection, qu'aucune voie d'eau ne peut se faire jour dans l'intérieur de la fosse.

28e. QUESTION.

Lorsque les eaux ont pénétré dans les fosses de terre, peuvent-elles être réparées et mises en état de servir de nouveau sans aucun danger ?

28e. RÉPONSE.

Oui ; quand l'infiltration provient des eaux pluviales, il faut alors détourner la voie d'eau en réparant extérieurement et donnant un autre cours aux pluies ou aux eaux stagnantes.

29e. QUESTION.

Quelles doivent être la moindre et la plus grande capacité des fosses ?

29e. RÉPONSE.

De 200 à 2,000 mesures ; les plus commodes sont celles de 7 à 800, parce que les emplir ou les vider ne de-

mande pas plus d'un jour de travail.

30e. QUESTION.

En peut-on faire de 100 mesures et même de moindre capacité (dimension) ?

30e. RÉPONSE.

Oui ; elles doivent être alors plus étroites et plus profondes, les dimensions varient suivant la capacité.

31e. QUESTION.

Le grain s'y conserve-t-il aussi bien ?

31e. RÉPONSE.

Très-bien.

32e. QUESTION.

A combien revient la construction d'une fosse de 800 mesures (la mesure de Catalogne est à-peu-près un quintal, plutôt plus que moins), garnie de sa clef en pierre, lorsqu'elle est faite en terre ?

32e. RÉPONSE.

En 1800, elle coûtait 180 piècettes (192 francs). La main-d'œuvre est la dépense la plus coûteuse.

33e. QUESTION.

Lorsqu'elle est faite en maçonnerie ?

33e. RÉPONSE.

Voyez la note ci-après.

34e. QUESTION.

Lorsqu'une fosse s'écroule, peut-on la reconstruire sur le même emplacement, ou faut-il l'abandonner et choisir un autre terrain ?

34e. RÉPONSE.

Si elle est en terre, il faut l'abandonner.

35e. QUESTION.

Quel est le plan d'une fosse de 800 mesures ?

35e. RÉPONSE.

Voyez la figure ci-après.

36e. QUESTION.

Pourquoi dans la Seu d'Urgel et en Andalousie les fosses sont-elles presque toutes en maçonnerie ?

36e. RÉPONSE.

La terre n'y est pas propre à creuser de ces fosses ; cependant, dans les années abondantes, on conserve le blé sous terre, et l'on ne se donne pas même la peine de construire, dans la Seu d'Urgel, des fosses régulières.

37e. QUESTION.

Quelle qualité doit avoir la paille dont on se sert pour garnir les fosses ?

37e. RÉPONSE.

Elle doit être de seigle et entière ; lorsqu'on se sert de celle de blé, d'orge ou d'avoine, on la recouvre de sparterie.

38e. QUESTION.

A quelle épaisseur doit-elle garnir les parois, et comment l'y fixe-t-on ?

38e. RÉPONSE.

Un pan (20 centimètres), avec des baguettes courantes que l'on fixe contre le mur au moyen de crochets de bois, la paille de garniture entre deux.

39e. QUESTION.

Les fosses en maçonnerie doivent-elles être garnies de même ?

39e. RÉPONSE.

De même, mais indispensablement en paille de seigle et les crochets en fer.

40e. QUESTION.

Comment granit-on le fond des fosses?

40e. RÉPONSE.

1°. Un lit de fascines dont on tire les crochets;

2°. Un lit de paille;

3°. Un lit d'une natte de sparterie.

41e. QUESTION.

Ne doit-on pas observer qu'il n'y ait aucun air entre le fond des fosses et le grain?

41e. REPONSE.

Oui, il ne doit pas y en avoir.

42e. QUESTION.

Les fosses remplies, de quelles précautions doit-on user?

42e. REPONSE.

En introduisant le grain dans les fosses, après qu'elles ont été garnies, on doit le presser autant que possible à pieds d'homme, et les remplir au point de ne pouvoir rien introduire; puis les fermer hermétiquement.

43e. QUESTION.

Le grain perd-il de son poids ou de sa mesure dans les fosses?

43e. REPONSE.

Il perd du poids et gagne en mesure.

44e. QUESTION.

Quelle comparaison peut-il y avoir sous ce rapport avec le mode de conservation dans les greniers?

44e. REPONSE.

L'avantage de ce mode de conservation est incomparable, puisqu'il ne présente aucune perte; l'on ne

se sert des greniers que pour conserver un mois ou deux, quand on doit réexpédier de suite.

45e. QUESTION.

Combien en coûte-t-il à Barcelonne par quarter de grain (un quintal et plus), pour le conserver pendant un an, aux frais, périls et risques de celui qui fournit les fosses, même les frais de transport du grain et de son renvoi à la charge de celui-ci?

45e. REPONSE.

Demi-piècette par quarter (53 centimes).

46e. QUESTION.

Rend-il la même quantité de grains?

46e. REPONSE.

La même quantité de mesures, et quelquefois plus.

47e. QUESTION.

Quel était ce prix en 1800?

47e. REPONSE.

Le même.

48e. QUESTION.

Ces prix peuvent-ils varier?

48e. REPONSE.

Il n'y a que le prix de la paille et celui de la main-d'œuvre qui peuvent faire varier le prix de l'abonnement; et la différence ne peut jamais être importante.

Frais courans de la garniture d'une fosse de 800 mesures (400 quintaux métriques), en 1812.

	Piècettes quartos.		Monnaie de France.	
			fr.	c.
Paille de seigle, 9 quintaux, à 5 piècettes. . .	45	»	47	70
Fascines, 3 charges, à 3 piècettes.	9	»	9	54
Stores ou sparteries pour le fond.	10	»	10	60
Pour ouvrir la fosse. . . .	1	»	1	06
Frais d'empaillage, crochets et baguettes. . . .	12	»	12	72
TOTAUX.	77	»	81	62

La paille ne valant, en 1813, que 3 piècettes, ces frais seraient moindres.

49e. QUESTION.

Quel est le temps le plus propice pour mettre ou sortir le grain des fosses?

49e. *REPONSE.*

Pour l'y mettre, deux mois après la récolte, le grain étant déjà essoré; et pour l'en sortir, après les grandes chaleurs : ce qui n'empêche pas d'ensiler et de désensiler dans toutes les saisons, quand le grain est bon état.

Suivent les signatures que, pour des motifs particuliers, il est inutile de décliner, et qu'on peut vérifier sur la minute restée entre les mains de l'auteur.

Le premier expert a écrit, après sa signature, cette observation, ajoutant que « le grain étant bien ensilé, le charançon et les insectes doivent mourir par force. »

Le

Le second : « Je suis d'avis que le riz ayant besoin de sécheresse pour sa conservation, il ne se conserverait pas dans les silos; cependant, pour peu de temps, cela serait possible (1). »

Nota. Les frais de construction d'une fosse en maçonnerie, d'environ 6 mètres de base, se montent à 1,300 piècettes (1,378 fr.)

(1) Il me semble que l'auteur a oublié de discuter la question de savoir s'il n'y aura pas plus d'avantages à remplacer les fosses par un, deux ou trois étages de chambres voûtées, accolées les unes aux autres, et dont les murs seraient assez épais pour que les variations de la chaleur ne puissent pas se faire plus sentir dans leur intérieur qu'elle se fait sentir en terre, à 2 ou 3 mètres de profondeur. On n'aurait jamais à craindre dans ces chambres les infiltrations des eaux, et probablement leur dépense, s'il y en avait un certain nombre réunies, serait moindre que celle de fosses en même nombre et en mêmes dimensions. Un demi-mètre d'épaisseur aux murs extérieurs, et un quart de mètre aux murs intérieurs, suffiraient sans doute. Les dimensions des chambres pourraient être les mêmes que celles du silo de la planche jointe à ce mémoire. Une galerie latérale intérieure ou extérieure servirait pour remplir et pour vider les chambres lorsqu'elles seraient à plusieurs étages. Beaucoup de vieilles églises et autres bâtimens en pierre de taille, même le grenier d'abondance de Paris, pourraient être, sans beaucoup de dépense, transformés en chambres semblables. (*N. de M.* Bosc.)

CONSERVATION
DES GRAINS
PAR
L'ENSILAGE

RECHERCHES ET APPLICATIONS EXPÉRIMENTALES
FAITES DEPUIS 1850
POUR DÉMONTRER LA CONSERVATION DES GRAINS PAR L'ENSILAGE
SOUTERRAIN HERMÉTIQUE,

PAR

M. L. DOYÈRE,
EX-PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES
ET AU LYCÉE BONAPARTE.

AVEC LES DOCUMENTS OFFICIELS

PARIS
GUILLAUMIN ET Cie,
Éditeurs du Journal des Économistes, de la Collection des principaux Économistes,
du Dictionnaire de l'Économie politique, du Dictionnaire universel du Commerce et de la Navigation, etc.
RUE RICHELIEU, 14.
ET A LA LIBRAIRIE AGRICOLE, RUE JACOB, 26.
1862

DOCUMENTS
RELATIFS
A L'ENSILAGE RATIONNEL DES GRAINS

DEUX CHAPITRES EXTRAITS DE LA RELATION D'UN VOYAGE
FAIT EN ESPAGNE ET EN ALGÉRIE, EN 1852, POUR L'ÉTUDE DE L'ENSILAGE.

I

L'ensilage dans la *Tierra de los barros*, en Estramadure.

II

L'ensilage chez les Maures de l'Andalousie.

I

L'ENSILAGE DANS LA *TIERRA DE LOS BARROS*

EN ESTRAMADURE.

La *Tierra de los barros* est une plaine de sept à huit lieues carrées, entourée de montagnes, et située à quelques lieues au sud-est de Badajoz, dans la basse Estramadure. Son nom signifie *la terre, le pays des glaises ou des argiles*. Elle le doit à la nature argileuse de son sol, qui forme pendant l'hiver des boues dont les habitants des pays environnants disent qu'il est presque impossible de sortir. Elle renferme six ou sept très-grands *pueblos*, dont les noms de *bourgs, bourgades* ou *villages*, par lesquels on traduit généralement le mot *pueblo*, donnerait une idée très-fausse. Ce sont des villes agricoles séparées les unes des autres par des distances de deux et de trois lieues[1], sans habitations éparses ou réunies dans l'intervalle[2]. Les maisons y sont sans jardins, petites et serrées les unes contre les autres; aussi leur population est-elle beaucoup plus élevée qu'on ne le supposerait d'après leur étendue. Almendralejo, où j'ai passé les six jours du 11 au 17 septembre, est une ville d'environ huit mille âmes, à laquelle on en assignerait à peine la moitié, en la comparant à nos villes françaises.

La *Tierra de los barros* est probablement la contrée de toute l'Espagne où l'ensilage se pratique, sinon avec le plus de succès, du moins sur la plus

[1] La lieue d'Espagne est beaucoup plus grande que notre ancienne lieue. Elle équivaut à 5,500 mètres environ.

[2] Les guerres dont ces contrées ont été le théâtre doivent avoir beaucoup contribué à cet état de choses, car on rencontre souvent, le long des routes, des maisons isolées ou réunies par petits groupes, mais ruinées et inhabitées.

grande échelle. Placée au milieu d'une province dont la fécondité en céréales est proverbiale, et qui en exporte, par Séville, des quantités considérables, riche elle-même par sa grande production de froment, elle offre cet exemple, peut-être unique dans le monde entier, de n'en exporter couramment que pour satisfaire à ses besoins de numéraire les plus pressants, et de garder le reste pour les époques de vente favorables, qui s'y renouvellent tous les cinq ou six ans. Elle doit ce privilége à l'ensilage des grains. Il a dû s'y faire et il s'y est fait par l'ensilage des fortunes considérables. Quelques chiffres suffiront pour en fournir la preuve.

Il est de notoriété publique à Almendralejo qu'une seule maison a vendu, en 1847, plus de 27,000 fanègues de froment (15,000 hectolitres) retirées de ses silos. La récolte de 1846 avait été magnifique, et le prix de la fanègue de froment était de 14 réaux (environ 6 fr. 50 c. l'hectolitre) avant l'arrivée des commissionnaires étrangers; il monta jusqu'à 70 réaux (32 francs l'hectolitre).

Un autre cultivateur, sorti de la condition la plus humble, s'est fait, assure-t-on, une fortune de plus de 100,000 douros (500,000 francs) par des spéculations sur l'ensilage des blés. On m'a montré à Villafranca de los barros, petite ville située à deux lieues d'Almendralejo, un vieux prêtre renommé pour sa richesse, et qui la doit également à l'ensilage. Il aurait réalisé, s'il faut en croire le bruit public, plus de 1 million de réaux (260,000 francs) par la vente de ses blés en 1847.

Sans doute il faut faire une part, et même peut-être une large part à l'exagération, dans les dires de cette nature qu'un voyageur peut recueillir, même des bouches les plus sincères, pendant un séjour d'une semaine à peine. Mais les faits que je viens de citer ne peuvent pas être aussi loin de la vérité que seront disposés à le penser nos propriétaires, qui croient faire une réserve considérable quand ils gardent quelques centaines d'hectolitres de blé dans le coin d'un grenier, d'une année pour l'autre. J'ai lu, de mes propres yeux, sur les livres de l'une des maisons que je viens de citer, au bas de la page où les silos sont inscrits avec leur contenu et additionnés, à mesure qu'on les remplit, la somme de 15,000 fanègues (8,000 hectolitres)[1]. La maison vidua Romero Falcon y hijos (veuve Romero Falcon et fils) a fait creuser, cette année, huit nouveaux silos, de la contenance de 1,000 fanègues (550 hectolitres) chacun, et on me les a montrés fermés et pleins de blé de la dernière récolte.

Les silos d'Almendralejo et de Villafranca de los barros sont groupés dans des sortes de grandes places ouvertes, désignées sous le nom de *sileras*, lorsqu'elles sont consacrées spécialement aux silos. Ce qui a déterminé l'établissement d'une silera sur un point ou sur un autre, c'est surtout la profondeur du terrain propre à l'établissement des silos. Almendralejo

possède cinq sileras, dans l'une desquelles j'ai compté trois cent dix-sept petites éminences en terre, toutes récentes, destinées à faire reconnaître plus tard les orifices d'autant de silos qui ont été remplis au mois d'août dernier. Le nombre total des silos, dans cette silera seulement, est de plus de huit cents. Il en existe aussi dans les habitations et dans les cours. L'alcade d'Almendralejo, qui en est en même temps l'un des riches propriétaires, el señor D. Candido Chumacero, estime que la ville en possède au moins trois mille, qui ne doivent pas contenir, en totalité, moins de 400,000 fanègues de froment (220,000 hectolitres). Ces quantités sont peut-être plus élevées encore à Villafranca, où j'ai compté par approximation, dans une seule silera, mille de ces petits tumulus dont j'ai parlé, qui, élevés au-dessus de la bouche des silos, les font reconnaître et servent en même temps à écouler les eaux pluviales.

Les silos d'Almendralejo et de Villafranca sont pour la plupart petits. Il y en a beaucoup de 100 fanègues et au-dessous, mais il y en a aussi de 1,000, et même, assure-t-on, de 2,000 et de 2,500 fanègues (1,100 et 1,370 hectolitres). Dans les mêmes conditions d'emplacement et de terrain, les grands silos conservent mieux que les petits. C'est un fait d'observation, et l'on aurait d'ailleurs pu le prévoir à l'avance. Nous verrons plus tard, en effet, que les altérations qu'éprouvent les grains, dans les silos qui nous occupent en ce moment, doivent être attribuées à la vapeur d'eau et à l'air atmosphérique qui traversent leurs parois en terre poreuse et humide. Ces deux gaz, et la vapeur d'eau surtout, sont absorbés par les couches extérieures, et leur effet décroît à mesure que la profondeur augmente. Admettons que, à un certain moment, cet effet s'étende jusqu'à 50 centimètres de profondeur. Si nous nous représentons, pour plus de simplicité, les masses ensilées comme des sphères, et que nous en considérions une de 2 mètres, de diamétre, ou d'un volume d'environ 40 hectolitres, comme celui des petits silos dont je viens de parler, la partie du blé entièrement préservée formera, au centre, une sphère de 1 mètre qui sera le huitième seulement de la masse totale. Au contraire, dans une masse de 5 mètres de diamètre, qui représente approximativement un silo de 1,200 fanègues, la partie préservée, dans la supposition que je viens de faire, sera supérieure à la moitié. La puissance conservatrice du second silo est à celle du premier comme 4 est à 1.

Nous sommes (en septembre 1852) dans une période d'abondance qui dure depuis cinq ans, et l'on a commencé dès 1847 la réserve actuelle pour la prochaine cherté. De plus, la récolte de cette année a été exceptionnelle en Estramadure. Aussi tous les silos y sont-ils pleins. C'est à peine si j'en ai pu visiter une vingtaine, et encore n'est-ce qu'à l'occasion d'une opération très-importante, dont je parlerai plus loin. Leur forme est celle d'une carafe commune, qui va s'élargissant de haut en bas jusqu'aux trois quarts, au moins, de leur profondeur. Ce sont de simples excavations creu-

sées dans un terrain homogène, sans couches, sans fissures, se laissant tailler facilement et régulièrement. Ils sont sans aucun revêtement et sans voûte en maçonnerie. Leur orifice est juste assez grand pour qu'un homme y puisse passer. C'est par ce même orifice qu'on extrait le blé avec des sortes de paniers en cuir attachés au bout d'une corde. Ces paniers, qui ont une contenance de vingt à vingt-cinq litres, sont assez légers pour qu'on puisse les descendre et même les jeter sans craindre de blesser l'homme qui est dans le silo pour les remplir.

Le seul soin que l'on prenne dans la construction des silos, outre celui de leur donner une forme à peu près régulière, a pour objet de prévenir la dégradation des orifices. On en limite le pourtour par un cercle de briques, au-dessus duquel on ménage, par une petite maçonnerie également en briques, une sorte de cuvette, plus large de 10 centimètres tout alentour, et profonde de 15 à 20 centimètres. Pour fermer le silo, on applique une pierre plate ou un couvercle en bois sur l'orifice, au fond de la cuvette, et l'on remplit celle-ci avec de la terre pilée, que l'on élève comme une grosse taupinière jusqu'à 30 ou 40 centimètres de hauteur. Ce mode de construction offre peu de solidité. Quoique la voûte, au lieu d'être surbaissée ou seulement en plein cintre, soit comme formée par la révolution d'une ogive plus ou moins aiguë, elle s'effondre souvent par son propre poids. Je n'ai pas vu moins de huit silos ainsi ruinés, à Almendralejo, que l'on n'avait pas encore eu le temps de remplir avec les terres extraites de ceux que l'on creuse dans le voisinage. Mais ce que le système perd en solidité, il le regagne en économie. Les huit nouveaux silos dont j'ai parlé en commençant n'ont coûté qu'environ 700 francs, ce qui se conçoit sans peine, puisqu'il n'y a eu qu'un travail de terrassement, et que ce travail, au prix que je viens de dire, se trouve payé à raison de 1 fr. 60 c. le mètre cube. La capacité nécessaire pour loger 1 hectolitre de blé n'a donc pas coûté plus de 16 centimes, une fois payés. Il est évident qu'il y a là un argument de bon marché devant lequel échoueront longtemps, si ce n'est toujours, les tentatives que l'on pourrait faire pour améliorer la construction des silos dans ces contrées. Cependant, nous verrons par la suite que l'économie est beaucoup plus apparente que réelle ; que ce mode d'établissement si simple, si primitif, si peu coûteux, entraîne des inconvénients graves, des pertes considérables, et de grandes dépréciations dans la denrée. Ce sont là des faits que les propriétaires de silos sont les premiers à reconnaître. Je n'en ai pas trouvé un seul qui ne m'ait déclaré, de la manière la plus nette, que les procédés suivis sont imparfaits et qu'il y aurait des résultats bien supérieurs à obtenir en employant de bons revêtements intérieurs, en maçonnerie, ou autrement. Je ne m'explique pas quelle a pu être l'origine des renseignements contraires qui ont été donnés par certains auteurs, et accueillis avec un empressement vraiment inconcevable.

Néanmoins, l'ensilage, ainsi que je l'ai déjà fait voir, donne, même

dans cet état d'imperfection, d'assez beaux résultats ; et si, pour les obtenir, il ne s'agissait que de creuser un trou sous terre et de le remplir de grains, ce devrait être une pratique en usage partout où l'on récolte des grains. On ne conçoit pas comment, née sur un point comme la *Tierra de los barros*, elle ne se serait pas étendue de proche en proche jusqu'aux confins du globe. Or, non-seulement il n'en est pas ainsi, mais, dans la *Tierra de los barros* elle-même, il n'y a qu'Almendralejo et Villafranca où l'ensilage ait un développement comme celui dont je viens de donner l'idée ; on ne m'a indiqué, dans le voisinage, que sept autres *pueblos* où il existe des silos, et, dans plusieurs, ils sont en très-petit nombre, et ne donnent que de très-médiocres résultats. Beaucoup de tentatives ont été faites pour en établir ailleurs, et tout récemment encore ; mais elles n'ont abouti qu'à faire trouver du blé pourri dans la terre, ou au moins très-avarié, après deux ou trois ans. Tout autour de la *Tierra de los barros*, à Zafra, à Llerena, on n'a pas d'autres moyens de garder les blés que ceux que nous employons en France, et ils n'y sont pas plus efficaces pour empêcher la fermentation ou les ravages des charançons.

La raison de ce fait singulier se trouve, comme on peut facilement le prévoir, dans la nature et la disposition des terrains. La plaine de la *Tierra de los barros* est formée par un dépôt de sable siliceux, grossier, lié par une argile ferrugineuse très-compacte au-dessus de schistes relevés jusqu'à la verticale. Sa surface est peu accidentée, mais elle est parcourue par quelques ravins, sur les bords desquels le dépôt offre jusqu'à 8 à 10 mètres de profondeur. C'est sur ces points que sont établies les sileras. L'eau dont les schistes sont infiltrés s'écoule dans les ravins par des sources, et les eaux pluviales par la pente du sol ; le terrain propre aux silos ne retient plus que ce qu'on peut appeler son humidité naturelle, celle qui le pénètre d'en bas ou d'en haut par l'action capillaire. On a soin, en creusant, de ne pas traverser le dépôt argilo-siliceux ; cependant, il existe au-dessous, dans quelques points, un schiste en même temps très-tendre et très-compacte, que les habitants désignent sous le nom de *piedra muerta* (pierre pourrie), et qui est excellent pour l'établissement des silos. J'en ai vu à Villafranca dont la moitié supérieure est dans le dépôt argilo-siliceux, et la moitié inférieure dans la *piedra muerta*.

Un propriétaire d'Almendralejo, don José Pinillos, m'a remis, au sujet de l'établissement et du régime des silos, une note que je crois devoir traduire ici dans son entier ; elle résume ce que je viens de dire, et en même temps une partie des développements qu'il me reste à donner sur les pratiques dont l'ensemble constitue l'ensilage :

« Pour la construction des silos, il est nécessaire que la terre soit ferme, « un peu élevée, de qualité calcaire, et nullement grossière, sableuse « ou schisteuse.

« Avant que d'y entrer le blé, le silo doit être resté ouvert pendant trois

« ou quatre jours de grand soleil, pour que son humidité se soit évaporée « et que le silo soit sec.

« Il convient que le blé soit ensilé chaud, nullement humide, et qu'il « provienne autant que possible des meilleurs sols.

« D'abord on recouvre bien le fond d'une couche de paille ; puis, à « mesure qu'on jette le grain, on double également les parois avec de la « paille menue, de l'épaisseur de quatre doigts, pour empêcher que le « grain soit en contact avec la terre. On achève de remplir jusqu'à la « margelle inférieure en recouvrant le dessus du grain d'un peu de paille, « on ferme avec la dalle ou pierre plate, et on remplit de terre la cavité « au-dessus, laquelle s'ouvre au niveau du sol, et qui porte le nom de « *caldera* (chaudière), jusqu'à ce qu'elle soit bien recouverte et que la terre « forme même un tas au-dessus pour que les eaux s'écoulent et ne s'infil- « trent pas.

« Au bout d'un an ou de deux, il faut, par un temps serein et chaud, « retirer le grain, l'aérer ensuite et le pelleter au soleil, ordinairement « pendant un jour entier, en séparer la paille ainsi que le grain, qui est « devenu humide avec elle, balayer bien le silo, y jeter de la paille nou- « velle, comme dans la première opération, et avoir soin d'y introduire le « blé avant que la fraîcheur de la nuit l'ait refroidi.

« Les blés ensilés avec soin ne perdent rien en deux ans ; mais au delà « ils perdent de leur force et donnent moins de pain. Et même, si on n'ap- « porte pas une grande perfection et des soins minutieux au renouvelle- « ment de la paille, ils acquièrent une odeur désagréable et très-préjudi- « ciable pour la vente. »

Voilà la pratique de l'ensilage décrite par un praticien, et cette simple description suffirait pour montrer de quelles graves erreurs elle a été l'objet de la part de ceux qui ont tenté jusqu'ici de l'introduire chez nous.

J'ai rencontré partout, relativement à la nature du terrain spécialement propre aux silos, l'opinion que l'on voit exprimée dans cette note, à savoir : qu'elle doit être calcaire (*caliza*). J'ai entendu énoncer aussi que ce devait être une terre *chaude* (*caliente, calida*). Cependant on se tromperait gravement si l'on attachait à ces termes le sens qu'expriment dans la langue agronomique ceux de *terrains calcaires* et de *terres chaudes*. A première vue, on reconnaît qu'il n'en peut pas être ainsi, et j'ai cru d'abord que mon inexpérience de la langue espagnole m'égarait sur la véritable signification des mots. Mais je me suis fait expliquer plusieurs fois que la *tierra caliza* est bien celle qui contient une assez forte proportion de la substance qui donne par la cuisson la chaux avec laquelle on fait les mortiers. On m'a même donné la composition que doit avoir, suivant les idées les plus répandues, le meilleur terrain à silos : deux de chaux, un de sable et un d'argile. Rien n'est plus contraire à la vérité. J'ai montré à des propriétaires, d'ailleurs fort

instruits, d'Almendralejo que la terre de leurs sileras ne donne par les acides qu'une effervescence nulle ou insignifiante, et qu'elle ne peut avoir en quelque sorte rien de commun avec la pierre dont on obtient la chaux. Mais je ne me flatte pas de les avoir convaincus. Il y a là une de ces erreurs dont on ne vient pas à bout par des expériences de chimie. La chaux joue ici probablement dans les imaginations le rôle d'un agent conservateur en vertu de quelque force inconnue des physiciens, comme celle que l'on s'est hâté d'attribuer, chez nous, d'une manière plus générale et plus vague encore, au sol lui-même [1].

La conservation du blé dans les silos de la *Tierra de los barros* n'est point due à une influence particulière du sol ou de l'un de ses éléments géologiques; elle a sa cause dans deux conditions toutes physiques et parfaitement appréciables : l'extrême siccité du grain et le peu de perméabilité des terrains spéciaux des sileras pour l'air et pour l'humidité.

Les grains ont en Espagne un degré de siccité plus élevé que partout ailleurs en Europe, probablement, et même qu'en Algérie. Cette particularité se rattache à l'usage général que l'on y fait de la paille réduite presque en poussière et même passée au crible, pour la nourriture du bétail. Mélangée avec de l'orge, cette paille pulvérisée constitue l'unique fourrage, si ce n'est dans toute l'Espagne, au moins dans toutes celles de ses provinces que j'ai visitées. Elle passe pour avoir une valeur nutritive d'autant plus grande qu'elle est plus fine. On l'obtient dans cet état, dont la paille découpée par nos hache-paille ne peut donner aucunement l'idée, en la broyant sous le *trillo*. C'est une opération qui diffère assez des dépiquages usités en France pour que je croie utile de la faire connaître.

Le trillo est une sorte de traîneau formé par des planches assemblées et relevé en avant. Après l'avoir fait fortement sécher, on le garnit en dessous de silex tranchants comme des lames de couteau, disposés longitudinalement,

[1] L'analyse d'un échantillon pris dans l'intérieur d'un tas de terre retirée d'un silo creusé depuis très-peu de temps, et desséché spontanément à l'air libre, m'a donné la composition suivante :

Eau	7,84
Argile	9,70
Silice ou matières insolubles dans les acides	71,76
Chaux	1,08
Oxyde de fer	8,02
Acide carbonique	0,60
	100,00

Il faut s'étonner que l'on n'ait pas attribué la propriété conservatrice au fer plutôt qu'à la chaux. L'erreur eût été alors d'autant plus justifiée que tous les terrains dans lesquels les silos réussissent le mieux, parmi ceux que j'ai eu l'occasion de voir ou qui m'ont été signalés, à Rota, dans le Gharb (Maroc), à Oran, auprès d'Arbal, à Mostaganem, auprès du village d'Aboukir, sont fortement colorés en rouge comme le sol de la *Tierra de los barros*.

en losanges, et distants, entre eux, de 12 à 15 centimètres. Pour fixer les silex dans le bois, après les y avoir implantés, on laisse tremper le trillo dans l'eau pendant un jour ou deux. C'est dans cet état qu'il sert à dépiquer le grain et à broyer la paille. Mais pour que celle-ci soit aussi fragile que possible, on attend qu'elle soit entièrement sèche avant de couper les blés. Aussi la moisson se fait-elle tard en Espagne. J'ai vu des blés encore sur pied le 16 août en traversant la Castille vieille, et les dépiquages n'étaient pas entièrement terminés depuis plus de quinze jours en Estramadure lorsque j'y suis allé, le 10 septembre. On coupe les blés à mesure qu'on les dépique. Les blés coupés sont disposés en cercles concentriques sur une aire exposée à l'ardeur du soleil, les tiges suivant les rayons des cercles. Puis on promène le trillo dessus, monté par une femme et traîné par deux mules. La paille est remuée et tournée pour en séparer le grain et ramener à la surface celle qui est le moins broyée. Toutes ces opérations se font sous l'ardeur du soleil dans des contrées où la température atteint 42 degrés à l'ombre, et monte au soleil à 70 ou 80 degrés [1]. On ne peut pas s'étonner après cela d'y rencontrer des grains qui ne contiennent que 6 à 7 pour 100 d'eau, tandis que ceux que nous appelons secs en France en contiennent au moins le double. Pour que, dans un silo de 500 hectolitres, le blé de l'Estramadure atteignît moyennement la proportion d'eau qui constitue l'humidité normale des grains dans la moitié nord de la France, il faudrait que les parois cédassent 3 mètres cubes d'eau. C'est une quantité énorme, et que pourraient fournir seulement des terrains infiltrés où l'eau se renouvellerait et circulerait comme dans du sable.

Tel n'est pas le cas d'un terrain peu poreux, s'il est débarrassé de tout accès des eaux souterraines, et si les eaux pluviales trouvent à sa surface un écoulement facile. Il est nécessairement humide, car toute terre, en em-

[1] Le 3 septembre dernier, à Cordoue, un thermométrographe enveloppé de papier blanc, et que j'avais exposé au soleil, est monté à 63 degrés. Voici, en degrés centigrades, les températures prises à l'ombre à l'observatoire de Madrid, du 18 au 20 août, d'après une note que je dois à l'obligeance de M. Javier Esquierra del Bayo.

		7 heures du matin.	Midi.	6 heures du soir.
Août,	18	23,3	35,3	31,0
—	19	22,2	35,0	31,0
—	20	20,5	3,62	34,0
—	21	17,5	35,0	3,25
—	22	17,5	22,2	30,0
—	23	23,3	40,0	36,6
—	24	17,6	35,0	32,5
—	25	20,0	36,2	34,0
—	26	24,2	39,6	34,0
—	27	25,0	40,6	37,2
—	28	23,6	40,0	37,2

ployant ce mot par opposition à celui de pierre et même de pierre compacte, l'est partout et toujours; mais son humidité n'est plus que celle qu'y fait pénétrer l'action capillaire. C'est de l'eau qui ne s'y renouvelle et n'y circule qu'avec une excessive lenteur, de l'eau qui s'échappe des parois d'un silo, non pas par filets ou même par gouttes, mais sous forme de vapeur. La paille interposée absorbe cette humidité comme les corps hygrométriques absorbent celle de l'atmosphère. Elle s'en sature; puis les couches extérieures du blé s'en saturent de même de proche en proche. La paille et le blé ainsi saturés s'altèrent et se décomposent. J'ai vu, dans des silos, la couche de paille réduite à l'état de fumier consommé. Mais l'humidité a été arrêtée au passage, et la masse intérieure en a été préservée jusqu'à un certain point. C'est ainsi, et seulement ainsi, que la couche gâtée et pourrie qui se forme au contact des parois des silos en terre est un agent de conservation. Mais il est évident, et on va le voir mieux encore par la suite, que, pour que la conservation fût parfaite et réelle, il faudrait, avant tout, que cette couche ne se formât pas.

On verse ordinairement le grain dans les silos au fur et à mesure qu'on le dépique, et sans aucune précaution, ou après avoir répandu seulement un peu de paille sur le fond. Lorsque le dépiquage est terminé, on vide le silo, on étend le blé sur une aire et on le pellète au soleil pour lui faire perdre l'humidité qu'il a déjà pu contracter durant son séjour sous terre. On le nettoie et on le réensile, en l'entourant, cette fois, avec beaucoup de soin de la couche de paille conservatrice. Ce n'est pas la paille entière que l'on emploie à cet usage, mais bien la paille broyée par le trillo. Il faut un certain art pour qu'elle forme une couche bien séparée du blé et d'une épaisseur partout à peu près uniforme. Si le silo a été trouvé très-humide la première fois qu'on l'a vidé, on le vide encore une fois avant la fin de la belle saison. J'en ai vu vider un ainsi pour la seconde fois. Il était plein d'orge. Le grain était échauffé, et la paille déjà entièrement mouillée. J'en ai vu un autre qui contenait des fèves également très-échauffées. Il paraît que cet échauffement ne se continue pas au delà d'un certain temps.

Cette première introduction du blé dans les silos est évidemment une pratique qui a pour but d'en préparer les parois par une dessiccation dont l'agent est le blé lui-même. On voit par le dernier exemple que je viens de citer qu'outre le blé et l'orge on y met aussi les légumes secs, qui s'y conservent, assure-t-on, parfaitement bien.

En général on remplit les silos complétement, et s'il arrive qu'on ne puisse les remplir qu'en partie, les grains s'y échauffent. Cet effet est dû à la température naturelle du sol, qui est, ainsi qu'on le verra plus loin, très-élevée, et à la facilité avec laquelle l'air atmosphérique se renouvelle dans la partie des silos restée vide, en filtrant à travers le sol desséché qui en constitue le dôme, ou la voûte. On ferme les silos partiellement remplis, en laissant dans leur orifice un conduit en bois, fermé par un tampon,

et qui permet d'achever de les remplir plus tard sans être forcé de les ouvrir.

Je suis allé en Estramadure à une époque qui n'eût été guère favorable pour l'étude que j'avais à y faire, si une opération dont il n'est jamais question lorsqu'on parle de l'ensilage, et qui y joue un rôle capital, ne m'avait offert la plus précieuse des occasions que je pusse désirer pour étudier, sur une grande échelle, des blés maintenus en silos pendant toute la durée d'une période d'abondance. Les silos étaient pleins et fermés, et j'eusse probablement obtenu avec beaucoup de peine d'en faire ouvrir quelques-uns dans un seul but de recherches. Mais le mois de septembre est principalement le mois de l'année où l'on fait la visite des silos. Cette opération de visiter (*registrar*) les silos m'a fait assister à tous les détails de l'ensilage et montré des blés ensilés à toutes les époques, depuis et y compris 1847.

Elle consiste à ouvrir les silos pour y constater l'état du grain, et pour le remettre sans cesse, en l'aérant, en le pelletant et en le nettoyant au soleil, dans l'état où il était lorsqu'on l'ensila primitivement. Cette visite, qui se fait au moins une fois chaque année, se borne au quart supérieur du silo, si le blé est trouvé sec, sain et sans odeur. Il n'y aurait que des inconvénients, dans ce cas, à mélanger la partie préservée avec la couche périphérique qui ne l'est pas, et avec les débris de la couche de paille. On se contente d'aérer et de sécher la portion extraite, et de la réensiler le même jour. Lorsque, au contraire, l'intérieur de la masse de blé est reconnu atteint par l'humidité et par la fermentation, on vide le silo en entier. C'est une opération qui pour un silo de 500 fanègues (275 hectolitres) exige le travail de six hommes. Un, dans l'intérieur du silo, charge les paniers; deux au-dessus de l'orifice les montent au dehors en tirant la corde au bout de laquelle ils sont attachés, et trois autres enfin reprennent le blé que ceux-ci versent en un tas, l'étendent en couches au soleil et le pellètent. Le pelletage qui a lieu dans cette première journée se continue pendant une seconde journée tout entière, et pendant la première moitié d'une troisième, dont l'après-midi est consacrée au réensilage.

J'ai pu, ainsi que je l'ai déjà dit, étudier cette opération dans tous ses détails, les propriétaires de silos auxquels je me suis adressé s'y étant prêtés avec un empressement sans égal. L'un d'eux, D. Pedro Romero Falcon, a poussé la complaisance jusqu'à faire visiter l'un de ses silos à mon choix, et en mettant ses hommes à mon entière disposition, pour que je fusse plus à l'aise dans les recherches que je pouvais avoir à faire. Je désignai un silo de 500 fanègues (275 hectolitres), rempli depuis 1848. C'est dans cette visite, dont j'ai eu en quelque sorte la direction, qu'ont été faites les observations que l'on va lire.

J'ai été surpris du peu d'épaisseur que l'on donne à la couche de terre qui protége supérieurement le grain ensilé contre l'action du soleil et de l'atmosphère. Lorsqu'on a enlevé la petite éminence de terre de 20 à 30 cen-

timètres de hauteur élevée au-dessus de l'orifice, et vidé la chambre profonde de 15 à 20 centimètres qu'elle recouvre, on rencontre la dalle qui ferme le silo, et immédiatement au-dessous le grain, recouvert seulement d'une assez mince couche de paille. Le grain n'est donc séparé de l'air extérieur et de l'action directe des rayons solaires que par un sol desséché et très-perméable, et par une dalle non lutée que recouvrent 40 à 50 centimètres. au plus, de terre sèche et friable. On ne s'étonnera pas qu'il s'y produise, dans ces conditions, des altérations très-graves. Le blé fermente dans la partie supérieure des silos. Il y germe même, et j'ai vu, dans un silo que l'on venait d'ouvrir pour le visiter, toute la couche supérieure formée par du blé qui avait poussé des tiges de 1 à 2 décimètres de longueur. La fermentation et l'échauffement du blé déterminent l'altération de l'air emprisonné avec lui, et lorsqu'on descend dans les silos que l'on vide, on y éprouve une grande gêne de respiration, encore augmentée par la poussière qui se produit dans l'opération. D'un autre côté, la présence constante d'insectes vivants dans la partie supérieure prouve que l'air s'y renouvelle à travers le sol avec une certaine activité.

Le silo que D. P. Romero Falcon a fait visiter sous mes yeux est situé dans la plus estimée des cinq sileras d'Almendralejo. C'est la plus élevée, et celle où le terrain propre aux silos est de meilleure qualité et a le plus de profondeur. L'eau, dans un puits situé à côté, était à $10^{m},50$ plus bas que la surface du sol. Le silo avait été déjà ouvert un mois auparavant; on y avait trouvé le blé en bon état, et l'on s'était arrêté après l'avoir visité jusqu'au cinquième environ.

L'opération a commencé le 14 septembre, à six heures du matin, et a duré jusqu'à la fin de la journée du 16, par un temps magnifique. Avant de faire ouvrir le silo, j'ai pris la température du sol à 25 centimètres de profondeur, dans l'intervalle entre deux silos. Elle était de $25^{\circ},6$. Le silo ouvert, et le sol vidé de paille, j'ai enfoncé le thermomètre dans le blé. Il y a marqué $32^{\circ},2$. La température a ensuite été baissant, mais lentement. A $1^{m},30$ de profondeur, elle était encore de 29 degrés. Elle a baissé plus rapidement ensuite. A $2^{m},50$, elle n'était plus que de $21^{\circ},6$ dans l'axe du silo, et le thermomètre introduit, à 30 centimètres de profondeur, dans un trou pratiqué avec une mèche de vilebrequin dans la paroi du silo, y a accusé une température plus basse de 4 ou 5 dixièmes de degré seulement. A $4^{m},10$ au-dessous de l'orifice, à 20 centimètres au-dessus du fond, j'ai trouvé $19^{\circ},6$; et à 30 centimètres plus bas, dans la terre, $19^{\circ},2$.

La conséquence de ces observations n'est pas douteuse: c'est que le blé était dans un état de fermentation et d'échauffement dans toute la moitié supérieure du silo. C'est là un phénomène qu'il faudrait évidemment pouvoir empêcher; mais ce résultat ne pourrait être atteint qu'avec des enveloppes absolument imperméables.

Le grain ne contenait qu'une très-petite quantité d'insectes, et seulement

jusqu'à une profondeur de quelques décimètres au-dessous de l'orifice; des charançons, des alucites, quelques larves de ténébrions. Mais il n'en est pas toujours ainsi. J'ai vu retirer, de silos que l'on visitait, des quantités de plusieurs hectolitres de blé entièrement dévorées.

La densité du blé m'a offert des variations non moins dignes de remarque. J'avais emporté avec moi une balance de Chemin, qui m'a permis de faire, dans le cours de mon voyage, des observations de ce genre extrêmement comparables entre elles. Les blés ont, en Espagne, un poids relatif très-élevé. Ceux de la dernière récolte, que j'ai eu l'occasion de voir gardés en couches, à Almendralejo, m'ont présenté des poids, à l'hectolitre, compris entre 84 kilogrammes et $81^{k},50$. Les blés des silos sont moins lourds. Je n'en ai pas trouvé pour lesquels la balance de Chemin accusât un poids de 80 kilogrammes. Dans le silo de D. Pedro Romero Falcon, le blé pesait, rapporté à l'hectolitre, $78^{k},15$, à 30 centimètres de profondeur; $79^{k},40$, à $2^{m},50$; $79^{k},1$, à 1 mètre au-dessus du fond, et enfin, $72^{k},75$ seulement, dans une couche de 20 centimètres, immédiatement au-dessus de la couche de paille dont le fond était recouvert. Ces variations sont dues aux variations de l'humidité elle-même; l'aspect, le maniement et le degré de dureté du blé ne m'ont laissé, à cet égard, aucun doute[1].

Le blé de la partie supérieure était d'un aspect terne, chaud à la main

[1] Les échantillons de blés que j'ai rapportés d'Almendralejo, dans des flacons cachetés, m'ont donné, par la dessiccation à 110-120 degrés, les humidités suivantes :

	Eau, pour 100.
Blés gardés en greniers :	
N° 1	7,90
N° 2	8,80
N° 3	9,45
Blés de silos :	
Blé de l'année extrait après deux mois de séjour, pour le réensiler avec la couche de paille	8,90
Blé d'un petit silo visité après deux ans d'ensilage :	
A la partie supérieure	17,23
A la périphérie, immédiatement contre la couche agglomérée	15,07
Au centre	12,21
D'un autre, après un an d'ensilage :	
Au centre	10,74
Du silo de D. P. Romero Falcon :	
Blé pris à 30 centimètres au-dessous de l'orifice (il avait été pelleté au soleil un mois auparavant)	12,08
Au centre, à $2^{m},50$ au-dessous de l'orifice	11,89
A $3^{m},50$	11,91
A $2^{m},50$ de profondeur, contre la paille	15,17
Au fond, sur la couche de paille	19,05

est assez rude, quoique dur sous la dent et très-sec. Celui du centre, au contraire, était en même temps sec et très-coulant; mais il avait une odeur spéciale qui n'est point celle de moisi, ni l'odeur que le blé contracte lorsqu'il séjourne longtemps en couches dans les greniers ordinaires. Cette odeur est désignée, dans le pays même, sous le nom d'*odeur de silos* (*olor de silos*). Je la crois due à la décomposition de la couche de blé en contact avec la paille, et de la paille elle-même. Peut-être aussi est-elle le produit d'une fermentation particulière. Ce qui permettrait surtout de le croire, c'est sa ténacité. Dès qu'elle est arrivée à un certain degré, il est impossible de la faire disparaître complétement. Les marchands de blé de Séville la reconnaissent parfaitement dans ceux qui ont passé seulement deux ans en silos, et elle est la cause d'une dépréciation qui va, même pour des blés d'ailleurs bien conservés, jusqu'à 4, 5, 6 réaux par fanègue, ce qui fait 2 à 3 francs par hectolitre.

Quant à la couche périphérique dont tous les auteurs ont parlé, et qu'ils ont présentée comme une enveloppe préservatrice, je l'ai trouvée d'une épaisseur variant depuis 7 à 8 centimètres à la partie supérieure jusqu'à 2 décimètres sur le fond. Elle est formée par du blé humide et aggloméré. L'humidité est surtout excessive dans la couche du fond, que l'on trouve souvent dans un état de décomposition très-avancé. La saveur de ce blé est âcre et terreuse; son odeur est celle dont j'ai parlé plus haut, très-exagérée. La farine qu'on en obtient ne donne pas de gluten. Cette couche se brise dans le vidage des silos. Lorsque ses fragments restent en pelotes, on les retire et on les jette; mais, en général, ils se désagrégent, et le grain décomposé qui les constitue se mêle au grain sain. C'est peut-être à cette circonstance qu'il faut attribuer la persistance de l'*odeur de silos*, et je suis très-porté à croire qu'il y aurait souvent bénéfice à mettre à part la couche tout entière pour la vendre séparément. Mais le blé n'a guère d'autres usages dans les pays à silos que de servir à la nourriture de l'homme ou des animaux, et les animaux refusent ce blé gâté. On n'en pourrait faire que du fumier.

Il faut conclure de là que l'ensilage primitif, celui qui consiste à mettre simplement le blé dans des trous creusés en terre, n'est pas à beaucoup près aussi économique qu'on s'était plu à le croire. Une couche de blé d'un décimètre d'épaisseur représente, par mètre carré de surface, un hectolitre de blé, et par conséquent une valeur de 25 à 30 francs au moins; car on ne met du blé en silos que pour le vendre quand il sera cher. C'est là, sous forme de déchet ou de dépréciation, une dépense qui se renouvelle au moins tous les cinq ou six ans. Aucune construction, même avec les revêtements les plus parfaits, ne me paraît devoir revenir, par l'intérêt de l'argent, à un prix aussi élevé. L'ensilage primitif ne peut convenir qu'à des contrées où le blé tombe dans les années d'abondance à des prix si bas, que ce que l'on en perd pour conserver le reste ne peut en quelque sorte pas être considéré comme une dépense.

II

L'ENSILAGE CHEZ LES MAURES DE L'ANDALOUSIE.

J'avais déjà vu pleinement justifiées en Estramadure la plupart des prévisions annoncées trop timidement peut-être dans le chapitre de mon mémoire sur l'alucite qui traite de l'ensilage. Ainsi, là où l'on n'avait aperçu jusqu'ici qu'un fait brut, la conservation des grains sous terre, j'avais rencontré une pratique complète, prudente, et fonctionnant à l'aide d'un ensemble de moyens auxquels la science agricole, telle qu'elle est le plus généralement comprise, ne trouverait peut-être rien à ajouter. On n'ensile que des blés desséchés par un dépiquage sous les rayons d'un soleil ardent; si les blés ont repris de l'humidité, on les dessèche de nouveau; une fois ensilés, on les visite aussi souvent qu'il est nécessaire pour y saisir dès son début toute altération qui tendrait à s'y produire. Les trouve-t-on humides, on les extrait des silos, on les étend au soleil, on les pellète plusieurs jours de suite, on les nettoie et on ne les réensile qu'après les avoir remis dans leur état primitif.

Quant aux phénomènes qui se passent dans l'intérieur des silos, ils sont rigoureusement ce que les faits connus et les données de la science permettaient d'affirmer avant de les avoir observés. L'inconcevable anomalie qu'auraient offerte des silos accessibles à l'humidité du sol et à l'air atmosphérique dans lesquels du blé se serait conservé intact, ne fût-ce qu'un petit nombre d'années, n'a jamais existé nulle part. Le silo qui conserve le grain qu'on lui confie n'est pas une excavation pratiquée dans le premier terrain venu, mais dans des terrains choisis, exceptionnels par leur composition, par leurs propriétés physiques, et par leur situation favorable à l'écoulement des eaux souterraines et des eaux pluviales.

Cependant ces terrains sont poreux, et la capillarité y maintient une humidité permanente. Mais cette humidité, quoiqu'elle n'empêche pas absolument la conservation, n'en exerce pas moins dans l'intérieur des silos l'influence qu'il nous était permis de lui assigner en vertu des lois de l'éva-

poration et de l'hygrométricité des substances qui y sont exposées. Le blé accumulé en grandes masses dans les silos s'y comporte comme il se comporterait dans une atmosphère humide quelconque soumise aux mêmes conditions de renouvellement et par la même température. Les silos ne nous montrent en action aucun autre principe d'influence que les conditions physiques d'humidité, d'accès de l'air et de température dans lesquelles les grains s'y trouvent placés.

En résumé, le silo en terre ne peut servir qu'à une pratique extrêmement limitée, que dans des localités exceptionnelles, et ne convient à nos climats, très-probablement, dans aucune circonstance. Eussions-nous à notre disposition des terrains comme le terrain à silos de la *Tierra de los barros*, nous n'en pourrions faire aucun usage, si ce n'est peut-être dans quelques-uns de nos départements méridionaux. Nos blés du Nord s'y gâteraient dans toute l'épaisseur des masses ensilées, comme se gâtent les blés d'Almendralejo contre les parois et au fond de ses silos.

Mais en serait-il de même si les causes que l'étude de ce que j'ai appelé l'ensilage primitif nous a conduit à assigner à l'altération des grains ensilés dans la terre étaient supprimées ; si les parois des silos, au lieu d'être fournies par une terre poreuse, pénétrable à l'air et à l'eau, étaient imperméables comme le marbre, le verre ou un métal ? En attendant la réponse directe que nous ne pouvons demander qu'à l'expérience, l'étude des restes qui existent de silos anciens va faire apparaître en quelque sorte sous nos yeux une pratique de l'ensilage beaucoup plus élevée, beaucoup plus parfaite, et plus en rapport avec ce que la tradition et les auteurs nous apprennent de l'importance qu'eurent autrefois les approvisionnements et les dépôts de grains chez les peuples les plus puissants et les plus instruits, chez ceux où l'agriculture atteignit le plus grand développement.

On n'a pu m'indiquer à Séville, ni dans ses environs immédiats, aucun reste de silos anciens, ni aucune trace des anciennes pratiques de l'ensilage. La position qu'occupe cette brillante capitale de l'Andalousie, au milieu d'une plaine basse formée par un sol d'alluvion, explique suffisamment que ses possesseurs d'autrefois aient dû chercher pour leurs dépôts de grains un terrain et une atmosphère plus favorables. Ils trouvèrent l'un et l'autre à trois lieues environ plus au midi, à Alcala de Guadayra. J'appris, dans le cours de mes recherches, qu'il y existe sur plusieurs points, et notamment dans les ruines d'un vieux château fort qui frappe par son élégance l'attention de tous les voyageurs qui passent par Alcala en allant de Cordoue à Séville, de grandes cavités creusées de main d'hommes, et que les uns croient être des citernes, d'autres des silos. Personne n'a pu me donner sur leur mode de construction ni sur leurs usages aucun renseignement précis, et je serai obligé, dans la description que j'en vais faire, de m'en tenir à mes propres observations et aux inductions que je crois permis d'en tirer. J'ai eu souvent lieu de m'étonner, en Espagne, comme en France d'ailleurs, de l'insuf-

fisance des données positives que l'on peut recueillir en voyageant, si le hasard ne s'en mêle, sur les choses les plus voisines et les plus dignes d'intérêt ; c'est là ce qui explique les notions si erronées que l'on en a rapportées, notamment sur l'ensilage. A Madrid, des savants distingués et compétents dans tout ce qui concerne l'agriculture espagnole m'avaient déclaré que mes recherches étaient sans objet actuel dans la Péninsule, que l'ensilage n'y était plus nulle part une pratique de quelque importance, et que j'aurais peine à y trouver des traces reconnaissables de silos romains ou d'anciens silos maures. On a déjà pu juger si la pratique de l'ensilage en Estramadure était en effet dépourvue de tout intérêt pour le but que je me proposais ; mais on verra mieux encore par ce qui me reste à raconter tout ce que j'eusse perdu, si ces renseignements si décourageants m'eussent détourné de la ligne de recherches que je m'étais primitivement tracée.

La ville actuelle d'Alcala de Guadayra n'est plus sur le bord de la petite rivière à laquelle elle doit son nom. Elle semble s'en être éloignée progressivement, en remontant une petite vallée qui contourne, au midi, le mamelon que couvrait l'ancienne ville. Ce mamelon porte sur ses flancs de nombreux restes de constructions où l'on retrouve, assure-t-on, des vestiges de la plus haute antiquité. Le guide que m'avait donné l'alcade de la ville se plut à m'y faire remarquer, ainsi que dans les substructions du château, des portions de murs qu'il attribuait, les plus basses aux Romains, celles immédiatement au-dessus, aux Goths. Quant à l'enceinte fortifiée elle-même, encore bien conservée dans quelques-unes de ses parties, elle paraît être manifestement de construction maure.

Sa partie la plus reculée et la plus éloignée de la ville forme une sorte de réduit isolé par un fossé, et que des constructions partagent en deux enceintes. C'est dans la première, désignée aujourd'hui par les habitants d'Alcala sous le nom de place d'armes, que se trouvent les silos, au nombre de quatre, dont un petit et trois immenses. L'un de ces derniers est rempli de pierres et de débris jusqu'au niveau du sol, et les deux autres auront un jour le même sort, chaque visiteur s'empressant d'y jeter de grosses pierres, pour juger de leur profondeur par le temps qu'elles mettent à tomber jusqu'au fond. Déjà il existe, dans chacun d'eux, un cône de débris qui les remplit en partie, et ne permet plus de les mesurer qu'imparfaitement. Cependant, deux échelles de 4 à 5 mètres, assujetties l'une à l'autre, n'en atteignaient pas le fond, et je n'eusse pu les mesurer et en étudier la construction, si le plus petit des quatre, qui se trouve au-dessus de la voûte des deux restés en partie vides, n'était éventré dans sa paroi latérale, et ne présentait une sorte de fenêtre de communication, par laquelle j'ai pu descendre dans l'un des grands.

Cette construction est on ne peut plus simple. Comme les silos d'Almendralejo et de Villafranca de los barros, les silos d'Alcala de Guadayra ne sont que des excavations dans le sol ; mais ici le sol est une roche siliceuse,

dure et absolument compacte [1]. Les silos sont de vastes capacités étanches, creusées dans le sein d'un bloc immense, sans joints et sans fissures, comme serait un bloc de marbre, et qui forme peut-être, d'une seule pièce, le mamelon tout entier dont le château occupe le plateau supérieur. Ils ne peuvent recevoir l'air et l'humidité que par leur orifice.

Leur forme est très-régulière et à peu près la même que celle des silos de la *Tierra de los barros*, seulement plus profonde et moins élargie à sa partie inférieure. Elle se compose d'un cylindre surmonté d'un dôme pointu au centre duquel s'ouvre l'orifice. Quoique le travail de creusement paraisse avoir été exécuté avec beaucoup de soin, j'ai trouvé entre les diamètres que j'ai mesurés une différence de 18 centimètres. Le diamètre moyen, à la naissance de la voûte, est de 6m,70; la distance verticale de l'orifice au sommet du cône formé au fond du silo par les pierres jetées d'en haut, de 7m,90; et en enlevant les débris, à la partie la plus déclive du monticule, je suis arrivé à 2 mètres plus bas sans rencontrer le fond. La hauteur totale de ce grand silo est donc d'au moins 10 mètres, et sa contenance ne pouvait pas être éloignée de 3,000 hectolitres.

Le parement intérieur n'est point poli comme celui de certains silos romains que je décrirai plus tard; le ravalement en a été fait à la pointe, ou plutôt encore avec le burin et le marteau, ainsi que me paraît l'indiquer la régularité des sillons tracés sur la paroi. Ces sillons forment des rectangles de hachures simples avec des directions différentes, comme celles des pièces d'un parquet en losange. Je n'y ai aperçu aucune des traces que la présence des eaux a laissées sur les parois des anciennes citernes que j'ai eu l'occasion d'examiner, et l'opinion d'après laquelle les cavités creusées dans le roc à Alcala de Guadayra auraient eu un semblable usage ne me paraît appuyée d'aucune preuve.

J'ai été frappé de l'état de siccité des deux silos où je suis descendu. Les parois ni les débris du fond n'offraient aucune trace d'humidité. Un cadavre de chèvre y gisait sur les pierres, entièrement desséché, et sans odeur.

L'orifice aujourd'hui dégradé et de forme irrégulière dut être circulaire dans l'origine. Son plus petit diamètre actuel est de 64 centimètres. On voit encore dans une certaine étendue de son pourtour les deux margelles, dont l'une circonscrit immédiatement l'orifice, et l'autre, plus large, la chambre destinée à recevoir le couvercle. Ce couvercle dut être, comme nous le verrons pour les silos de Rota, une dalle plate et exactement taillée, que l'on scellait avec du ciment ou de la chaux. Il n'existe pas de col proprement dit; la voûte commence immédiatement au-dessous de l'orifice, et tout me paraît annoncer que la couche supérieure du blé ne devait pas se trouver à une profondeur de plus de 20 à 25 centimètres au-dessous du niveau du sol.

[1] Les échantillons que j'avais adressés à l'Institut agronomique ayant été égarés, j'ai le regret de ne pouvoir donner de cette roche une définition plus précise.

L'orifice supérieur servit probablement à l'extraction comme à l'introduction du grain. Cependant, on assure qu'il existe en bas une ouverture fermée par une maçonnerie, et qui aurait fait communiquer le silo avec le silo voisin, ou peut-être avec un puits d'extraction. Je n'ai pu examiner cette disposition, aujourd'hui ensevelie sous les pierres. Je l'ai regretté davantage encore après en avoir trouvé une semblable dans le plus grand des silos romains d'Arzeu.

L'opinion qui considère les quatre grandes excavations souterraines du château d'Alcala comme des silos à blé, et non comme des réservoirs d'eau, me semble appuyée par l'existence, dans la dernière enceinte, d'une autre excavation, qui ne paraît pas avoir pu servir à d'autres usages qu'à fournir d'eau la forteresse. La *sima* (la fosse), ainsi qu'on l'appelle, est un puits de forme à peu près carrée, dont la section a environ 2 mètres et demi de côté, et auquel on n'assigne pas une profondeur de moins de 75 mètres. Ses bords sont en talus très-roides, et l'accès en est dangereux. J'ai pu m'assurer néanmoins que, s'il contient de l'eau à l'heure qu'il est, c'est au-dessous des pierres qui en remplissent le fond, et qui, vues d'en haut, se montrent sèches. Il me paraît probable que la *sima* descend au moins au niveau de la rivière dont elle peut recevoir l'eau directement. La tradition lui assigne toutefois des usages bien différents. Elle en fait un puits de descente par lequel les défenseurs du château auraient eu des sorties à de grandes distances. Une galerie, notamment, passant sous presque toute la longueur qu'occupe aujourd'hui la ville, les aurait mis en communication avec un ouvrage qui n'est pas le moins étonnant de tous les restes que le passé a laissés dans ce pays, qui eut un passé si splendide. Je veux parler de la *mina*, moulin taillé dans le roc, sur le passage des galeries également taillées dans le roc, qui amènent les eaux même de Carmona, assure-t-on, à l'aqueduc de Séville. On montre dans la *mina* l'ouverture aujourd'hui murée d'une galerie souterraine, qui serait celle par laquelle on serait venu du château par la *sima* chercher de l'eau et faire moudre le blé extrait des silos. Telle est, je le répète, la tradition populaire; je n'entends ici ni la confirmer ni la combattre.

Si on ne connaissait pas d'autres silos à Alcala de Guadayra que les quatre dont je viens de parler, il serait permis de croire que de pareils travaux faits en vue de conserver les grains n'ont eu leur raison que dans les nécessités de la défense des places fortifiées. Mais les habitants assurent qu'il en a été trouvé plus de cent tout pareils, sur les points les plus différents, hors de la ville, en rase campagne. Ce qui me porte à croire que cette assertion n'est pas exagérée, c'est qu'on m'en a fait voir treize qui ont été trouvés ainsi il y a environ quarante ans sur le plateau de la *mala manana* [1], à cinq cents pas au

[1] *El cerro de la mala manana*, le mamelon ou la butte de la mauvaise matinée, nom que les Maures lui donnèrent après une bataille dans laquelle ils furent défaits par saint Ferdinand, et qui dura depuis le lever du soleil jusqu'à midi.

delà d'un cimetière, situé lui-même à peu près à la même distance de la ville. Quatre de ces silos sont sur le bord de la route et ouverts. On s'en sert pour y jeter tous les débris provenant de la route et des champs voisins. Trois sont déjà presque pleins; mais le quatrième est encore vide jusqu'à plus de 5 mètres de profondeur; ce qui permet de supposer que ces silos ne le cèdent pas à ceux du château sous le rapport de la grandeur.

Les neuf autres sont dans un champ d'oliviers, qui n'est séparé de la route que par une haie de cactus. Le propriétaire a eu l'idée de les protéger contre le sort qu'ont eu les quatre premiers, en les fermant par de petits massifs arrondis, en maçonnerie, qui les font reconnaître.

N'est-il pas permis de croire, après de semblables découvertes, qu'Alcala de Guadayra fut autrefois le grenier de Séville et renferma des approvisionnements immenses? Peut-être pourrait-on tirer une induction favorable à cette conjecture même de l'industrie particulière qui s'exerce depuis un temps immémorial dans cette jolie petite ville. Cette industrie est celle de la boulangerie. Malgré la distance de trois lieues d'Espagne qui l'en sépare, le pain le plus beau et le meilleur qu'on mange à Séville vient d'Alcala de Guadayra; c'est un pain blanc comme la neige, léger, quoique assez peu levé, excellent au goût, et qui surtout conserve admirablement sa fraîcheur. Alcala *de los panaderos* (des boulangers), ainsi qu'on l'appelle aussi, a une réputation qui s'étend dans toute l'Espagne. Ses habitants n'hésitent pas à faire remonter jusqu'aux Maures cet art particulier de fabriquer le pain dont ils ont le privilége. On rencontre, du reste, des traditions semblables en Espagne partout où existent des pratiques plus parfaites qu'ailleurs soit en agriculture, soit en industrie. Si vous demandez d'où elles viennent, on vous répond invariablement : des Maures; *es de los Moros*.

Toutes les grandes cités du midi de l'Espagne paraissent avoir possédé de semblables approvisionnements, et ce serait un travail assurément d'un haut intérêt que de chercher comment on les y faisait servir à combattre l'effet des variations dans l'abondance des récoltes. Les auteurs arabes leur assignent des populations qui soulèvent l'incrédulité, tant elles sont hors de proportion avec ce qu'il en reste aujourd'hui, même dans celles qui ont conservé le plus de traces de leur ancienne splendeur. Peut-être trouverait-on dans la recherche de leurs silos des données qui confirmeraient sur ce point les assertions même les plus exagérées en apparence. Si l'on en juge par les dix-sept silos que je viens de faire connaître, les cent que l'on assure avoir été trouvés à Alcala de Guadayra pouvaient contenir trois mois de consommation en blé pour une ville de 500,000 habitants.

Cordoue eut des silos très-grands et en nombre considérable, d'après les renseignements qui m'ont été fournis dans cette ville par des hommes très-instruits, parmi lesquels je me plais à citer D. Francisco Ramet, intendant de S. Exc. le duc de Sotomayor, D. Ignazio Garcia Lovera, et un ingé-

nieur français, M. Tastet, qui se livre à la recherche et à l'exploitation de mines de houille dans la Sierra Morena. M. Tastet a découvert lui-même, il y a trois ans, deux très-grands silos, à Cerro Muriano, à trois lieues de Cordoue, dans la montagne. Ils sont creusés dans le roc comme ceux d'Alcala de Guadayra, et ç'a dû être là évidemment le système le plus ordinaire; mais on m'en a cité aussi qui ont été trouvés aux environs de Cordoue, dans des terrains meubles et perméables, et qui ne peuvent devoir leurs propriétés conservatrices qu'à des enveloppes, probablement en excellente maçonnerie.

Des silos taillés dans une roche absolument compacte, comme ceux dont je viens de donner la description, durent procurer aux grains que l'on y renferma une conservation parfaite et indépendante de la durée. Nous y trouvons, en effet, réalisée cette simple formule, presque évidente par elle-même, et qui résume l'ensemble de conditions que la science nous indique comme propres à garantir indéfiniment les grains contre tous les genres d'altération : *du blé sec dans un vase sec à parois imperméables et exactement fermé.*

AFRIQUE DU NORD

[Hirtius ou César], *Belli Africani liber singularis, incerto auctore*, éd. par N.L. Achaintre et N.E. Lemaire, Paris, 1820.

LXV. Est in Africa consuetudo incolarum, ut in agris, et in omnibus fere villis sub terra specus condendi frumenti gratia clam habeant, atque id propter bella maxime hostium adventum praeparent. Qua de re Caesar certior per indicem factus, tertia vigili legiones II cum equitate mittit ab castris suis millia passuum X, atque inde magno numero frumenti onustos recipit in castra. (p.491)

Thomas Shaw, *Travels, or observations relating to several parts of Barbary and the Levant.* Oxford, 1738.

After the Grain is trodden out, they winnow It, by throwing It up into the Wind with Shovels, lodging It afterwards in *Mattamores* or subterraneous Magazines, as the Custom was formerly (according to Pliny) of other Nations. I have sometimes seen two or three hundred of them together, the smallest of which would contain four hundred bushels. *Hirtius* acquainteth us that the *Africans* made use of these Pits for the greater Security of their Provisions from an Enemy : but it is more probable, that they were contrived in those earlier Ages, as they continue to be to this Day, for the greater Ease and Convenience of the Inhabitants. For it cannot be supposed that the ancient *Nomades*, any more than the present *Arabs*, would be at the Expense of erecting Storehouses of Stone, when they might, at a much cheaper Rate, be served with These, at every Station, where they encamped to gather in their Harvest. (p. 221-222)

Rabah Chellig, *Vie du fellah et du pasteur algériens.* Alger, 1959.

La nécessité d'assurer la nourriture de sa famille et celle de tous ses associés (Khammès, berger, jardinier) est une lourde charge pour le fellah, surtout en mauvaise année. Souvent il est contraint de sacrifier ses intérêts pour faire face à cette obligation.

En année défavorable, quand la récolte a été insuffisante, le fellah évalue, en premier lieu, la quantité de grains nécessaire à la subsistance du groupe dont il a la charge jusqu'à la prochaine récolte. Il sacrifiera s'il le faut d'abord la semence, et ensuite, exceptionnellement, le cheptel de trait, pour disposer de cette quantité sans laquelle la vie du groupe ne peut se concevoir.

Comme il est obligé de produire, s'il ne reste plus que sa terre et la subsistance du groupe, il cherchera des associés qui lui fournissent, l'un la semence, l'autre le cheptel, et partageront avec lui la récolte, déduction faite de la part du khammès.

De cette obligation découle, pour le fellah, la nécessité de stocker d'importantes quantités de céréales. Pour un fellah et son khammès, la réserve de nourriture doit être de 40 q au minimum. Elle est souvent plus importante, car il faut tenir compte de quatre mauvaises années pour une bonne.

Ces réserves sont stockées dans des silos faits en pleine terre, appelés *matemoura.* Ces silos sont souvent rassemblés en un lieu propice au stockage (terre calcaire) et facile à surveiller. Ce sont alors de véritables silos collectifs appelés *retba*, où chacun met ses réserves.

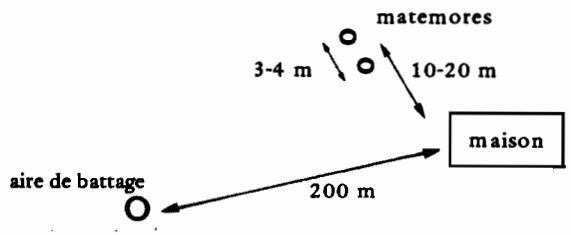
Il est compréhensible que ces silos, où se trouvent les réserves de nourriture des communautés, aient une importance vitale pour la collectivité, en l'occurence la tribu. Ils sont toujours jalousement gardés, cachés s'il le faut, et en tous les cas inaccessibles aux étrangers.

Une tribu sans ses silos n'est pas viable. Ce sont ses réserves alimentaires qui lui donnent toute son indépendance et qui sont le gage de sa cohésion et de l'autorité de ses chefs. C'est certainement en vue de se rallier les tribus en prenant sous sa garde leurs réserves alimentaires que le général Liébert a organisé en 1869 à Miliana les premiers silos coopératifs, qui ont été le point de départ de l'organisation des Sociétés Indigènes de Prévoyance (S.I.P.). C'était là le meilleur moyen de les priver de leur indépendance. Mais il est douteux qu'il soit arrivé par la seule conviction à ce but, car, jusqu'à présent, aucun fellah ne consentira, sous quelque prétexte que ce soit, à stocker ses réserves ailleurs que dans sa *matemoura.*

Le silo est donc un élément essentiel pour l'équilibre économique, social et même moral des communautés rurales. C'est pourquoi le *matemoura* est entouré de tant de respect et que l'opération de son remplissage ou de sa vidange se fait toujours avec une grande solennité. Le silo est le symbole de la vitalité et du dynamisme de la collectivité. Sa présence est un gage de prospérité et de stabilité.

Jacques Holtz, «Stockage des grains dans la région d'El Asnam (Algérie)». (lettre adressée à l'auteur 1977).

1. *Situation :* La maison et les matemores sont situés sur une zone plate au pied d'une colline. Sol argilo-marneux (?). Les matemores sont à l'extérieur de la maison, mais à proximité.



2. *Construction :* On creuse le matemore avec une pioche. L'ouverture doit laisser passer un homme. Une fois le trou fait, on construit une sorte de mur de soutènement sur le côté adossé à la colline (on peut faire tout le tour si on a les moyens) avec petits caillous et ciment. Ceci pour consolider le matemore car on se trouve dans un terrain assez instable (durée inférieure à six ans), et pour l'isoler de l'humidité.

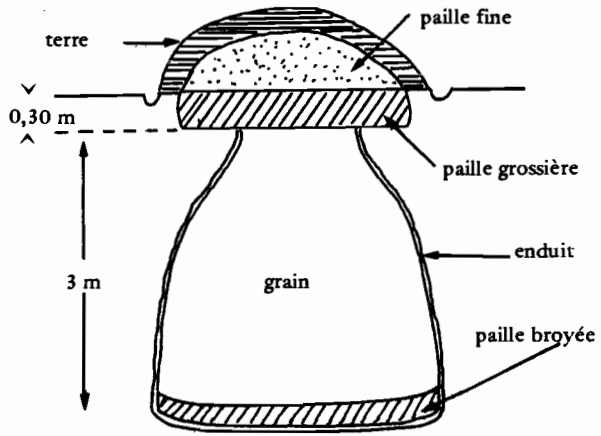
   Ensuite on effectue un chemisage sur toute la surface (côtés et fond) avec un mélange de kaolin, extrait à un ou deux kilomètres de l'endroit, de paille très fine (ou de son d'orge) et d'eau. On lisse pour boucher toutes les fissures.

3. *Préparation :* Deux cas. Première utilisation : c'est ce qu'on vient de décrire ; il faut ensuite laisser sécher l'enduit à peu près une semaine. N-ième utilisation : on gratte tout l'intérieur, puis on fait du feu pour tuer tous les insectes qui pourraient s'y trouver (punaises [= charançons ?]) ; on refait ensuite l'enduit, puis séchage.

4. *Remplissage :* Pour remplir le silo, on attend la nuit afin que le grain soit froid (journées très chaudes à El Asnam, et le grain ensilé chaud favorisait la présence de «punaises»).

   Au préalable, on met au fond du silo 5 à 6 cm de paille broyée (30 à 40 kg). On vide dans le silo les sacs remplis à l'aire de battage (*nadar*). On prononce *bismillah* en versant le premier sac, et l'opération se fait pieds

nus. S'il y a assez de grain, on remplit le silo jusqu'à l'ouverture, parfois plus haut. De plus, chaque fois que l'on met 10 q dans le silo, on en soustrait un double décalitre (16 kg de blé dur, 13 kg d'orge) pour les pauvres : *Hakrabi*, ou «part de Dieu».



5. *Bouchage :* Si le grain vient jusqu'en haut, on met une couche de paille grossière de 30 cm environ, puis une couche de paille fine broyée d'orge ou de blé, en forme de tertre, et enfin une couche de terre sur le tout, épaisse de 15 cm environ. Le tassage se fait de lui-même. La présence de ce tertre est nécessaire pour l'écoulement des eaux, pour empêcher qu'elles ne stagnent. On creuse en outre une petite rigole d'ecoulement autour du tertre. On ajoute enfin par dessus des branches de jujubier (épineux), afin d'éloigner les volailles et les oiseaux, qui pourraient venir gratter et picorer.

   Si le grain est en quantité insuffisante pour remplir le silo, on met de l'insecticide sur la surface du grain, et on bouche l'orifice avec des planches ou des bâtons. Ensuite on met les couches successives de paille et de terre comme dans le cas précédent.

6. *Entretien :* Il arrive que l'eau pénètre dans le silo, par le fond ou par les côtés. Les années pluvieuses, il arrive assez souvent que le silo soit entièrement mouillé. Le grain est alors sorti, séché, lavé puis reséché au soleil, et donne alors le *hamum* qui est vendu ou consommé suivant la quantité. Le *hamum* est mangé en couscous, accompagné de caillé fermenté (*lben*). Il est recherché pour ses vertus alimentaires, et peut se conserver dans des sacs pendant un

an ou deux.

   Le silo est ouvert au maximum trois fois dans l'année. La première fois, début octobre, pour prendre la quantité nécessaire au semis. La deuxième et troisième fois, pour la consommation. La troisième fois, le silo est vidé complètement.

7. *Vidage :* A l'ouverture du silo, si celui-ci est plein, on commence l'opération aussitôt. Sinon, on attend qu'il refroidisse et que l'air y pénètre avant d'y descendre. L'homme qui est dedans se sert d'un double décalitre, auquel est attaché une corde pour pouvoir le remonter. On prend d'abord ce qui est au milieu, qui va constituer une sorte de premier choix, et qui servira pour les semences et pour la consommation.

   Il reste alors une couche attachée aux parois. On frotte légèrement cette couche avec le dos de la main pour faire tomber les grains qui se détachent facilement. On aura mis au préalable un tissu dans le fond, pour empêcher le mélange avec le premier choix. Cela constitue le deuxième choix, qui sert à la consommation, mais est impropre au semis.

   Il reste enfin le troisième choix, constitué par la couche franchement collée aux parois, et qui servira de hamum ou de grain pour la volaille: En proportion, le deuxième choix représente 6 % de la quantité ensilée, et le troisième choix 4 % environ.

   Avant de sortir du silo, l'opérateur doit revêtir une djellaba ou un burnous pour éviter un refroidissement trop brusque.

8. On ne met pas les légumineuses dans les silos, car il y a trop de pertes. Actuellement, on ne se sert plus de silos chez l'informateur. On s'en servait auparavant pour ranger la récolte de l'année précédente (sécurité alimentaire ou réserve de disette). Un proverbe disait : *«Galmuna zra ula galmuna draham»*, un panier de blé vaut mieux qu'un panier d'argent. (*Galmuna* signifie en fait : «capuchon de burnous».)

   L'informateur ne se sert plus de matemores parce qu'il ne cultive plus de blé. La culture ne serait plus rentable, on préfère l'acheter.

   Certains mettent maintenant le grain en fûts métalliques qui contiennent deux sacs et un double décalitre, soit 14 doubles décalitres.

9. Les silos ne sont jamais vendus ou loués. Par contre, un silo libre peut être prêté à un voisin ou à quelqu'un de la famille.

10. Les silos avaient une fonction principalement de réserve de disette, ou pour cacher le grain. Auparavant on ne faisait pas de tertre, pour se protéger des vols, contrôles, etc.

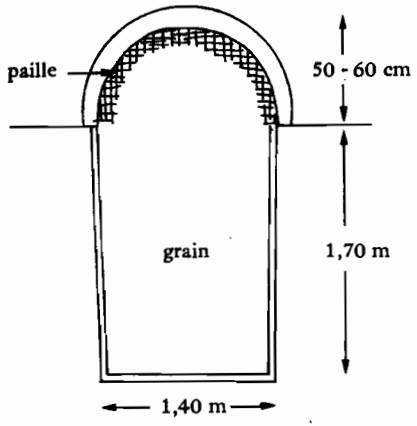
On disait aussi : «on ne vend pas le blé frais récolté, car il ne pèse pas assez». Après son séjour en silo, le grain, avec l'humidité ambiante, peut prendre du poids, donc augmenter le bénéfice à la vente. L'ensilage améliorerait aussi la qualité du grain : diminution du son et augmentation de la farine à la mouture.

11. *Nom local :* Silo = *matmora* (sing.), *matmer* ou *matmorat* (plur.) ; également *makhzen. Iehzen ez zra* = il remplit le silo (littéralement : il cache le blé).

12. L'informateur a entendu parler d'histoires de caches, de trésors, sans précisions.

13. Il y a des silos dans toute la région. Un village s'appelle El Matmar à 10 km à l'ouest de Relizane, route de Mostaganem. Un autre s'appelle Matmor, à 15 km au sud-est de Mascara.

Zerdab (région d'El Asnam) : C'est un peu le silo du pauvre, de celui qui n'a que peu de récolte. Il revient moins cher en travail. On fait également un *zerdab* lorsqu'on ne peut pas faire de silo pour une autre raison, nappe phréatique peu profonde par exemple.



Le trou est cylindrique et ne dépasse pas 1,70 m de profondeur, pour une largeur de 1,40 m. La préparation est identique à celle des matemores : chemisage avec un enduit de kaolin, paille fine et eau.

Remplissage : on met le grain, en le tassant cette fois avec les pieds, jusqu'au bord du trou.

Puis petit à petit, on monte une murette en torchis, et on remplit l'intérieur avec du grain, en ayant soin d'intercaler de la paille entre la paroi et le grain, afin que celui-ci n'y adhère pas. On forme ainsi un dôme. Comme pour les matemores, ce dôme s'explique par la nécessité de favoriser l'écoulement de l'eau. On termine également en mettant des branches de jujubier.

La grande différence avec le matemore est que lorsqu'on l'ouvre une fois, il ne peut plus resservir. On l'ouvre en général au printemps, et il faut alors le vider entièrement.

Le mot *zerdab* désigne également les pièges. On creuse un trou du même genre, dont l'ouverture est dissimulée par des branchages.

Retba, aire d'ensilage, chez les Beni Zid, au pied du Djebel Teboga (vers Kébili) Cliché **A. Louis**, Bureau du CNRS, Tunis.

INDE

Bulletin No. 111 192

Agricultural Research Institute, Pusa

Stored Grain Pests

BY

T. BAINBRIGGE FLETCHER, R.N., F.L.S., F.E.S., F.Z.S.,
Imperial Entomologist,

AND

C. C. GHOSH, B.A.,
Assistant to the Imperial Entomologist

(Reprinted from the Proceedings of the Third Entomological Meeting.)

CALCUTTA
SUPERINTENDENT GOVERNMENT PRINTING, INDIA
1921

STORAGE RECEPTACLES IN USE AMONG THE PEOPLE.

Earthen vessels. Earthenware vessels and pots are in universal use. These are made of various sizes and shapes. Some are shown in Plates 111—113. For storing small quantities earthen pots are probably the only vessels used everywhere. In some localities larger vessels used are specially prepared for storing larger quantities up to about four maunds (81 lb. = 1 md.) in single vessels (Plate 111. figs. 1, 2) and these are called *jalas, motkas, nands,* and by various other names. Earthen covers are used for them (Plate 111. fig. 3) and, when it is intended to seal up the store, these covers are plastered with a mixture of cowdung and mud. But this does not make the vessels proof against insects, as will appear from actual experiments detailed later on.

Mud-bins. In Bihar for indoor storage various kinds of vessels, called *kothis*, are made of unburnt clay. The clay is mixed with long bits of straw or grass so as to give a tough consistency to the walls which are about one to one and a half inches thick according to the size of the vessel. The entire wall is not built up all at once but is gradually added to as the lower portions dry. Also high vessels are not built in one piece. The vessel in Plate 112 (right) is a single piece, that in Plate 112 (left) is of two pieces and that in Plate 113 is of three pieces, the pieces being placed one above the other and prevented from slipping off by means of projecting lips which fit on to each other at the points of juncture. The *kothis* shown in Plate 112 are oval in outline and one of them has a hole at the lower part through which the stored article can be taken out without opening the mouth. That shown in Plate 113 is round in outline. Square and oblong *kothis* are also made and frequently they possess several chambers inside with walls between them for storing different kinds of grain. The covers, as shown in the photographs, are made of the same stuff as the *kothis* themselves and are plastered with mud to seal the store. The joints also are similarly plastered (Pl. 112, left). The joints and the mouth of the *kothis* are their weak points and cannot be made proof against insects, which frequently occur in the grains stored in them.

Kerosine tins, being available everywhere at a small cost and being not as brittle as the earthenware pots, are also used extensively for

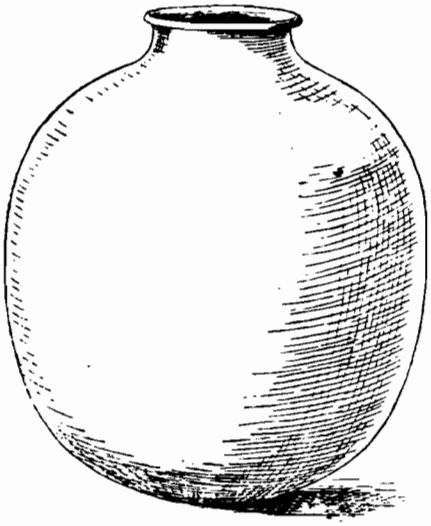


Fig. 1.—Earthenware jar for preservation of grain.

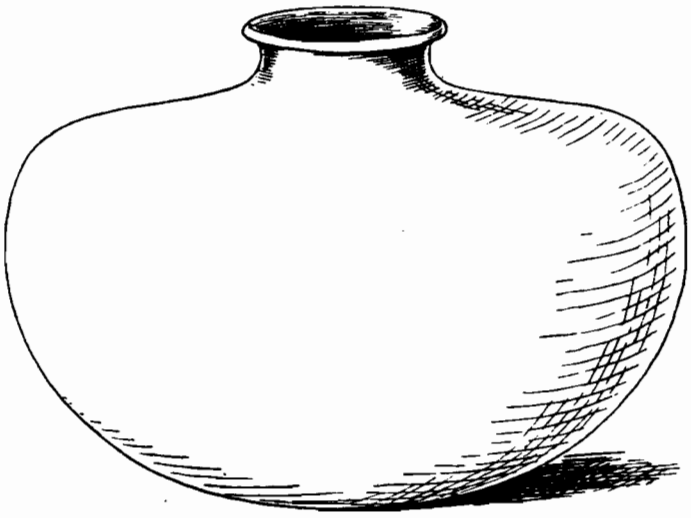


Fig. 2.—Earthenware jar for preservation of grain.

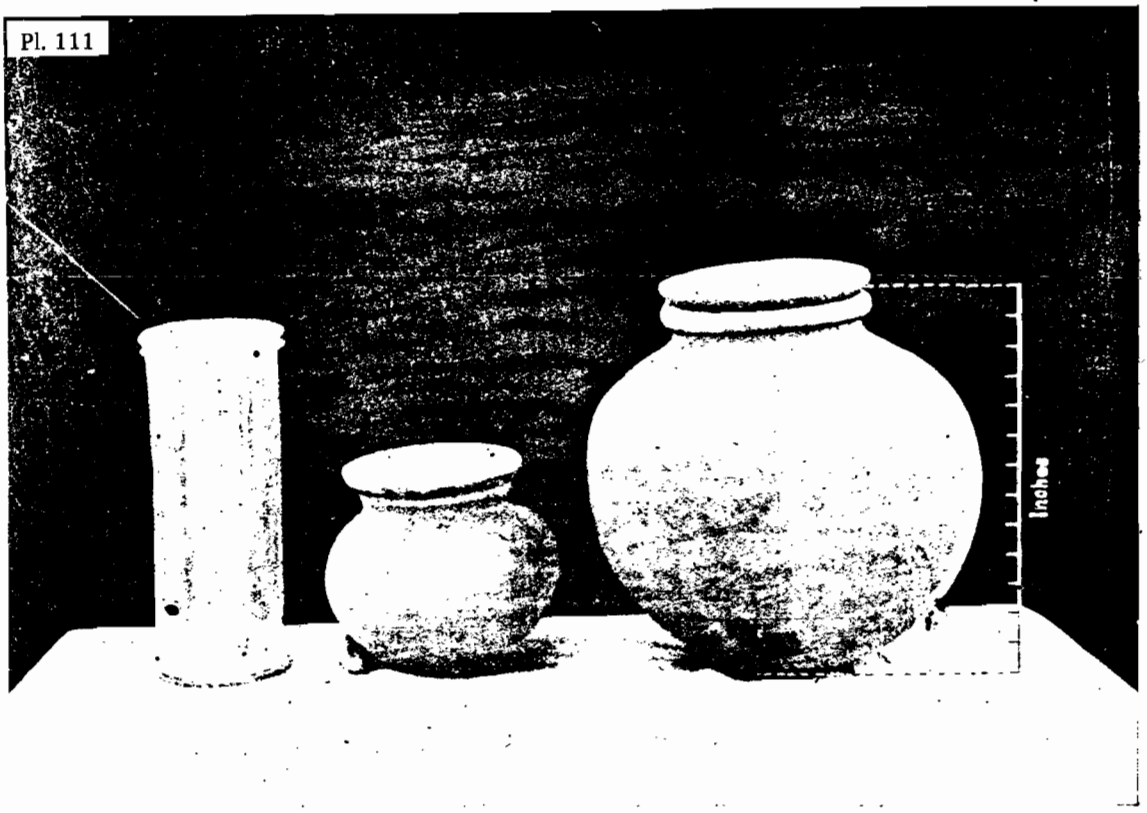
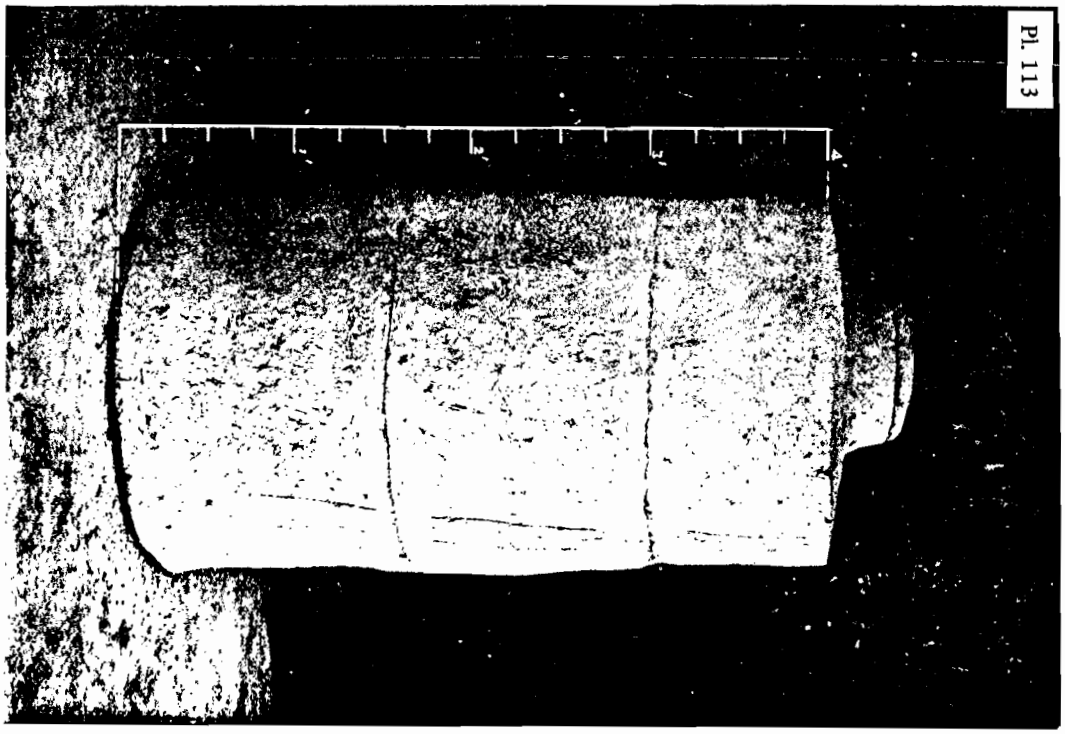


Fig. 3.—A glass jar, 12 inches high and $4\frac{3}{4}$ in diameter, and two earthenware receptacles (called *Harias*) with covers. The larger one is about 13 inches high and about 14 in diameter, the smaller one about 6 inches high and 7 in diameter.

Pl. 112

Small storage receptacles, called *Kothis* and made of unburr lay. The larger one (to left) is about 30 inches high and is made of two pieces, one set over the other, and is prov' at the lower part with a hole for taking out the stored grain. The smaller one (to right) is about 20 inches high.

Pl. 113



Inside measurements, 4 feet high and 2 feet in diameter.

storing purposes, of course on a small scale. The difficulty with them however, is that their openings can hardly be made insect-proof.

Gunny bags are in universal use among all cultivators, grain dealers and even big merchants, especially for convenience of handling and transport. Bags filled with grain are piled up in large godowns up to the ceiling. As storage receptacles they are extremely bad as they expose the grain to insects all around their surface.

Bamboo bins, etc. Bins are made of bamboo matting or wattling, of stems of *Saccharum arundinaceum*, of sticks of leguminous plants, etc. These are of the shape of ordinary cylindrical iron bins and of various capacities. Their walls are plastered with cowdung both inside and outside or only inside and usually they have solid bottoms which are also plastered similarly. They are as a rule used for indoor storage and sometimes have conical umbrella-like coverings which can be placed on the top. Rarely they possess no bottom and are pitched on the flat floor and made firm by means of sticks driven into the ground. In such cases they are used for a rather coarse stuff like unhusked paddy grains. Such bins are incapable of keeping off insects. They are not in use all over India. As far as the writers know, they are found in Assam, parts of Bengal and, as Mr. V. G. Deshpande, the Entomological Assistant of the Konkan, informs them, in the Deccan. Even by being well plastered with mud they cannot be made insect-proof.

Straw *pura* (Plate 114). In West Bengal for storing indoors, and at one place, say from about four to about 16 maunds usually of husked rice or unhusked paddy grains, this *pura* is in common use. It is made entirely of paddy straw. In this part paddy straw is in great demand for thatching purposes and therefore all varieties of paddy are harvested in sheaves, the grain being separated by beating the sheaves on sloping planks. For the *Pura* as well as for the *Morai* to be described later on, thick ropes about 1¼ to 1½ inches in diameter are prepared with this straw in the manner shown in Plate 115. For this purpose the loose leaf-sheaths of the straw are discarded as far as possible by holding the loosened sheaf at the top and giving downward jerks. The straw is then moistened with water to make it pliable. In this figure (No. 2) about two and a half bundles of such straw are lying in front of the man who is sitting. He is feeding the rope with his hands, giving it a twist at the same time by rolling it in the desired direction by means of his right foot. The man at the other end continually twists the rope. The ropes are usually made in lengths of about 50 yards. One bundled-up rope is lying on the left side of the feeder. Fig. 1 shows how the rope is commenced and Plate 114, fig. 2, how it is fed. Unless the paddy is harvested before the straw becomes too dry and brittle no

Pl. 114

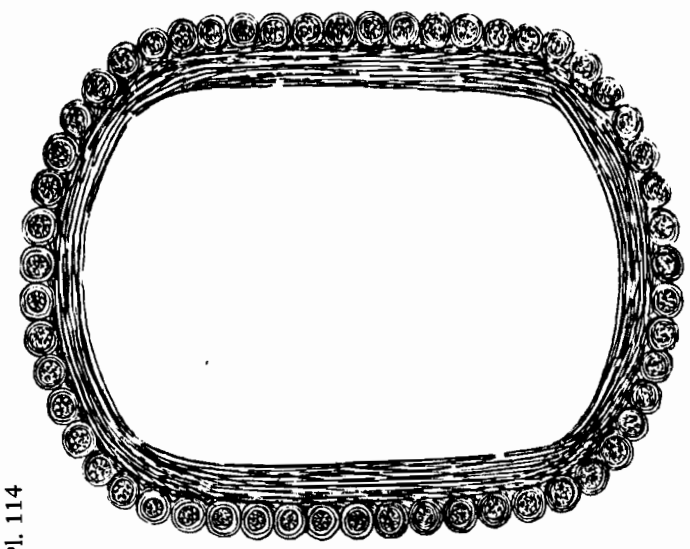


Fig. 1.—Section through straw *Pura*.

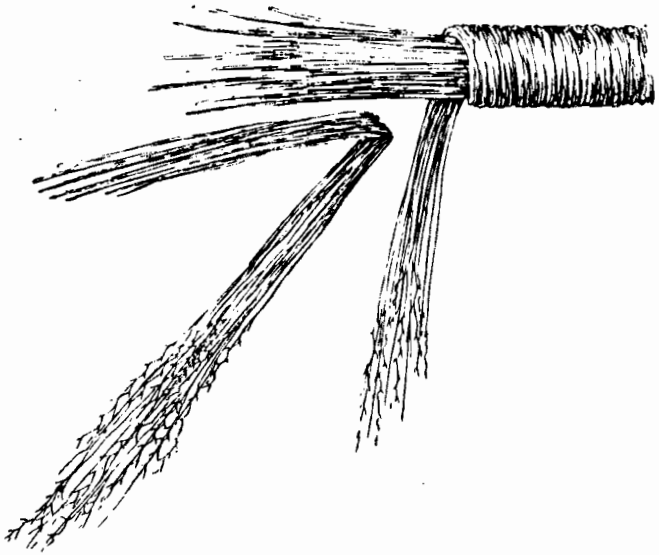


Fig. 2.—Preparation of a straw rope showing how the rope is fed with straw.

Pl. 114

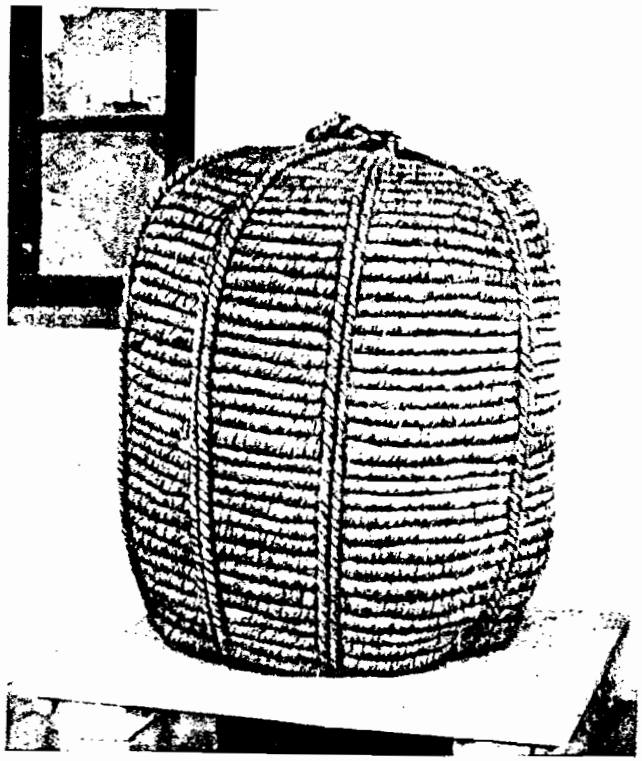


Fig. 3.—*Pura* made of straw rope.

Pl. 115

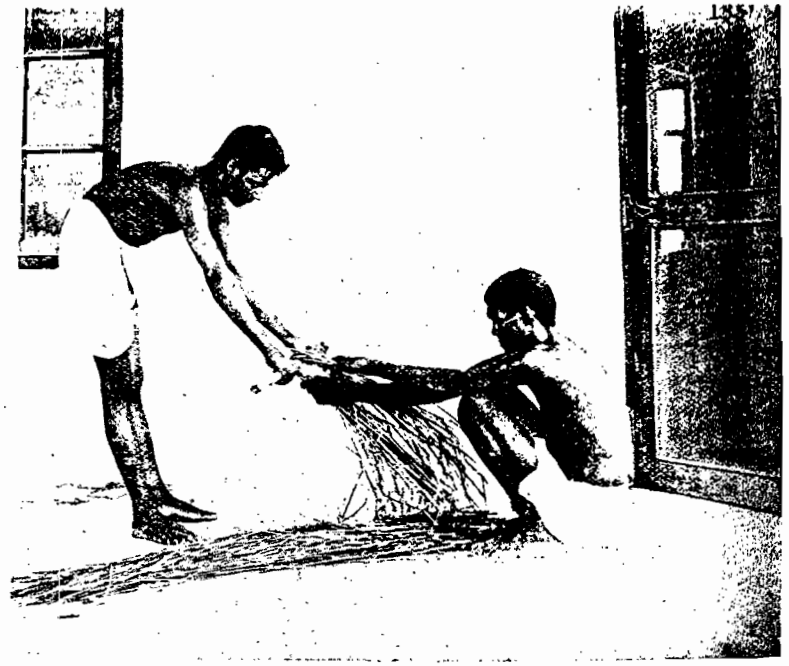


Fig. 1.—Commencing a straw rope for the building of a *Morai*.

Fig. 2.—Preparing a straw rope for building a *Morai*. It is fed with the right hand and twisted with the right foot of the feeder, and twisted with the hands of the twister.

rope can be made out of the straw. Attempts were made to prepare ropes with Bihar straw but without success. Plate 114, fig. 1, is a diagrammatic section through the *Pura*. The hollow space inside is occupied by the grain and there is a thick lining of straw between the grain and the covering of ropes.

Unhusked paddy grains are known to keep well in *Puras* for years. Husked rice is, however, known to be attacked by the Rice Weevil (*Calandra oryzæ*) if kept for two or three years. Much depends on the make of the *Pura* and ability of the insects to penetrate into it.

There is also a method of preserving paddy seeds inside straw bundles. Two such bundles are seen lying on the ground in front of Plate 118, fig. 2. The seeds are placed in loose straw which is then rolled up into a large bale which is secured and made tight by means of ropes passed round it. In Bihar these bundles are known as *Puras*. They are either kept indoors or in the court yard where they are covered with earth. Sometimes several such *puras* are kept outside on a sort of a platform similarly covered with earth, the covering of earth being intended to protect the seeds from rain. Mr. Deshpande says a similar method is followed in the Konkan where the bundles are known as *Mudhas*. About a maund or at the most two maunds of seeds can be preserved in one bundle.

Cavities in walls. In some places for storing small quantities of grain hollow cavities are kept in walls of houses.

Store House ; Hamar, Gola, Kotha, Kothi. For storing grains in bulk outdoor methods are adopted. In many places regular store-houses are built with solid walls all round and small doors like trap-doors high up in the wall near the roof. In order to keep the grain as much above the ground as possible sometimes the store-house is built with two storeys, the room or rooms in the first floor being used for storage and the space in the ground floor for other purposes. In such houses no other receptacle is used and the grain is poured into the room through the small door. Rarely such houses are built with wooden walls. These houses, built specially for storage purposes, are variously known as *hamars, golas, kothas, kothis*, etc.

Morai (Plate 116) is a feature of Western Bengal as far as the writers know, being used practically wholly for storing paddy grains in bulk out of doors.

Plate 116 shows the building of the small *morai* which was used for storing wheat at Pusa. It is built practically on the same principle as the straw *pura* described above (Plate 111) with ropes of straw. A large *morai* intended for keeping a large quantity, say several hundred maunds, of grain, is usually built on a solid platform either of earth or

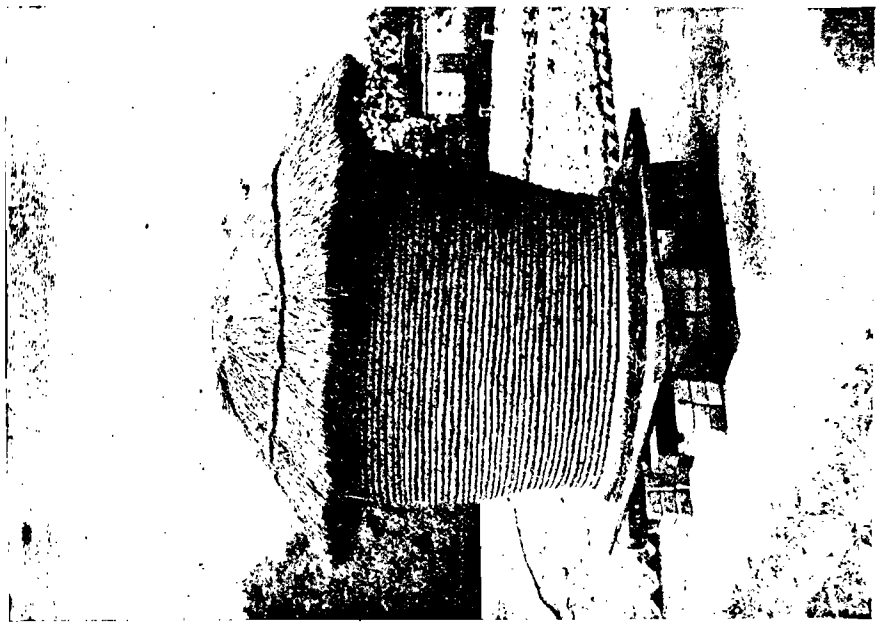


Fig. 2.—A completed *Morai*.

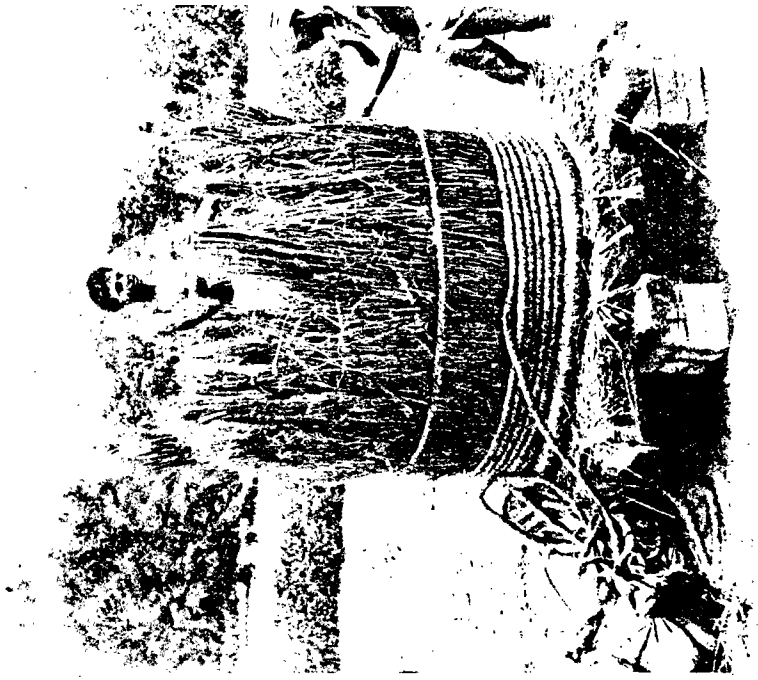


Fig. 1.—A *Morai* in process of building.

Pl. 117

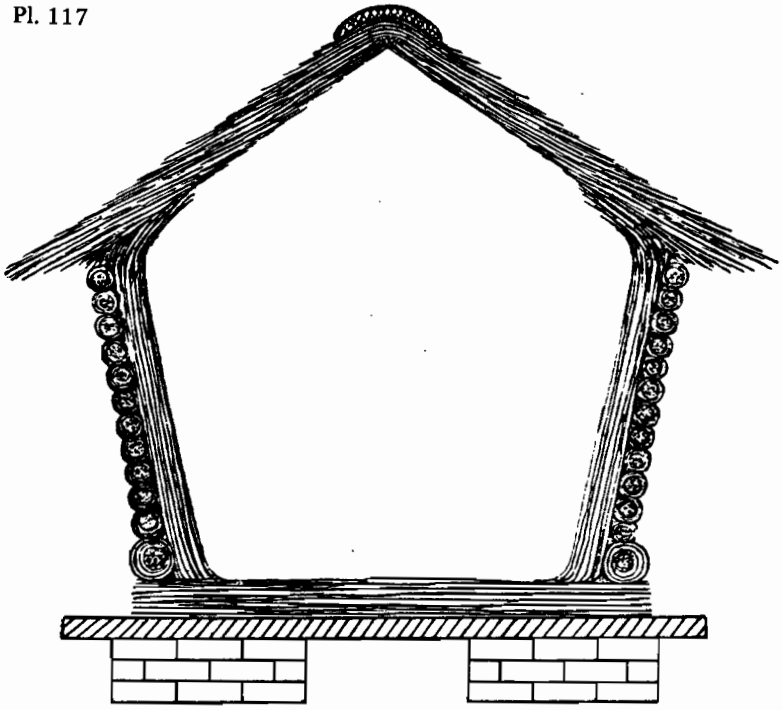


Fig. 1.—Section through a *Morai*.

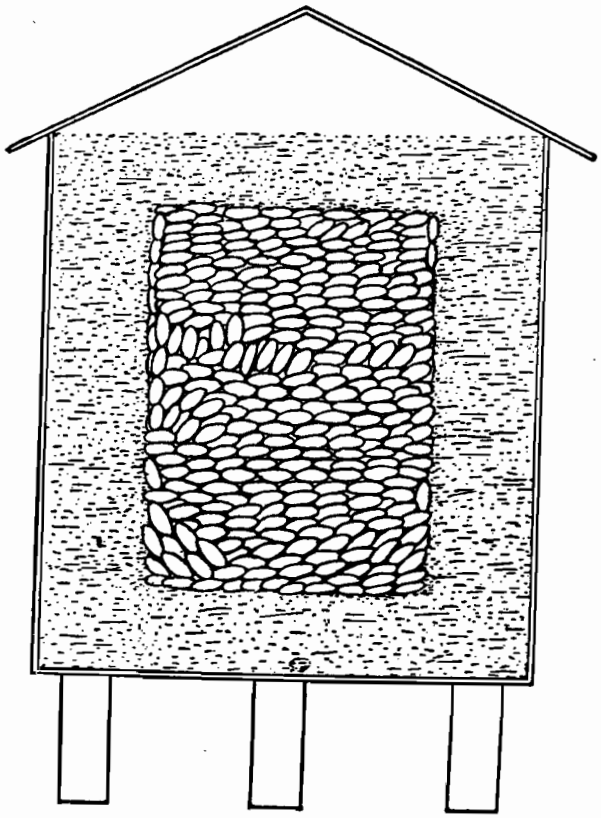
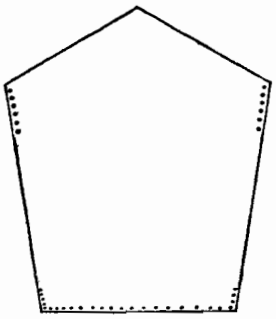


Fig. 2.—Section through *Bakhari*, as used in Bihar, to show how the grain is stored with *Bhusa* (Chaff) all around it.

Pl. 118



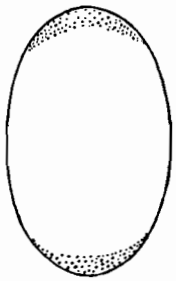


Fig. 1.—Showing diagrammatically where grain is affected when stored in a *Morai* (left) or *Pura* (right).

Pl. 119

Fig. 2.—Two *Bakharis* for storage of grain. Two *puras* of paddy seeds are seen lying on the ground between the *Bakharis*.

Pl. 120

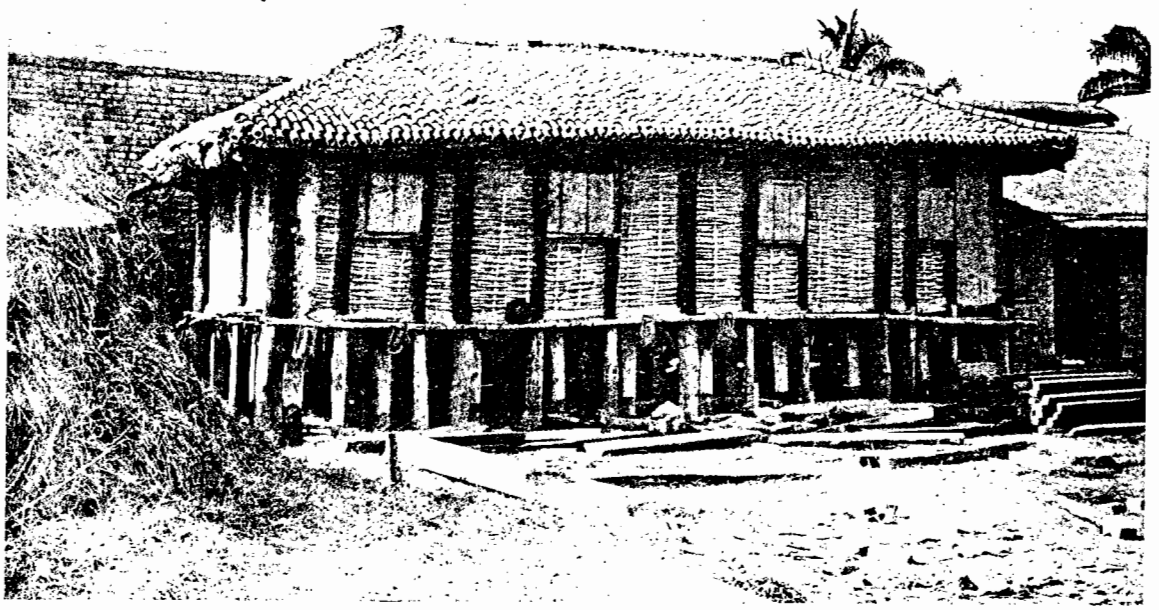


Fig. 1.—A *Bakhari* under construction and almost completed. The walls, of bamboo wattling, have not yet been plastered with mud.

Pl. 120

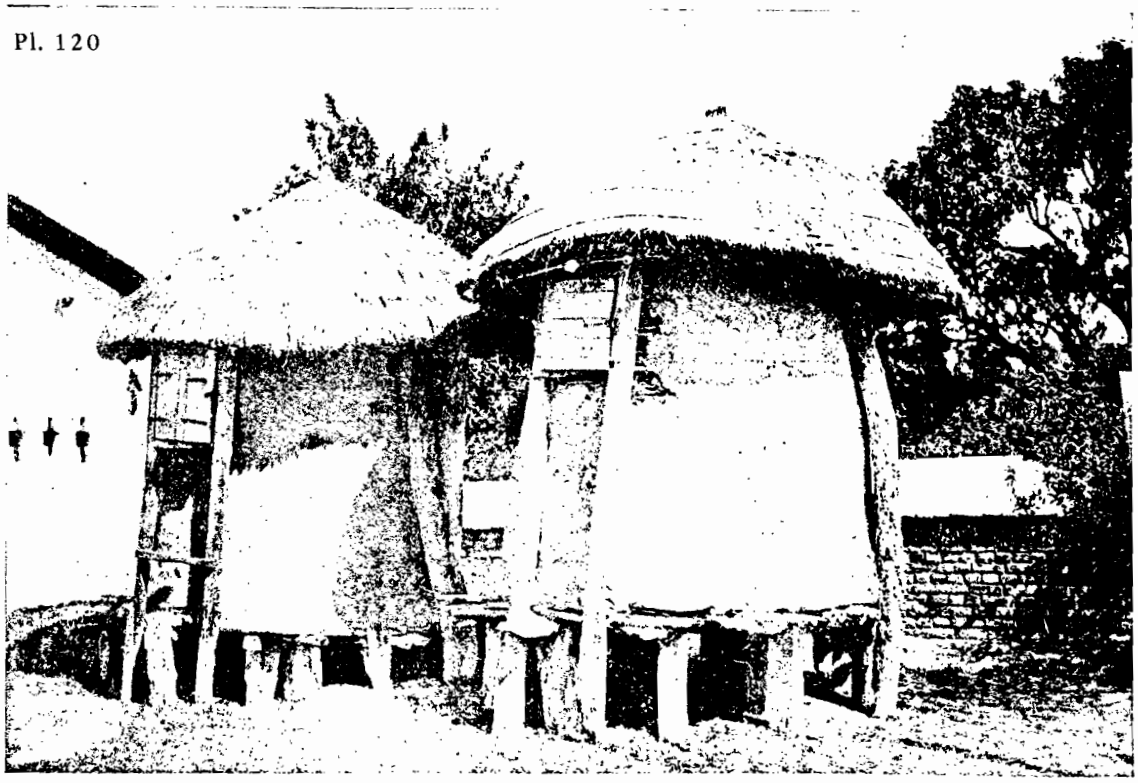


Fig. 2.—Two *Bakharis* of a type used in Bihar for storage of grain.

Pl. 120

A group of four *Bakharis* (or *Beris*) of the type used in Bihar for the storage of grain.

masonry, instead of on planks as shown in the figure. On the platform first of all a thick layer of straw is spread, on which the grain is poured and the building commenced. The lowest rope is very thick and made in the form of a ring and distinct from the upper ropes. It helps the straw intended for lining to stand. The grain is poured in and the rope taken round and round. At the top the grain stands in the form of a conical heap and on the top of it there is the thatch which is thick and proof against rain. Plate 116, Fig. 2, shows the *morai* after it is complete and Plate 117. Fig. 1, shows a diagrammatic vertical section of it.

About 20 to 500 maunds of grain can be stored in each *morai*. Provided the materials are ready it can be built up and completed in the course of a single day by two or three men. In it the cultivator has devised a very cheap, efficient and convenient method of storing paddy. The ropes last for about 7 or 8 years with a little care, even when used frequently. If, however, the *morai* is built and left unopened they are known to last for more than ten years. Paddy grains are known to keep in it perfectly safe from insects.

The *morai* (Plate 116) built at Pusa was about 4½ feet in diameter at the base and about 5 feet high. It accommodated 60 maunds of wheat.

Bakhari.—In Bihar the outdoor granaries take the forms shown in Plates 118-121. These are called *bakharis*. All are built on a platform somewhat raised from the ground in order to avoid damp. The walls of the round *bakharis* (Plate 119, Fig. 2) are usually made of the stems of *Saccharum fuscum*, locally known as *Ikri*, and plastered with mud. Plate 119, fig. 1 shows a larger *bakhari* under construction. It has four chambers with a door for each. The walls are of wattled bamboo which will be plastered with mud. On the right-hand side of Plate 121, fig. 1, part of such a *bakhari* in the finished condition is seen. On the left side of this figure there is a *bakhari* with masonry walls, with open arches below for prevention of damp and with three chambers as is evident from the three doors. Wheat, barley, maize, peas, etc., are stored in the *bakharis* with plenty of *bhusa* (usually broken wheat straw, chaff, etc.) all around the grain as shown somewhat diagrammatically in Plate 117, Fig. 2. Sometimes gunny bags filled with grain are similarly kept in the midst of *bhusa*. The *bhusa* is well pressed to make it as impervious to insects as possible. In the case of wheat, barley, and maize, which are very liable to be damaged by insects, some people take very great care for storage. The *bakhari* is filled with *bhusa* which is very well pressed down. Then a hole or cavity is scooped out in this *bhusa*. Grain is poured into this cavity and covered with a layer of *bhusa* on the top. Wheat is said to remain immune in this manner for two or three years. On the other hand it has been observed to be

attacked by the Rice Weevil (*Calandra oryzæ*) in the course of a year. All depends on the accessibility of the insects into the grain.

On this principle a masonry store-house has been built in the Cawnpur Agricultural Experimental Station especially to preserve the seed for the next season. Bags filled with wheat are piled up to the ceiling. Care is taken to have a thick layer of *bhusa* all round the bags on the floor and against the walls and the ceiling. The door is also similarly closed. But grains are said to be affected by weevils in this store, especially those near the door, through which apparently the insects find access.

Bokhar. From Bihar as we proceed to regions of decreased rainfall of the United Provinces of Agra and Oudh, the precautions against damp in the preparation of store-houses are dispensed with. In some places in the Benares Division ordinary dwelling houses of the cultivators are converted into what they call *Bokhars* in which they store all kinds of grain, such as wheat, maize, pulses, etc. The grain is poured on the floor. Against the walls there is first of all a layer of linseed sticks and then a layer of *bhusa*. The doors and windows also are similarly stopped and the entire room may be filled with grain. In some places the *bokhar* is a room partly underground and partly above ground.

Khatti. Where the level of the subsoil water is low the *bokhar* has been replaced by underground pits known as *Khattis*. Plate 121, Fig. 2, shows a diagrammatic section through a *khatti*. It is a hollow pit underground with a narrow round opening at the top about 2½ feet in diameter, through which a man can pass. A layer of leaves and *bhusa* is placed at the bottom before filling in the grains and against the walls a layer of straw is put. When the *khatti* is full the mouth is closed and plastered with earth level with the surface of the ground. In order to empty a *khatti* a man goes in to fill a basket which two men pull up by means of two thick ropes tied at opposite ends on the rim of the basket, as shown in the diagram. Wheat, barley, peas, gram and maize are usually preserved in *khattis* and probably wheat on the largest scale.

Much of the following details regarding *khattis* was supplied by Babu Bhulimal Narayan Das, Merchant, sometime Vice-Chairman of the Ghaziabad Municipal Board, and owner of 20 *khattis*, to one of the writers (C. C. G.), who paid a visit to Ghaziabad in March 1918 to see methods of storage on the *khatti* system. At this place there are 1,200 *khattis*. Their capacity is about 600 to 750 maunds. They are 15 feet to 16½ feet deep and their diameter at the bottom is of the same measurement. The methods of digging *khattis* differ from place to place. At Ghaziabad the diameter of the *khatti* at any point is equal to the depth of this point from the ground-level. In some places, for instance at

Pl. 121

Fig. 1.—A *Bakhari* with masonry walls. On the right hand is also seen part of a *kuccha Bakhari* with walls of bamboo wattling plastered over with mud.

Pl. 121

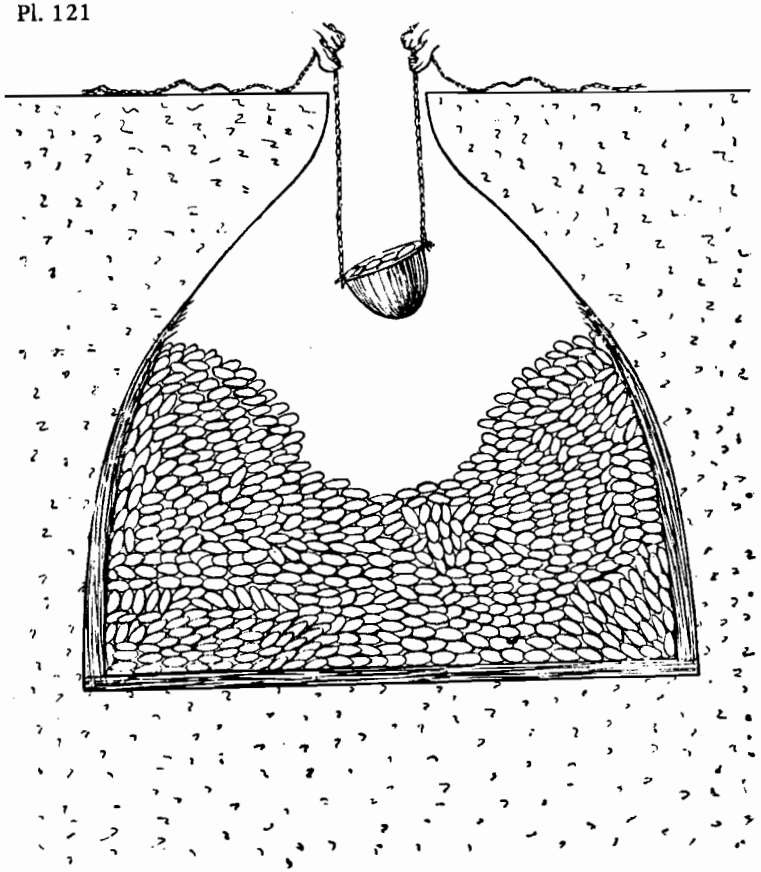


Fig. 2.—Removing grain from a storage-pit (*Khatti*).

Hapur, the diameter at any point is one and a half times or even twice the depth of the point from the ground level. The capacity of the *khatti* is regulated by the level of the subsoil water. At Hapur, where there are 2,000 *khattis*, the capacity is said to be 700 to 800 maunds; at Secunderabad it is 300 to 400 maunds; at Deoband and Dancor 200 maunds; at Meerut and Shamli 300 maunds and at Etawa 1,500 to 2,000 maunds. A *khatti* of a given cubical capacity can accommodate different quantities of different articles. Thus, one capable of holding 600 maunds of wheat, gram or peas can accommodate only 500 maunds of barley.

Storage in *khattis* is extremely cheap. To make one of a capacity of 600 to 750 maunds of wheat at Ghaziabad costs only about Rs. 20 and it lasts for years. Babu Bhulimal has ten which are more than fifty years old. At Ghaziabad there are *khattis* which are more than a hundred years old. They are a source of steady income to their owners who do not as a rule use them themselves but hire out to merchants. At Ghaziabad the hire of the *khattis* for the term (April to April) is Rs. 15, 20 or 25. In some places the hire is fixed according to the capacity. To a merchant who takes, say, a *khatti* for 600 maunds of wheat for Rs. 20 the storage cost works up to a little more than one anna per maund for the whole year.

The greatest defect of the *khatti* system of storage is that the grains absorb moisture and ferment to a small extent, those at the bottom and near the walls being spoilt, turning black and becoming unfit for human consumption. When the grain is taken out it feels moist and hot and possesses a distinct fermentation smell which, however, disappears to a very great extent when the grain becomes dry. For this reason *khatti* grain (*i.e.*, grain preserved in *khattis*) always sells cheaper than *kotha* or *kothi* grains (*i.e.*, that preserved in above-ground storehouses). On the 7th March 1918 at Ghaziabad *khatti* grain was selling at 11 seers per rupee, while *kotha* grain was selling at 10½ seers. The rate for *khatti* wheat was Rs. 4-14-0 per maund and the spoilt wheat from the same *khatti* was selling at Rs. 1½ per maund if moist (*i.e.*, freshly taken out) or Rs. 2 per maund if dry. The spoilt grain is fed to cattle. On account of the absorption of moisture there is always an increase in the weight of the stored grain at Ghaziabad, usually about one maund in every 100 maunds stored. This increase of course varies from place to place or even from *khatti* to *khatti*.

The efficiency of the *khatti* as a storage receptacle depends on (*a*) the kind of soil in which it happens to be dug, (*b*) its age, and (*c*) its size. A high ground is preferred for the *khatti* and one in such ground is always better than one in low ground. A man pointed to a *khatti* in front of

his shop in which 10 maunds of grain were spoilt in the first year and, if kept on for the second year, as much as 30 maunds were spoilt, while one equally old behind his shop was reported to spoil only 3 or 4 maunds even if the grain was continuously kept for two years. With age the *khatti* seems to become drier and therefore less grains are spoilt in them but they were reported to be more liable to attack by insects. In some of the *khattis* which were about 100 years old it was said that there was hardly any increase in weight due to moisture, but on the other hand the grain at the top up to a depth of about two to three feet was damaged by insects, leading to a decrease in weight of about 2 or 3 maunds. The insects were reported to work always from the top downwards. In large *khattis* holding, say, 1,500 or 2,000 maunds, on account of the larger bulk of the grain the damage is comparatively small. But, as it is easier to get customers for small quantities, the ordinary dealers prefer *khattis* of smaller capacity. The exporters prefer larger ones. Of course, the longer the grain is kept, the greater is the damage, more in the second year and still more in the third year.

The *khattis* may be said in some respects to occupy the same position as the Country Elevators do in the United States of America and Canada. Sir Thomas Price, in his "Report on the Storage and Handling of Grain in Europe, United States of America and Canada," says:—"The Country Elevators are the buildings [capacity 50 to 20,000 tons and built of wood; p. 21] studded all over the country adjacent to Railway Stations and usually on Railway ground, to which grain is brought by the farmers to be sold or stored until ordered to be sent forward by rail to a flour mill or to a Terminal Elevator, there to be either further stored till disposed of or shipped by sea, lake, canal, river, railway or other means of communication" (page 6). Also the elevator "is the ware-house for grain, designated by a registered title, inspected and licensed by the State, and under the more particular supervision of the City Board of Trade. Grain must be weighed and classified before going into its bins and once there it is as easy to deal in it in the market as it is to transfer money in a bank from one account to another. The ware-house receipt for it is negotiable; to all intents and purposes it is the grain itself" (p. 39). The *khattis* are not as systematized as described here. They are situated in large grain centres to which the farmers bring their produce usually for sale. The dealers store the grain in them and the grain stored in them may pass through several hands before being actually emptied out and disposed of. Necessarily some rules and conventions have arisen for the working of the *khattis*. Thus at Ghaziabad there is a special class of men called *Chamars* who do the

Pl. 122

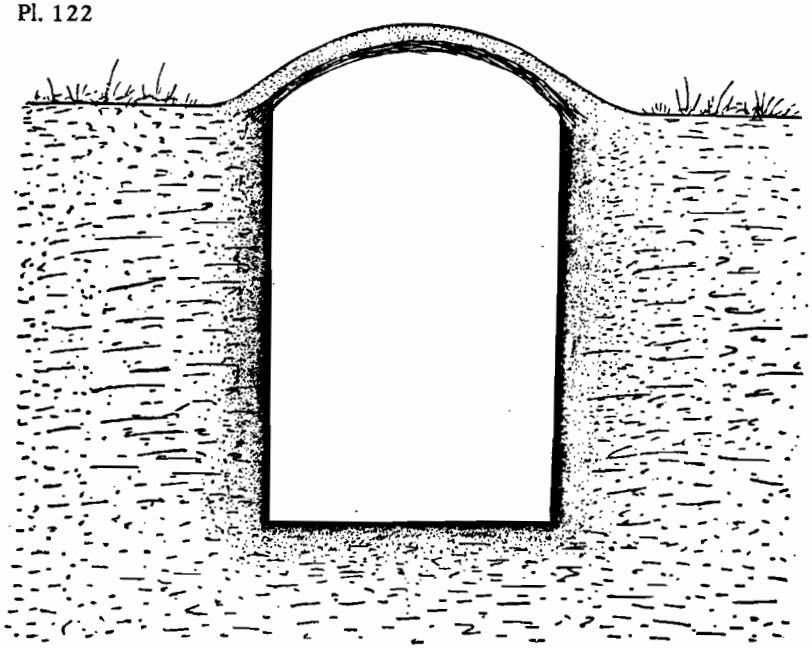


Fig. 1.—Storage-pit (*Banda*) of Jabbalpur.

Pl. 123

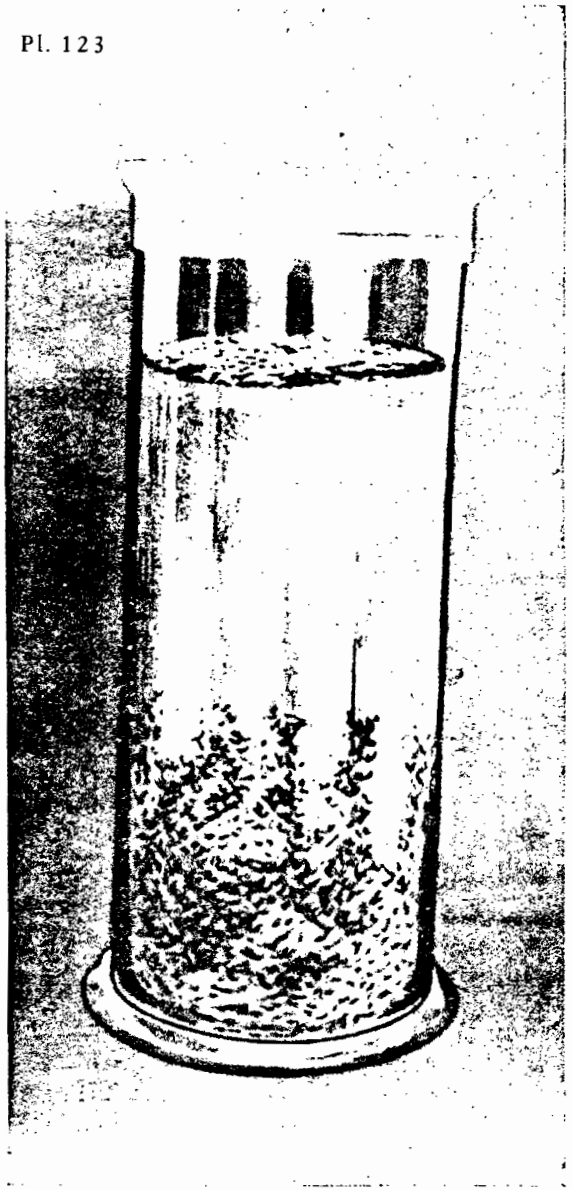


Fig. 2.—Wheat grains in stoppered jar under about seven inches of sand, showing how insect pests leave the grain and come to the top of the sand.

filling and emptying. The filling charges are 30 *seers* of grain which is taken out of what is stored. The emptying charges are five *maunds* of grain taken out of what is emptied out. These are usually met from the increase in weight and the dealer gets the equivalent of the weight stored. He has to meet them even if there be not so much increase in weight or a shortage.

Questioned about the death of workers in the *khattis* due to the accumulation of poisonous gases, Babu Bhulimal said that in his opinion such accidents happened when the grain was spoilt by water too much and when they were left half-emptied over night. In his experience three deaths occurred in 1910 in a *khatti* which was left about half-full to be emptied wholly the next day. At night three *Chamars* came to steal the grain. They went in one after another and died. Such cases occurred very rarely.

The grain in the *khattis*, at least wheat, does not seem to lose its germinating power entirely. A small quantity of wheat taken out of a *khatti* at Ghaziabad in March was brought to Pusa and 59 per cent. of it germinated when tested in April.

Banda. As described by a literate cultivator of Jabbalpur, this is a modification of the *khatti*, as illustrated in Plate 122, fig. 1. It is of the same diameter (about 10 feet) throughout and about 15 feet deep. It is filled and the grain heaped up at the top and then covered with earth. The convex covering does not allow rain water to get in. *Bandas* are made in high grounds and sometimes with masonry walls and bottom. In these too the grain absorbs moisture and acquires a slight smell due to fermentation.

Pev of the Desh or Up-Ghat Districts (Sholapur, Satara, Poona, Ahmednagar, etc.) of the Deccan is, according to Mr. Deshpande, a huge underground godown usually meant for storing very large quantities (hundreds of tons) of *juar* (*Andropogon Sorghum*) and *bajra* (*Pennisetum typhoideum*) grains. It has small square or circular openings at the top which are at some depth below the ground-level. After filling the godown and closing the openings the earth is filled up and a permanent mark is kept to indicate the position of the openings.

Targhars, or underground cellars of this place, are of the same nature as the underground godowns, except that they are the underground storey of a superstructure and possess vertical doors. The grain in both the above is said to absorb moisture and acquire a slight smell due to fermentation.

Kotha or *Kothi* (literally, a house). The *khatti* or pit system is said to be not prevalent in the Punjab. There the grain when required to

be stored in very large quantities is poured on the floor of ordinary houses or rooms which may be filled to a great depth, the doors and windows being stopped accordingly. Sand is said to be spread over the grain sometimes when the grain thus stored is said to be *Khapra* grain. More frequently *bhusa* is said to be used for this purpose. The upper layers of the grain are always spoilt by insects. Rohtak is said to be the place where the best *kotha* system is practised, and, according to the agent of Messrs. Ralli Brothers at Delhi, with whom one of the writers (C. C. G.) discussed the question in March 1918, the best wheat was available from Rohtak preserved according to the *khapra* system.

CHINE

«Sur la conservation et la police des grains à la Chine. Mémoire envoyé de Pékin», in Beguillet, *Traité de la connoissance générale des grains et de la mouture par économie*. Paris 1775, vol. 2.

Les cavernes, que la main de la nature a creusées dans les montagnes, furent les premiers greniers de la haute antiquité. Tandis que durerent la simplicité & l'innocence des premiers âges, on les remplissoit dans les années d'abondance, & on en fermoit l'ouverture avec de gros rochers, sur lesquels on mettoit une inscription pour servir de signal & indiquer l'année. La probité publique dispensoit alors de toutes les provisions de défiance, que la dépravation des moeurs a rendue depuis si nécessaires. Mais quelles étoient celles que l'on prenoit pour empêcher le grain de germer et de pourrir ? On ne le sçait pas sûrement ; on croit, avec vraisemblance , qu'elles étoient les mêmes que celles qu'ont prises, dans la moyenne antiquité, ceux qui cultivoient des vallées au bas des montagnes, ou qui étoient assez près pour y mettre leurs greniers. Elles se réduisent, selon les plus anciens livres, à choisir des cavernes creusées dans le roc, ouvertes au nord, sans crevasse ni humidité, & à sécher au soleil les grains qu'on vouloit y garder. Pour plus grande sûreté on tapissoit de paille toute la caverne, à proportion qu'on la remplissoit, & on bouchoit avec de la terre & du gazon tous les petits vuides que laissoit le rocher, qu'on mettoit à l'entrée pour la fermer. Ce n'est pas à nous à prononcer sur la bonté de ces précautions; mais nous devons avertir que les grains de ces cavernes ont été trouvés plusieurs fois très-frais et très-bien conservés après plusieurs siècles. Non pas qu'on se soit jamais proposé de les garder si longtemps, mais y ayant été oubliés par hasard, & par des circonstances particulieres aux grandes révolutions, ils ont été cherchés et trouvés sur d'anciens souvenirs. Ajoutons que les Miao-Tse, & plusieurs autres Nations enfoncées dans les Montagnes, n'ont pas encore aujourd'hui d'autres greniers, & y conservent aussi bien leurs grains que nous dans les nôtres, qui nous coûtent tant de soins et de précautions. Les ha-

bitants de la campagne creusoient autrefois des puits à mi-côte dans les endroits les plus secs, & où la terre avait plus de consistance. Quand un puits avoit la largeur et la profondeur nécessaires pour contenir les grains qu'on vouloit y mettre, on le remplissoit d'épines, de branches d'arbres seches et de brossailles, qu'on allumoit pour dessécher et durcir la terre des parois. Comme l'humidité du fond pouvoit encore être à craindre, on laissoit les cendres de ce qui avoit été brûlé, & pour plus grande sûreté on y ajoutoit quelques pouces de bulle [sic] de riz bien séche, et on le couvroit de nattes de paille. Plusieurs même mettoient des nattes tout autour, à proportion qu'on remplissoit le puits de riz ou de bled. C'étoit une dépense de plus ; mais on en étoit bien dédommagé par l'assurance qu'on avoit que les grains se conserveroient mieux & plus longtems. D'autres se contentoient de revêtir les parois de paille, ou même de bulle de riz, & l'expérience leur avoit appris que cela suffisoit.

Les Ecrivains Chinois s'accordent tous à dire que les grains qu'on tiroit de ces puits, après trente, quarante, et même soixante années, étoient très-frais & très-beaux ; mais ils ont grand soin d'avertir qu'on ne les y mettoit que plusieurs mois après la récolte, & après les avoir fait sécher au soleil pendant plusieurs mois ; ils ajoutent que la conservation de ces grains dépendoient beaucoup des précautions qu'on prenoit pour bien fermer l'ouverture du puits lorsqu'il étoit plein. Selon eux, on étendoit d'abord une natte sur le grain, & après avoir mis encore deux ou trois pouces de bulle de riz, ou de paille hachée, on couvroit le tout de terre grasse humide, qu'on battoit à plusieurs reprises, pour la rendre plus compacte & empêcher l'eau de la pluye de pénétrer. Quand on étoit arrivé au niveau du terrein, on ajoutoit encore de la terre ordinaire pour former une espece de mammelle, dont la circonférence débordoit l'ouverture du puits. Enfin on plantoit un arbrisseau sur cette petite butte, pour sçavoir à tems que le bled commençoit à fermenter et à s'échauffer. Ses feuilles jaunissoient , dit-on, au moindre commencement de fermentation dans le grain, & pour peu qu'on fût attentif, on étoit à tems de le retirer avant qu'il fût gâté.

Ces sortes de puits, nommés *kiao*, étoient les plus en usage. Ceux qu'on appeloit *trou* [coquille pour *téou* ?], se creusoient, se préparaient & se remplissoient avec les mêmes précautions ; mais on leur donnoit la forme d'un cône, & on en couvroit l'ouverture avec du gazon qu'on mettoit au niveau de celui qui étoit à l'entour. Quelques Chinois prétendent que ces sortes de puits sont moins sujets à s'ébouler, & que les bleds s'y conservent mieux, parce que leur ouverture étant à la pointe du cône, elle donne moins de prise à l'air extérieur, & est plus aisée à bien fermer. Il paroît cependant qu'on ne s'en servoit guères que dans les tems de trouble et d'oppression, pour tromper les recherches des soldats & des pourvoyeurs de la Cour et des armées.

[Dans la Chine du Sud, où le pays est plus plat et plus arrosé, on construit les greniers hermétiques en béton de terre banché, au dessus du sol.]

Dans les Villages nombreux, plusieurs familles bâtissoient leurs *kouen* ou greniers en tour, les uns auprès des autres, pour diminuer la dépense & être plus à portée de les garder. Dix ou douze de ces *kouen* rangés sur une seule ligne, formoient une petite colline qui étoit bientôt couverte de gazon, & trompoient tous les yeux des étrangers, parce que les glacis dont étoient environnées ces petites tours, leur donnoient une pente fort naturelle sur toute leur longueur ; pour mieux aider à l'illusion, on plantoit de petits arbrisseaux entre les angles des *kouen*, & dans les endroits où les glacis se trouvoient plus épais ; à l'égard des précautions en cendres, bulles de riz et nattes, elles étoient les mêmes que pour les puits. (p. 567-575)

Shih Sheng-Han, *A Preliminary Survey of the book Ch'i Min Yao Shu.* Peking, Science Press, 1962.

«Store them [les grains] in containers of plaited moxa [armoise] ; or keep them in pits or burrows stoppered with moxa. Pitting wheat-corn : sun to dryness, and bury while still quite warm.»

Now, Dr. T.F. Chao, of the Institute of Plant Physiology, Academia Sinica, in directing researches on granary procedures, found that «depositing quite warm», is still very popular nowadays among wheat-farmers. It is interesting to notice that such a practice dates as far back as 15 centuries ago.(p. 48-49).

LES SOURCES

La bibliographie ci-après correspond à l'état de notre fichier en mars 1978. Elle est donc loin d'être exhaustive. A une exception près toutefois, celle de la redécouverte des silos hermétiques par les Européens depuis Reneaume (1708) : sur ce point précis, nous ne croyons pas que beaucoup de titres importants nous aient échappé.

Les sources relatives à la conservation des grains appartiennent à quatre grandes catégories : la littérature archéologique, la littérature ethnologique et les récits de voyage, la littérature historique, et enfin la littérature technique et scientifique, ancienne et actuelle.

Nous n'avons, de la littérature archéologique, qu'une vue très partielle. Elle nous a surtout servi de source d'informations ethnographiques complémentaires, ce qu'elle se veut parfois explicitement (Buttler 1936,Watson 1966) ; elle nous a été particulièrement utile pour l'Afrique orientale et australe (Clark & Stemler 1975, Robinson 1963, Summers 1958). Mais en ce qui concerne l'archéologie proprement dite (préhistorique, médiévale...), nous nous trouvons devant une poussière d'informations extraordinairement dispersées, dont nous n'avons pu retenir que quelques titres particulièrement marquants (par exemple : Schmidt et al. 1965, Soudský 1962...). Ce n'est qu'en Grande-Bretagne que des études suffisamment globales ont été faites, permettant de se faire une idée un peu claire de la question (Bowen & Wood 1967, Piggott 1958, Reynolds 1974).

La littérature ethnologique est, paradoxalement, assez pauvre, malgré d'importantes exceptions (Gast 1968, Golomb 1959, Vilppula 1955, et surtout les sources relatives à l'Amérique du Nord). De plus, si les formes de grenier les plus spectaculaires, comme les greniers fortifiés du Maghreb ou les greniers sur pilotis du Nord-Ouest ibérique, ont donné lieu à de nombreux travaux (voir les bibliographies citées dans Dias et al. 1963, Gomez-Tabanera 1973, Louis 1975), le cas des silos souterrains, pourtant tout aussi important, est à peu près complètement ignoré. D'où l'intérêt de récits de voyage comme

ceux de Neis (1885), Shaw (1738) ou Yriarte (1877).

La littérature historique a l'avantage d'être très homogène, ce qui permet de s'y orienter assez facilement. Cependant, elle traite presque exclusivement du commerce et de la police des grains. Il est tout à fait exceptionnel qu'un historien aborde, même brièvement, les aspects techniques (Ahvenainen 1963).

Toujours comme source d'informations ethno-historiques, c'est finalement la littérature technico-scientifique qui s'avère la plus riche, et de loin. C'est évident pour la littérature ancienne, il suffit de rappeler les textes absolument fondamentaux de Béguillet (1775-1778), Doyère (1853-1862), Jourdain (1819), Lasteyrie (1819), Reneaume (1708) et Tessier (1793). Mais cela reste vrai de travaux plus récents, comme ceux de Bainbrigge Fletcher & Ghosh (1921), Boxall (1974), Chellig (1959), Dufournet et al. (1962), Giles (1964), Gilman & Boxall (1974), Hall, Haswell & Oxley (1956), Hyde & Daubney (1960), Pingale & Balu (1955), Poisson (1960), et Watt (1969). Bien entendu, la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que la littérature ethno-historique n'est d'aucun secours en ce qui concerne les faits techniques modernes. Les seules exceptions intéressent l'Amérique du Nord (Lee 1937, Schlebecker 1975) et l'Allemagne (Kellermann 1969).

Pour en rendre l'utilisation plus facile, nous aurions souhaité classer toute cette bibliographie par matières, suivant un plan de classement cohérent. En raison de l'hétérogénéité des sources, cette tentative s'est assez rapidement soldée par un échec. Aussi avons-nous dû nous rabattre sur une solution intermédiaire : revenir à l'ordre alphabétique d'auteurs, vieille méthode éprouvée depuis longtemps, mais en y ajoutant un index simplifié, ou les références sont classées par grands thèmes. La partie géographique de cet index a été spécialement développée. Nous espérons que cette disposition s'avérera commode pour l'utilisateur.

Quelques-uns des titres référencés ne nous ont pas été accessibles, bien que les citations dont ils font l'objet par ailleurs témoignent de leur importance. Nous les avons fait précéder du signe °. Pour les documents à diffusion restreinte ou rares, nous avons indiqué le lieu où on peut les trouver. Une liste des institutions citées le plus souvent figure ci-après avec les abréviations utilisées. Nous avons fait de même pour les périodiques.

Institutions

AAF	Académie d'agriculture de France, Paris
BN	Bibliothèque nationale, Paris
CETIOM	Centre d'études techniques interprofessionnel des oléagineux métropolitains, Paris
INA	Institut national agronomique, Paris et Grignon
INRA	Institut national de la recherche agronomique, Paris
ISTA	International Seed Testing Association, Wageningen
ITCF	Institut technique des céréales et des fourrages, Paris
ONIC	Office national interprofessionnel des céréales, Paris
PICL	Pest Infestation Control Laboratory, Slough
SDAS	Société d'agriculture du département de la Seine (fait suite à la Société royale d'agriculture de Paris ; devient SRCA sous la Restauration ; change plusieurs fois de nom ensuite, pour devenir enfin l'Académie d'agriculture), Paris
SRCA	Société royale et centrale d'agriculture, Paris
TSPC	Tropical Stored Products Centre (Tropical Products Institute), Slough

Périodiques

AAF	Annales de l'agriculture française
BEFM	Bulletin des anciens élèves de l'Ecole française de meunerie
BST	Bulletin of Grain Technology (Inde)
BSEIN	Bulletin de la Société d'encouragement à l'industrie nationale
BSIC	Bulletin de la Société des ingénieurs civils
BSPF	Bulletin de la Société préhistorique de France
CC	Cereal Chemistry
CRAAF	Comptes rendus (hebdomadaires des séances) de l'Académie d'agriculture de France
CRAIES	Comptes rendus de l'Association internationale d'essais de semences (bilingue, le titre anglais étant Proceedings of the ISTA ; devenu SST)
CRAS	Comptes rendus (hebdomadaires des séances) de l'Académie des sciences
CST	Cereal Science Today
IAA	Industries agricoles et alimentaires
JAFC	Journal of Agricultural and Food Chemistry
JAP	Journal d'agriculture pratique

JATBA	Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée (devenu : JATBA - Travaux d'ethnobotanique et d'ethnozoologie)
JSFA	Journal of the Science of Food and Agriculture
JSPR	Journal of Stored Products Research
	La meunerie française
PPS	Proceedings of the Prehistoric Society
RSIM	Revue du service de l'intendance militaire
SST	Seed Science and Technology (voir aussi CRIAES)
	Tropical Agriculture
	Tropical Science
	Tropical Storage Abstracts (publié par le TSPC)
TSPI	Tropical Stored Products Information (publié par le TSPC)
	World Crops

BIBLIOGRAPHIE

«A Letter to the Editors ... Recommending the Establishment of Magazines of Wheat at Gibraltar and Mahon», *Museum rusticum et commerciale*, 1764, I:154-158.

Abdel-Rahman, H.A., C.M. Christensen, A.C. Hodson. 1969. «The Relationship between *Plodia interpunctella* (Hb.) (Lepidoptera, Phycitidae) and Stored-Grain Fungi», *JSPR*, 4, 4:331-337.

«L'acier au secours du blé. Les silos étanches pour le stockage et la conservation des céréales en atmosphère confinée», *Informations et documentation agricoles*, 1955, 4:133-136.

«Action concertée 'Conservation des céréales'», *IAA*, 1968, 85, 6-7:765-860.

Adjarian, H. 1930. *Dictionnaire étymologique arménien*. [T.IV, pp. 383-385. En arménien ; référence communiquée par Keram Kevonian.]

Adrian. 1901. «Tassement et écoulement du blé dans les greniers du système Huart», *RSIM*, 14, 87:846-867.

Adrian, J. 1976. «La réaction de Maillard vue sous l'angle nutritionnel», *Revue française de diététique*, 20,76:7-30.

Adrian, J. et R. Jacquot. 1964. *Le sorgho et les mils en alimentation humaine et animale*. Paris, Vigot frères. 188 p.

Afanassiev, G. 1894. *Le commerce des céréales en France au dix-huitième siècle*. Paris, A. Picard & fils. xix-576p.

Agache, R. 1962. «Souterrains-refuges et 'muches' à grains»,*BSPF*,59:308-310.

Agriculture française, par MM. les inspecteurs de l'agriculture. Département de la Haute-Garonne. Paris, Imprimerie royale, 1843. 302p. [P. 141.]

Ahvenainen, J. 1963. *Der Getreidehandel Livlands im Mittelalter*. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Humanarum Litterarum, 34, 2. Helsinki. 253p.

Alpin, P. 1735. *Prosperi Alpini Historiae Aegypti Naturalis*. Leyde, G. Potuliet. 2 vol. [P. 21 et 175.]

°Anderson, J.A., A.N. Alcock (eds.). 1954. *Storage of Cereal Grains and Their*

Products. St Paul, American Association of Cereal Chemists. [Une nouvelle édition entièrement refondue a été publiée chez le même éditeur par Christensen 1974.]

Arcet, J.-P. d'. 1841. «Mémoire sur les silos», *Bulletin des séances de la SRCA*, 2:6-17.

— *Note sur la construction et l'emploi des silos dans le nord de la France.* Paris, L. Bouchard-Huzard. 16p. [A paru également dans *AAF*, 4e série, 3: 119-136 ; et en résumé dans *BSEIN*, 40:298-299.]

Argentine Ministry of National Economy, National Commission for Cereals and Grain Elevators. 1951. «Storage of Wheat in Underground Silos», pp. 356-358 in *Proceedings of the United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 17 August - 6 September 1949, Lake Success, , N Y,* vol. VI, *Land Resources.* New York, United Nations, Department of Economic Affairs.

Artigues, d'. 1820. «Mémoire sur la conservation des blés», *AAF*, 2e série, 9: 69-80.

Atkinson, K. 1974. «The Canadian Grain Elevator», *World Crops*, 26, 1:16-21.

Artia, R. 1948. «Typical Methods of Handling and Storing Grain in Egypt», pp. 105-109 in S. Easter 1948.

Aufhammer, G., U. Simon. 1957. «Die Samen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen im Grundstein des ehemaligen Nürnberger Stadttheater und ihre Keimfähigkeit», *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, 103:454-472.

Avitsur, S. 1969. *Food Storage, «Treasures» of Corn, Wine and Oil.* Tel Aviv, Museum Haaretz. [En hébreu ; exemplaire communiqué par l'auteur.]

Avrilleau, S. 1975. *Cluzeaux et souterrains du Périgord, 1*, Archéologie 24. Périgueux. 193p.

Bacon, G.H. 1948. «Crops of the Sudan», pp. 302-400 in J.D. Tothill (ed.), *Agriculture in the Sudan.* London, Oxford University Press. [P. 316.]

Bailey, S.W. 1955. «Air-tight Storage of Grain. Its Effects on Insect Pests, I, *Calandra Granaria* L.», *Australian Journal of Agricultural Research*, 6, 1:33-51.

— 1956. «Air-tight Storage of Grain. Its Effects on Insect Pests, II», *Calandra oryzae* (small strain)», *Australian Journal of Agricultural Research*, 7, 1:7-19.

— 1957. «Air-tight Storage of Grain. Its Effects on Insect Pests, III, *Calandra oryzae* (large strain)», *Australian Journal of Agricultural Research*, 8, 6:595-603.

— 1965. «Air-tight Storage of Grain. Its Effects on Insect Pests, IV, *Rhyzopertha dominica* (F.) and some other Coleoptera that Infest Stored Grain», *JSPR*, 1, 1:25-33.

Bailly et al.(eds.). s.d. [1835-1844]. «De la conservation des récoltes», pp. 304-

330 in *Maison rustique du XIXe siècle.* Paris, Librairie agricole de la Maison rustique. Vol. 1.

Bainbrigge Fletcher, T., C.C. Gosh. 1921. *Stored Grain Pests*, Bulletin 11. Pusa, Agricultural Research Institute, pp. 713-758. Reprinted from the Proceedings of the Third Entomological Meeting.

Baker, A.A. 1974. «Trials with Maize and Wheat Stored for Long Periods Under Hermetic Conditions in Kenya 'Cyprus' Bin's», *TSPI*, 26:33-38.

Baraton, P. 1928. «L'emmagasinage et la conservation des grains et des farines», *RSIM*, 25, 312:287-360 ; 313:389-440.

Barbançois. 1821. «Lettre ... sur une manière de conserver les grains par une disposition analogue à celle proposée par M. Dartigues», *AAF*, 2e série, 14: 159-179.

Baring-Gould, S. 1894. *The Deserts of Southern France.* London, Methuen & Co. 2 vol. [Vol. 1,p. 245.]

Barnes, D.G. 1930. *A History of the English Corn-Laws from 1660-1846*, réimpr. New York, Sentry Press, 1965. xv-336p.

Barralis, G. 1973. «Survie des semences de mauvaises herbes dans les terres cultivées», *Phytoma - Défense des cultures*, 25, 250:25-30.

Barton, L.V. 1961. *Seed Preservation and Longevity*, Plant Science Monographs. London, Leonard Hill. xviii-216p.

Bass, L.N. 1973. «Controlled Atmosphere and Seed Storage», *CRAIES*, 38: 463-489.

Bazin, L. 1976. Lettre manuscrite sur le terme *or/ora* («silo», dans les langues turques d'Asie centrale).

Béguillet, E. 1775-1778. *Traité de la connoissance générale des grains et de la mouture par économie.* Paris, Pankoucke. 2 vol., et Dijon, L.N. Frantin, 1 vol.

Belderok, B. 1961. «Studies in Dormancy in Wheat», *CRIAES*, 26, 4:697-760.

Bélidor. 1737-1739. *Architecture hydraulique, ou l'art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différens besoins de la vie....* Paris, C.-A. Jombert, 2 vol. [Vol. 1, p. 319, «Poires» d'Ardres (Pas-de-Calais).]

Bersu, G. 1938. «Excavations at Woodbury, near Salisbury, Wiltshire (1938)», *PPS*, New Series, IV, 2:308-313.

— 1940. «Excavations at Little Woodbury, Wiltshire», *PPS*, New Series, VI, 1:30-111.

Black, M. 1970. «Seed Germination and Dormancy», *Science Progress*, 58, 231:379-393.

Blanc, A. 1938. «Essais de conservation du blé en atmosphère confinée», *CRAAF*, 24:625-630, et *Supplément*, publié à la suite, paginé de 1 à 71.

— 1939. «Les premiers résultats d'une nouvelle série d'essais de conservation du blé en atmosphère confinée», *CRAAF*, 25:1005-1015.

Bond, E.J., H.A.U. Monro. 1967. «The Role of Oxygen in the Toxicity of Fumigants to Insects», *JSPR*, 3, 4:295-310.

Boratav, P. (s.d.). Greniers et réserves alimentaires en Turquie. Note dactylographiée. 3p.

Bordenave, J., M. Viallèle. 1973. *La mentalité religieuse des paysans de l'Albigeois médiéval.* Toulouse, Privat. [Le manifeste des partisans de la théorie des «fosses à offrandes».]

Bosseboeuf, L.A. 1897. *Amboise, le château, la ville et le canton,* Mémoires de la Société archéologique de Touraine, t. 4. Tours, L. Péricat. [Pp. 31-35 : les «greniers de César»; référence communiqué par M. Leveel.]

Boullenois de Semes, de. 1821. «Observations de M. de Boullenois de Semes, propriétaire dans l'arrondissement de Vouziers, sur ses cultures et leurs produits», *AAF*, 2e série, 13:166-180. [P. 179 : conservation des grains en Silésie.]

Bourdier, F. 1962. «Diodore de Sicile et les souterrains dits refuges», *BSPF*, 59:308.

Bowen, H.C., P. Wood. 1967. «Experimental Storage of Corn Underground and its Implications for Iron Age Settlements», *University of London. Bulletin of the Institute of Archaeology*, 7:1-14.

Boxall, R.A. 1974. «Underground Storage of Grain in Harar Province, Ethiopia», *TSPI*, 28:39-48.

Boyer, J. 1955. «Construction de silos métalliques», *Technique* (Montréal), janvier : 27-31.

Braudel, F. 1949. *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II.* Paris, A. Colin. xv-1160p. [Voir pp. 278 et suiv., «Les offices du blé», «Les villes, les états et le blé».]

Brown, A.W.A. 1968. «Insecticide Resistance Comes of Age»,*Bulletin of the Entomological Society of America*, 14, 1:3-9.

Buchet, G. et al. 1937. «Considérations économiques et fonctionnement des coopératives de conservation. Enquête monographique et conclusions», pp. 189-210, 266-279 in *La conservation du blé* 1937.

Bucquet, C. 1783. *Traité pratique de la conservation des grains, des farines, et des étuves domestiques.*Paris, Onfroy et Belin. xvj-74p.

Burges, H.D., N.J. Burrell. 1964. «Cooling Bulk Grain in the British Climate to Control Storage Insects and to Improve Keeping Quality», *JSFA*, 15: 32-50.

Busche. 1821. «Rapport... [sur divers procédés de conservation des grains]», *AAF*, 2e série, 14:180-196.

Buttler, W. 1936. «Pits and Pit-Dwellings in Southeast Europe», *Antiquity*, 10:25-36.

Cadet de Vaux. 1822. «Rapport sur des expériences faites sur les silos», *AAF*, 2e série, 18:112.

Cailleau. 1778. «Expériences faites au Port-Louis, Isle de France, *Mémoires d'agriculture, d'économie rurale et domestique, publiés par la Société royale d'agriculture de Paris*, vol. 1.

Cailloux, M. 1937-1938. «Le silo de la Manouba», *Annales du service botanique et agronomique de la direction des affaires économiques de Tunisie*, 14-15:3-7.

°Calderon, M., E. Donahaye. 1963. «Observations on the Storage Conditions of Barley Held in an Underground Pit», *Hassedah*, part A, 44:110-114. [En hébreu, résumé en anglais.]

Candolle, A. de. 1846. «Sur la durée relative de la faculté de germination dans des graines appartenant à diverses familles (Première expérience)», *Annales des sciences naturelles*, 3e série, 6:373-382.

Capitulare De Villis.[avant 800]. p. 51 in *Capitularia Regum Francorum.*Denuo edidit A. Boretius. Hannoverae,1883. [T. 1.]

Carter, P., G.Y. Young. 1945. «Effect of Moisture Content, Temperature and Length of Storage on the Development of 'Sick' Wheat in Sealed Containers», *Cereal Chemistry*, 22, 5:418-428.

Castelli, B. 1669. «Discorso del modo di conservare i grani», pp. 40-45 in *Alcuni opuscoli filosofici del padre abbate D. Benedetto Castelli di Brescia.* Bologna.

Castetter, E.F., W.H. Bell. 1951. *Yuman Indian Agriculture.Primitive Subsistence on the Lower Colorado and Gila Rivers.* Albuquerque. The University of New Mexico Press. [Pp. 160-165, «Storage».]

Caton-Thompson, G., E.W. Gardner. 1934. *The Desert Fayum.*The Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. 2 vol. [Pp. 41-53, ch. IX. «The Granaries».]

Centre d'études et d'expérimentation du machinisme agricole tropical. 1974. *Manuel de conservation des produits agricoles tropicaux,et en particulier des céréales.* Techniques rurales en Afrique. S.l., République Française, Secrétariat d'Etat aux affaires étrangères.

°Cépède, M. 1932. «Etude expérimentale sur l'ensilage hermétique», *Bulletin de l'association des anciens élèves de l'INA*, 43:92-100.

Chabrolin, C., L. Montlaur. 1937-1938. «Contribution à l'étude de l'ensilage hermétique des grains», *Annales du Service botanique et agronomique de la Direction des Affaires économiques de Tunisie*, 14-15:33-42.

°Chaumette des Fossés, J.B.G.A. 1822. *Voyage en Bosnie dans les années 1807 et 1908.* Paris. viii-155p. [P. 12. Cité par T. Stoianovitch «Le maïs dans les Balkans», pp. 272-284 in J.J. Hémardinquer (ed.), *Pour une histoire de l'alimentation.* Paris, A. Colin, 1970.]

Chellig, R. 1959. *La vie du fellah et du pasteur algériens*, Bibliothèque du moniteur - Ecole des cadres - Commissariat au paysannat et aux sociétés agricoles de prévoyance, 2e série, Sociologie, 1. Alger, Délégation générale du gouvernement en Algérie. 36p.

°Cheo Ming-Tsang, Yun-Hwa Chang. 1943. «Studies on the Rice Weevil (*Calandra oryzae* L., Coleoptera) Control», *JATBA*, 1947, 27:168. [Compte rendu d'un article de Cheo et Chang.]

Christensen, C.M. 1973. «Loss of Viability in Storage : Microflora», *CRAIES*, 38:547-560.

— (ed.). 1974. *Storage of Cereal Grains and their Products.* Saint Paul (Minn.), American Association of Cereal Chemists. 549p.

Clark, J.D., A. Stemler. 1975. «Early Domesticated Sorghum from Central Sudan», *Nature*, 254, 5501:588-591.

Clark, J.G.D. 1960. «Excavations at the Neolithic Site at Hurst Fen, Mildenhall, Suffolk», *PPS*, 26:202-245.

Coignet, F. & Rouyer. 1868. «[Conservation des blés]», *BSIC*, [21], 1:89-91, 92-95 ; 2:239-240, 263-264 ; 3:415.

Coles, J. 1973. *Archaeology by Experiment.* London, Hutchinson University Library. 182p. [«Storage of Food», pp. 39-45.]

Columelle [60-65 ap. J.C.]. *De l'agriculture/De re rustica.* pp. 168-517 in Nisard (ed.), *Les agronomes latins.* Paris, J.J. Dubouchet, 1944. [I, 6, pp. 184-185.]

°Comanescu, S. 1973. «Contribuţie la studiul gropilor 'de bucate' din epoca lui Mircea cel Batrîn : o groapă descoperită la Vădastra», *Studii şi cercetări de istorie veche*, 24, 1:90.

Commission des semences et des progrès techniques. 1959. *Le séchage du grain par la ventilation.* Paris - Antony. 11p. [Extrait du *Producteur agricole français*, 16, mars 1959.]

«Conservation des grains», *AAF*, 2e série, 1820, 9:317.

Conservation du blé (La). Travaux du Congrès de la conservation du blé, Blois, 31 mai - 2 juin 1937. Paris, Publications de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture, 1937. 283p.

Cornaille, A. 1893. «Note sur les greniers à silos», *BSIC*, 46, 3:437-439.

Corominas, J. 1954. *Diccionario crítico etimológico de la lengua Castellana.* Berne, Francke. [S.v. «hórreo» et «silo».]

Couliboeuf de Bocqueville, H. de. 1866. «Quatorze mois de captivité chez les Turcomans», *Le tour du monde*, 1, 225-272. [P. 266.]

Culpin, C. 1964. «High-Moisture Grain Storage», *Agriculture*, 71, 6:256-259.

°— 1969. Agricultural Mechanization. Air-Tight Storage of Grain. United-Nations, Economic Commission for Europe. Report *AGRI/MECH/38.* 15p.

«'Cyprus' Grain Bins in Kenya», 1968, *TSPI*, 15.

Daher, Y. 1970. *Agricultura anatolica*, Studia orientalia 42. Helsinki, Societas orientalis fennica. [P. 29.]

Dalman, G. 1933. *Arbeit und Sitte in Palästina*, Bd. III, *Von der Ernte zum Mehl.* Hildesheim, G. Olms Verlag. Réimp. 1964. [P. 195.]

Darblay. 1826. «Rapport sur l'état de conservation des grains extraits des silos établis à Saint-Ouen par M. Ternaux ... *Mémoires SRCA*, 30:374-412.

Daremberg, Ch., F. Saglio. S.d. *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines.* Paris, Hachette. [Articles «Granarium», «Horreum», «Dolium».]

Delacour. 1802. «Delacour, officier d'artillerie ... au Cit. Ballois. L'Orient, le 26 vendémiaire An 11», *Annales de statistique*, III:489. [Silos en Vendée, en Italie.]

Dejean. 1819. *Description d'un nouveau moyen proposé par le Directeur général des Subsitances militaires, et mis en essai à la manutention des vivres, pour la conservation illimitée des grains.* Paris, C. Ballard. 10p.

Delannoy. 1808. *Devis, conditions et prix des diverses natures d'Ouvrages de Maçonnerie pourlaconstruction de Greniers de Réserve.* Paris, Imprimerie impériale.

Delassus, M., A.L. Lepigre. 1939. *La conservation des grains emmagasinés, les problèmes qu'elle soulève.* Alger, Gouvernement général de l'Algérie. 34p.

°*Della conservazione del grano, e della costruzione e forma dei magazzini o granai.* Macerata, Impr. de Louis Chiappini et Antoine Cortesi. [Compte rendu dans *La Feuille du cultivateur*, 1790-1791, 1:63-64.]

Delonchant. 1865. «[Conservation des grains]», *BSIC*, [18], 30:162-164.

Demarçay. 1823. «Notice sur un silo creusé aux environs de Poitiers, et observations sur le blé qui y a été déposé», *AAF*, 2e série, 24:295-306.

— 1827. «Lettre adressée à M. Le Rédacteur ... relative à de nouvelles expériences sur les silos», *AAF*, 2e série, 37:273-300.

— 1838a. «Note sur la conservation des grains», *CRAS*, 6:237-239.

— 1838b. «Nouveau procédé pour la conservation des grains», *AAF*, 3e série, 22:5-11, 99-105, 141-148. [Résumé dans *BSEIN*, 37:424-426.]

°Demiray, G. 1966. «Bedesten köyü folkloru» [Le folklore du village de Bedesten, département d'Ankara], *Türk folklor Araştırmaları*, 208. [Réf. communiquée par M.P. Boratav.]

Dendy, A. 1918a. «Report on the Effect of Air-Tight Storage upon Grain Insects. Part I.», pp. 6-23 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 1. London, Harrison & Sons.

— 1918b. «Experiments with Two Secondary Grain Pests, Showing their Inability to Attack Sound Wheat», pp. 15-16 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 3. London, Harrison & Sons.

— 1918c. «Observations onthe Attraction of Certain Grain Beetles, Especially Weevils, by Water», pp. 17-18 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests*

(War) Committee, n° 3. London, Harrison & Sons.
Dendy, A. 1919. «Note on the Occurence of Live Insects in Tins Supposed to be Hermetically Sealed», pp. 18-20 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 4. London, Harrison & Sons.
— 1920. «The Conservation of Our Cereal Reserves» , pp. 103-140 in W.D. Halliburton (ed.), *Physiology and National Needs.* London, Constable.
Dendy, A., H.D. Elkington. 1918. «Report on the Effect of Air-Tight Storage upon Grain Insects. Part II», pp. 3-15 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 3. London, Harrison & Sons.
— 1919a. «On the Phenomenon Known as 'Webbing' in Stored Grain», pp. 14-17 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 4. London, Harrison & Sons.
— 1919b. «On the Prevention of Heating in Wheat by Means of Air-Tight Storage», pp. 3-10 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 5. London, Harrison & Sons.
— 1920a. «Report on the Effect of Air-Tight Storage upon Grain Insects, Part III», in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 6. London, Harrison & Sons. 51p.
— 1920b. «Report on the Vitality and Rate of Multiplication of Certain Grain Insects under Various Conditions of Temperature and Moisture», pp. 3-52 in Royal Society, *Reports of the Grain Pests (War) Committee*, n° 7. London, Harrison & Sons.
«Détails intéressans sur les charansons du blé & les moyens de les détruire», *La feuille du cultivateur*, 1791, I:277-279.
Dias, J., E. Veiga de Oliveira, F: Galhano. 1963. *Espigueiros portugueses.* Porto, Centro de estudos de etnologia peninsular. 291p.
Diffloth, P. 1917. *La conservation des récoltes.* Petite bibliothèque agricole. Paris, J.-B. Baillère et fils.
Diodore de Sicile. [60-30 av: J.C.]. *Diodori bibliotheca historica.* Recognovit F. Vogel, vol. II. Leipzig, Teubner, 1890. [XXXVIII, ch. 21, p.32.]
Disney, R.W. 1969. «The Formation of Dew on a Cooled Surface in Contact with Wheat», *JSPR*, 5, 4:281-288.
Donahaye, E., S. Navarro, M. Calderon. 1967. «Storage of Barley in an Underground Pit Sealed with a Polyethylene Liner», *JSPR*, 3, 4:359-364.
Doyère, L. 1852. *Recherches sur l'alucite des céréales, l'étendue de ses ravages et les moyens de les faire cesser.* Paris, Dusacq et Librairie agricole de la Maison rustique. iv-110p. Publié aussi dans *Annales de l'INA*, 1:269-380.
— 1853. *De l'ensilage.* Paris, Dusacq et Librairie agricole de la Maison rustique. 48p. Publié aussi dans *JAP*, 3e série, 6, 7:265-271.
— 1854. *Exposé des principes et des faits sur lesquels repose le nouveau système de conservation des grains par l'ensilage.* Paris, E. Thunot & Cie. 11p.

Doyère, L. 1856. *Mémoire sur l'ensilage rationnel.* Paris, Paul Dupont: 79p.
— 1862. *Conservation des grains par l'ensilage.* Paris, Guillaumin & Cie. 344p.
Driver, H.E. 1972. *Indians of North America.* Chicago, London, The University of Chicago Press. xvii-632p. [Voir cartes 10 et 11.]
Driver, H.E., W.C. Massey. 1957. «Comparative Studies of North American Indians» *Transactions of the American Philosphical Society*, New Series, 47, 2:165-456. [Pp. 247-248, «Storage».]
Dubois, H.M. 1938. *Monographie des Betsileo (Madagascar).* Paris, Institut d'Ethnologie. [Pp. 450-451 : «La mise en réserve dans le trou à riz».]
Dubois, M. 1963-1964. «Le stockage des céréales en Méditerranée», *Mediterranea*, 1:58-65.
— 1969. «Le plus grand silo métallique du monde», *L'acier dans le monde*, 13, mars, p. 4.
Du Cange, Ch. 1842. *Glossarium mediae et infimae latinitatis.* Paris, F. Didot. [Articles «crosus» et «crotum».]
Dufournet, R., P. Goarin, J. Marquette. 1962. «Conservation des paddy à Madagascar», *L'Agronomie tropicale*, Série I, *Riz et rizculture et cultures vivières tropicales*, 7-19.
Duhamel du Monceau, H.-L. 1753. *Traité de la conservation des grains et en particulier du froment.* Paris, H.L. Guérin & L.F. Delatour. xxviii-294p. [2e édition, *ibid.*, 1759 ; 3e édition, *ibid.*, 1768.]
— 1765. *Supplément au Traité de la conservation des grains ...* Paris, H.L. Guérin & L.F. Delatour. xxxi-160p.
Duhamel du Monceau, H.-L. , M. Tillet. 1762. *Histoire d'un insecte qui dévore les grains de l'Angoumois.* Paris, H.-L. Guérin et L.F. Delatour. vi-316p.
Dupouy, L. 1940. «La conservation des grains», *La nature*, 68, 3064:419-421.
Easter, S. (ed.). 1948. *Preservation of Grains in Storage, Papers Presented at the International Meeting on Infestation of Foodstuffs, London, 5-12 August 1947*, FAO Agricultural Studies 2. Washington, FAO.
«Ecuries et silos du dépôt de la Bastille. Compagnie générale des omnibus», *Nouvelles annales de la construction*, 1879, 3, 4:298.
Edmonson, M.S. 1961. «Neolithic Diffusion Rates», *Current Anthropology*, 2:71-102.
Effertz, J. 1933. «Les silos à grains et leur équipement mécanique», *Le génie civil*, 103, 9:197-201.
Esin, T. 1968. «Les insectes des céréales entreposées et en particulier *Trogoderma granarium* Everts et les méthodes de lutte», pp. 125-132 in *Rapport de la Conférence internationale sur la protection des produits stockés, Lisbonne-Oeiras, 27-30 novembre 1967.* Publications de l'OEPP, série A, n° 46 - F. Paris, Organisation européenne et méditerranéenne pour la pro-

tection des plantes.
Etienne, H. 1831-1865. *Thesaurus Graecae Linguae ab Henrico Stephano constructus.* Paris, F.Didot. [Article «Siròs».]
«Expériences importantes sur la conservation des grains», *Journal de Paris, politique, commercial et littéraire*, 22 juillet 1819.

Fellenberg, E. 1808. *Vues relatives à l'agriculture de la Suisse.* Genève, J.J. Paschoud. xvi-138p. [Voir pp. 45-48.]
Fenton, A. A paraître. «A Note on Scottish Straw-Rope Granaries». [A paraître dans le volume d'hommages à Christo Vakarelski, Sofia.]
Field, N.H., C.L. Mathews, I.F. Smith. 1964. «New Neolithic Sites in Dorset and Bedfordshire, with a Note on the Distribution of Neolithic Storage Pits in Britain», *PPS*, 30:352-381.
Fifield, C.G., D.W. Robertson. 1954. «Milling, Baking and Chemical Properties of Marquis and Kanred Wheat Grown in Colorado and Stored 25 to 33 years», *Cereal Science Today*, 4, 6:179-183.
Flannery, K.V. 1971. «Origins and Ecological Effects of Early Domestication in Iran and the Near East», et «Archaeological Systems Theory and Early Mesoamerica», pp. 50-100 in S.Struever. 1971.
«Food Storage by the Bantu in Southern Africa», *TSPI*, 1970, 19:2- 5.
«Forage Conservation», *World Crops*, 1967, 19, 6:71.
Forbes, T.J. 1965. «Some Observations on the Hermetic Storage of Undried Barley and its Use in Pig Feeding», *Agricultural Progress*, 40:55-67.
Foster, G.H., H.A. Kaler, R.L. Whistler. 1955. «Effects on Corn of Storage in Air-Tight Bins», *Journal of Agricultural and Food Chemisty*, 3:682-686.
Fourastié, J. (ed.). 1969. *L'évolution des prix à long terme.* Paris, PUF. 358p. [Chap. VI, «Prix de produits agricoles et alimentaires», et Ch. XI, «Prix des aliments et histoire», par R. Grandamy.]
Fournier de Faye. 1823. «Extrait d'une notice sur l'étuve construite à Berne pour la dessication des grains», *BSEIN*, 22:250-254.
Frere, S. «Review of '*Town and Country in Roman Britain*', by A.L.F. Rivet», *Antiquity*, 33:67.
François de Neufchateau. 1790. «Premier mémoire sur l'établissement d'un grenier d'abondance, ou magazin public dans chaque canton du royaume», in *Les lectures du citoyen, ou suite de mémoires sur des objets de bien public ...* Toul, J. Carez. 51p.
Füzes, E. 1972. «Die Getreidespeicher im südlichen Teil des Karpatenbeckens», pp. 583-619 in Iván Balassa (ed.), *Getreidebau in Ost- und Mitteleuropa.* Budapest, Akadémiai Kiadó. 653p.
— 1973. «A gabonás vermek problematikájához (1 térképpel)», *Ethnographia*, 4:462-481. [Résumé en allemand : «Zur Problematik der Getreidegruben»/ Pour une problématique des fosses à grains.]

Gariboldi, F. 1974. *L'étuvage du riz*, collection FAO, Progrès et mise en valeur - agriculture. Cahier 97. Rome, FAO.
Gast, M. 1968. *Alimentation des populations de l'Ahaggar. Etude ethnographique*, Mémoires du Centre de recherches anthropologiques, préhistoire et ethnographiques, VIII. Paris, Arts et Métiers Graphiques. 457p. [P. 391.]
Gatheron, J.-M., A. Linen, H. Nuret, P. Schribaux. 1953. *Contribution à l'étude de la conservation des grains.* Paris, ONIC. 56p.
°Gattoni, L. 1950. Construction and Operation of Underground Silos in 1949. Annual Report to the Bank of Paraguay. Asunción, The Institute of Inter-American Affairs. Mimeogr., 67p.
Gaudron, G. 1962. «Conservation des céréales dans les silos souterrains», *BSPF*, 59:593.
— 1963. «A propos des silos souterrains pour céréales», *BSPF*, 60:151.
Gay-Lussac, J.-L. 1838. «Rapport sur un nouveau procédé pour la conservation des grains, proposé par M. le général Demarçay», *CRAS*, 6:777-781.
Gayot, E. 1877. «Grenier», pp. 451-462 in L. Moll & E. Gayot, *Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, vol. VIII. Paris, Firmin-Didot. [Grenier Pavy.].
Giles, P.H. 1964. «The Storage of Cereals by Farmers in Northern Nigeria», *Tropical Agriculture* (Trinidad), 41, 3:197-212.
— 1966. «Control of Insects Infesting Stored Sorghum in Northern Nigeria», *JSPR*, 1, 2:145-158.
Gilman, G.A., R.A. Boxall. 1974. «The Storage of Food Grains in Traditional Underground Pits», *TSPI*, 28:19-38.
Girish, G. K. et al. 1972. «Studies of Preservation of Food Grains in Rural Storage Structures, Part 1, Studies on the Preservation and Losses of Foodgrains in Underground pits «Khatti» in Uttar Pradesh, India», *Bulletin of Grain Technology*, 10, 1:11-21.
Gleizes, A. 1861. *Etude sur la question des subsistances.* Toulouse, Ch. Douladouze. 40p.
Gmelin, J.G. 1767. *Voyage en Sibérie ...* trad. par M. de Kéralio. Paris, Desaint. 2 vol. [Voir vol. 1, p. 378.]
Golomb, L. 1959. *Die Bodenkultur in Ost-Türkestan. Oasenwirtschaft und Nomadentum.* Fribourg, Studia Instituti Anthropos. xii-160p. [P. 90.]
Golubchuk, M., H. Sorge-Domenigg, L.S. Cuendet, C.M. Christensen, W.F. Geddes. 1956. «Grain Storage Studies XIX. Influence of Mold Infestation and Temperature on the Deterioration of Wheat During Storage at Approximately 12 % Moisture», *Cereal Chemistry*, 33, 1:45-52.
Gomez-Tabanera, J.M. 1973. «De la prehistoria del horreo astur», *Boletin del*

Instituto de estudios asturianos, 27, 80:577-612.
«Grain Storage and Microbiology», *Pest Infestation Research*, 1955:17-23 ; 1956:17-23 ; 1957:12-16.
Grandamy, R. 1973. *La physiocratie, théorie générale du développement économique.* Paris, La Haye, Mouton. 148p. [Voir aussi J. Fourastié.]
Gras, N.S.B. 1915. *The Evolution of the English Corn-Market from the Twelfth to the Eighteenth Century.* Cambridge (Mass.), Harvard University Press. xiii-498p.
Grierson, G.A. 1885. *Bihar Peasant Life.* Calcutta, The Bengal Secretariat Press. [Ch. III, Granaries, pp. 16-17.]
Gsell, S. 1929. *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord.* Paris, Hachette. [Tome IV, *La civilisation carthaginoise*, p. 16.]

Haley, W.L., J.W. Pence. 1960. «Bulgor, an Ancient Wheat Food», *Cereal Science Today*, 5, 7:203-207,214.
°Hall, D.W. 1963. *Some Essential Considerations on the Storage of Food Grains (Cereals, Legumes and Oil Seeds) in Tropical Africa,* Farm Products Processing, Informal Working Bulletin, 24. Rome, FAO. xv-176p.
– 1970. *Handling and Storage of Food Grains in Tropical and Subtropical Areas*, Agricultural Development Papers, 90. Rome, FAO. xiv-350p.
– 1971. *Manutention et emmagasinage des grains alimentaires dans les régions tropicales et subtropicales,* Collection FAO : Progrès et mise en valeur - Agriculture. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. xiv-369p. [Traduction du précédent. Existe aussi en espagnol. Excellente bibliographie.]
Hall, D.W., G.A. Haswell, T.A. Oxley. 1956. *Underground Storage of Grain.* Colonial Research Studies, 21. London, Colonial Office. iv-27p.
Hall, D.W., M.B. Hyde. 1954. «The Modern Method of Hermetic Storage», *Tropical Agriculture*, 31, 2:149-160.
Hamilton, F. [formerly Buchanan]. 1819. *An Account of the Kingdom of Nepal and of the Territories Annexed to this Dominion by the House of Gorkha.* Edinburgh, A. Constable & Cy. [Pp. 224-225 : «Puya» rice.]
Hardy-Smith, J. 1970. «Mites Infesting Farm Grain Stores in South-West England», *JSPR*, 6, 1:103-108.
Harein, P.K., A.F. Press Jr. 1968. «Mortality of Stored-Peanuts Insects Exposed to Mixtures of Atmospheric Gazes at Various Temperatures», *JSPR*, 4, 1:77-82.
Harlan, J.R. 1975. *Crops and Man.* Madison (Wisc.), American Society of Agronomy. xi-295p.
Harlan, J.R., J. Pasquereau. 1969. «Décrue Agriculture in Mali», *Economic Botany*, 23, 1:70-74.

Haussmann,père. 1855. *Mémoire présenté à l'Académie des sciences sur un nouveau système de conservation des céréales remédiant à l'inconstance des récoltes.* Paris, Henri Plon. 15p. [BN : Sp 865.]
Haussmann.[1867]. «Conservation des grains en silos mobiles. Système de M. Haussmann, père». S.l.n.d. 4p. [BN : Sp 117.]
Heiser, C.B. 1973. *Seed to Civilization. The Story of Man's Food.* San Francisco, W.H. Freeman & Co. xii-243p.
Hell. 1768. «Essai sur la conservation des grains», *Mémoires et observations recueillies par la Société océanique de Berne*, 2:146-148.
Hensel, W. 1965. *Die Slawen im Frühen Mittelalter. Ihre materielle Kultur.* Berlin, Akademie Verlag: [Pp. 49-53 Réf. communiquée par Grith Lerche.]
Herbert, Cl.-J. 1755. Voir Lepitre 1910.
Héricart de Thury. 1841a. «Rapport sur les travaux de la SRCA depuis sa séance publique du 26 avril 1840», *Mémoires SRCA*, 16-74.[«Construction des silos», pp. 27-29.]
– 1841b. «Rapport sur la construction d'un silo à Vincennes», *Bulletin des séances de la SRCA*, 2:153-158.
°Hernandez Xolocotzi, E. 1949. «Maize Granaries in Mexico», *Botanical Museum Leaflets, Harvard University,* vol. 13, n° 7. [Réf. communiquée par Gene Wilken.]
°Herrara Campe, J.A. 1974. *Bosquejo histórico del almacenaje,* Manejo, almacenamiento y conservación de mercancías, 1. México, Deposito S.A.
Hill, W.W. 1938. *The Agricultural and Hunting Methods of the Navaho Indians,* Yale University Publications in Anthropology, 18. New Haven & London. [Pp. 42-45, «Storage».]
Hirtius. 1820. «Belli Africani liber singularis», in *Caius Julius Caesar ad codices parisinos recensitus.* Paris, Firmin Didot.[Vol. II, p. 491, ch. LXV.]
Hodson, T.C. 1911. *The Naga Tribes of Manipur.* London, McMillan. [P. 44 ; réf. communiquée par M.L. Bernot.]
Houel, J. 1782-1784. *Voyage pittoresque des isles de Sicile,de Malte et de Lipari ...* Paris, Imprimeriede Monsieur. 4 vol. [Vol. 4, pp. 41 et 50-51; réf. communiquée par M. Aymard.].
Horváthová, E., V. Urbancová. 1972. *Die slowakische Volkskultur,* Bratislava, Slowakische Akademie der Wissenschaften, Institut für Volkskunde. 303p. [Pp. 28-29.]
Howard, A. 1915. «The Storage of Seed», *The Agricultural Journal of India,* X, 3:299-301.
Hure, A. 1914. «Les silos de Michery (Yonne)», *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne,* 2e semestre. [Tiré à part ; BN, 8° LJ9.5913.]
Huyghe, G. 1906. *Dictionnaire français - chaouïa.* Alger, A. Jourdan. viii-750p.

[S.v. *tasraft*, p. 648.]
Huzard, fils. 1827. «Exposition de l'état actuel des silos de M. Ternaux aîné à Saint-Ouen, ainsi que des bêtes à laine et des bêtes à duvet du cachemire», *AAF*, 2e série, 38:332-338.
Hyde, M.B. 1953. «Air-tight storage of grain», *The Field*, december 10th.
— 1954. Report on a Visit to France, June 24th to July 15th, 1954. [Rapport dactylographié conservé au PICL.]
— 1966. Principles of Storing High-Moisture Grain. A.A.B. Symposium on Damp Grain Storage. [Rapport dactylographié conservé au PICL.]
— 1972. Storage of Maize in an Experimental Pit at the Pest Infestation Laboratory, Slough, 1955 - 1960. 34p., 13 tabl., 19 pl. [Rapport dactylographié conservé au PICL.]
— 1973. «Storage of Grain in Air-Tight Silos or Under Vacuum», pp. 565-576 in J.L. Multon, A Guilbot (eds.). 1973.
— 1974. «Air-Tight Storage», pp. 383-419 in C.M. Christensen (ed.). 1974.
Hyde, M.B., A.A. Baker, A.C. Ross, C.O. Lopez. 1973. *Air-Tight Grain Storage (with Particular Reference to Hot Climats and Developing Countries)*, Agricultural Service Bulletin, 17. Rome, FAO. v-71p.
— 1973. *Emmagasinage des grains en milieu étanche à l'air*, Bulletin des Services agricoles, 17. Rome, FAO. v-75p. [Traduction française du précédent.]
Hyde, M.B., C.G. Daubney. 1960. «A Study of Grain Storage Fossae in Malta». *Tropical Science*, 1960. 2, 3:115-129.
Hyde, M.B., T.A. Oxley. 1960. «Experiments on the Air-Tight Storage of Damp Grain», *Annals of Applied Biology*, 48, 4:687-710.

Ibn Al Awam [fin XIIe - début XIIIe siècle]. *Le livre de l'agriculture (Kitab al Felahah)*, trad. J.J. Clément - Mullet. Paris, A. Franck et A.L. Hérold. 1864. 3 vol. [Vol. I, pp. 635-638.]
Inthiéry, B. [Abbé Galiani]. 1770. *L'art de conserver les grains*. Paris, Saugrain. 103p.

Jaberg, K., J. Jud. *Sprach- und Sachatlas Italiens und der Südschweiz*, Band VII, Ackerbau. [Carte 1486, «Il Granaio».]
°James, E. 1961 - 1963. An Annotated Bibliography on Seed Storage and Deterioration. A Review of 20th Century Literature Reported in the English Language. USDA, Agr. Res. Serv., ARS 34-15-1.
— An Annotated Bibliography on Seed Storage and Deterioration. A Review of 20th Century Literature reported in Foreign Languages. USDA, Agr. Res. Serv., ARS 34-15-2.
°Janjua, N.A., M.M. Nasir. 1948. «Stored Grain Pests and their Control in Baluchistan», *Bulletin of the Departement of Agriculture of Baluchistan*, 2, 32p.

Jay, E.G., L.M. Redlinger, H. Laudani. 1970. «The Application and Distribution of Carbon Dioxide in a Peanut (Groundnut) Silo for Insect Control», *JSPR*, 6, 1:247-254.
Jones, B. 1938. «Dessication and the West African Colonies», *The Geographical Journal*, 91, 5:401-423.
°Jossoud, M. 1959. «Conservation des grains par l'ensilage il y a cent ans», *Agriculture*, 210:77-85.
Joubert. 1842. *De la récolte, de la conservation, du semis et de la germination des graines*. Paris, Bouchard-Huzard. 374p.
Joubert, P.C. 1966. «Field Infestations of Stored-Products Insects in South Africa», *JSPR*, 2, 2:159-161.
Jouin. 1960. «Comment poser le problème de la conservation des céréales», pp. 89-102 in ITCF, *Journées nationales d'études théoriques et pratiques «semences»*, Versailles-Grignon, 2-3 juin 1960.
[Jourdain]. 1819. «Ensilage des grains. Par Mr. J. ... Ancien directeur des vivres des armées, Adjoint à l'administrateur du service des fourrages de Paris», *AAF*, 2e série, 7:325-365.
Jourdier, A. 1856. *Le matériel agricole*. Paris, L. Hachette et Cie. v-702p. [Pp. 390-395 : Tue-teignes ; 395-403 : Conservation des grains, grenier Salaville.]
— 1877. «Silos», pp. 830-835 in L. Moll, E. Gayot (eds.), *Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, vol. XII. Paris, Firmin Didot.

Kaloyereas, S.A. 1954. «Rough Rice Preserved for Six Months by Gas Storage», *JAFC*, 2:1307.
Kellermann, C. 1969. «Getreidekonservierung», pp. 337-352 in G. Franz (ed.), *Die Geschichte der Landtechnik im 20. Jahrhundert*. Frankfurt/Main, DLG Verlag. xii-449p.
Kidd, F. 1914. «The Controlling Influence of Carbon Dioxide in the Maturation, Dormancy and Germination of Seeds», *Proceedings of the Royal Society of London*, Series B, 87:408-421, 609-625.
Kirk, L.E., L. Ling, T.A. Oxley. 1955. *Emmagasinage et séchage des céréales au Canada, aux Etats-Unis, dans le Royaume-Uni*. Etude agricole, 6. 42p. Rome, FAO.
Kondō, M. 1926. «The Storage of Rice and Change of its Physical Properties During this Period». [Storage of Rice, I], *Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftliche Forschungen in Kuraschiki*, 3, 2:153-175.
— 1929. «Über die harten Samen von *Astragalus sinicus* L. und *Robina pseudoacacia* L.», *Berichte des Ohara Instituts ...*, 4, 2:289-293.
Kondō, M., T. Okamura. 1929a. «On the Effect of Air-Tight and Carbon Di-

oxyde Upon the Storage of Rice». [Storage of Rice, II], *Berichte des Ohara Instituts ...*, 4, 1: 1-118.

Kondō, M., T. Okamura. 1929b. «Vergleichende Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften des enthülsten (Genmai) und des bespelzten Reiskornes (Mominai)», *Berichte des Ohara Instituts ...*, 4, 2:127-180.

— 1930a. «Germination Power, Analyses and Vitamin B of Hulled Stored Rice During Four Years either Air-Tight or Carbon Dioxyde». [Storage of Rice,III], *Berichte des Ohara Instituts ...*, 4, 3:343-348.

— 1930b. «On the Influences of Various Temperatures in Duration of Storage and Various Moistures of Rice Upon the Preservation of Germination Power of Hulled Rice». [Storage of Rice IV], *Berichte des Ohara Instituts ...*, 4, 3:315-341.

— 1931. «On the Influence of a Dessicating Material Upon the Preservation of the Germinating Power of Hulled Rice Having Different Moisture Contents and Stored at Different Temperatures». Storage of Rice, V, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 5, 1:221-242.

— 1932a. «Physical and Biochemical Studies of Hulled Rice Stored in Straw Bags». Storage of Rice VI, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 5, 3:395-406.

— 1932b. «On the Influence of Varying Moisture Content and Germinating Power Upon the Preservation of Vitamin B in Hulled Rice». Storage of Rice, VII, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 5, 3:407-412.

— 1932c. «Studies on Hulled Rice Stored Air-Tight 26 and 28 Years». Storage of Rice, VIII, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 5, 3:413-420.

— 1934a. «Relation Between Varying Moisture Content and Change in Quality of Hulled Rice Stored in Containers Air-Tight as well as with Carbon Dioxyde». Storage of Rice, IX, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 6, 2:149-174.

— 1934b. «Studies on Four Lots of Unhulled Rice Stored 46 to 84 Years in Granaries». Storage of Rice, X, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 6, 2:175-185.

— 1934c. «Studies on *Hoshii* Stored Hermetically Sealed for 23 Years on a Mountain». Storage of Rice, XI, *Berichte des Ohara Instituts ...*, 6, 3:331-334.

— 1934d. «Storage of Rice in Tin Containers with Calcium Chloride, with Special Reference to the Undried Product - I». Storage of Rice, XII, *Berichte des Ohara Instituts....*, 6, 3:

Koopman, M.J.F. 1963a. «Results of a Number of Storage Experiments Conducted under Controlled Conditions (other than Agricultural Seeds)», *CRIAES*, 28, 4:853-860.

— 1963b. «Results of an Enquiry into Harvest and Storage Conditions in Different Countries», *CRIAES*, 28, 4:995-998.

Kosmina, N.P. 1956. *Organisation und Technik der Getreidelagerung*. Berlin, Deutscher Bauernverlag. 287p. [Traduction du russe.]

Kreyger, J. 1959. «Recherches sur la conservation des orges de brasserie», *BEFM*, 169:19-29.

— 1963. «General Considerations Concerning the Storage of Seeds», *CRIAES*, 28, 4:827-836.

Kunz, L. 1965. «Historické zprávy o zemních silech v zóně mediteránního a eurosibiřského obilnářstvi», *Časopis moravského Musea (Acta Musei Moraviae)*, 50:143-182. [Résumé en allemand : Getreidegruben in der eurosibirischen und mediterranenen Zone.]

Laborde, A. de. 1808. *Itinéraire descriptif de l'Espagne*. Paris, H. Nicolle et Lenormant. 5 vol. [Vol. IV, p. 29.]

Labrousse, E., R. Romano, F.G. Dreyfus. 1970. *Le prix du froment en France au temps de la monnaie stable, 1726-1913*. Paris, Société d'édition et de vente des publications de l'Education nationale. 246p.

Lacey, J. 1972. «The Microbiology of Grains Stored Underground in Iron Age Type Pits», *JSPR*, 8, 2:151-154.

Lafitau. 1724. *Moeurs des sauvages amériquains comparées aux moeurs des premiers temps*. Paris, Saugrain et Ch. E. Hochereau. 2 vol. [T. 2, p. 79.]

Lami, E.O. 1883. «Conservation des grains, graines et farines», in *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels*. Paris, Librairie des Dictionnaires. Vol. 3.

— 1885. «Grenier», in *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels*. Paris, Librairie des Dictionnaires. Vol. 5.

Larche, L. 1937-1938. «Le silo de la Manouba», *Annales du Service botanique et agronomique de la Direction des Affaires économiques de Tunisie*, 14-15: 9-32.

Larousse, P. 1875. «Silo», pp. 729-730 in *Grand dictionnaire universel du XIXe siècle*, Paris. T. 14.

Lassure, C. , J.M. Lassure. 1973-1974. «Découverte de silos médiévaux à Vigoulet - Auzil (Haute-Garonne)», *Archéologie médiévale*, 3-4:341-351. [Référence communiquée par M. Gast.]

Lasteyrie, C.P. de. An 10-1802. *Traité des constructions rurales. Ouvrage publié par le Bureau d'Agriculture de Londres et traduit de l'anglais avec des notes et des additions par C.P. Lasteyrie*. Paris, F. Buisson. [Section IV, «Magasins à blé», p. 45.]

— 1819. *Des fosses propres à la conservation des grains, et de la manière de les construire avec différens moyens qui peuvent être employés pour le même objet*. Paris, Imprimerie royale. 63p.

— 1823. «Rapport fait par M. de Lasteyrie au nom d'une Commission spéciale, sur les fosses à grain», *BSEIN*, 22:241-249.

— 1830. «Des Fosses à conserver les grains, et de la manière de les construire»,

Journal des connaissances usuelles et pratiques, 1:209-220.
Le Du, J. 1968. «Conservation du blé sous vide, sous atmosphère confinée, sous atmosphère de gaz carbonique. Conservation d'orge de brasserie sous atmosphère confinée», *IAA*, 85, 6-7:811-821.
Lee, A.G. 1937. «The Historical Significance of the Chicago Grain Elevator System», *Agricultural History*, 11:16-32.
Lee, D. 1974. «The Meaning of Granary Form in Africa», *Geographical Review*, 64, 4:577-579. [Réf. communiquée par Gene Wilken.]
°Legendre, R. 1927. «Application de la notion de pH à la conservation des grains et des issues de céréales», *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 85:1156-1158.
— 1929. «La conservation des céréales», *Actes et comptes rendus de l'association colonies - sciences*, 46.
— 1935. *Les céréales*. Paris, A. Colin. 218p. [«Données techniques sur la conservation», pp. 145-193.]
°Lepigre, A.L., J.G. Pointel. 1971. «Protection of Maize Stored in Traditional Togolese Granaries», *TSPI*, 21.
Lepitre, E. 1910. *Essai sur la police générale des grains sur leurs prix et sur les effets de l'agriculture, par C.-J. Herbert, 1755*, et *Complément à l'essai ... par J.G. Montaudouin de la Touche, 1757*. Paris, Paul Geuthner, xliii-vii-166p.
Letaconnoux, J. 1906-1907. «La question des subsistances et du commerce des grains en France au XVIIIe siècle, travaux, sources et questions à traiter», *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 8:409-445.
Levchine, A. de. 1840. *Description des hordes et des steppes des Kirghiz-Kazaks ou Kirghiz-Kaïssaks*. Paris, Imprimerie royale.
[P. 413; réf. communiquée par L. Bazin.]
Libby, W.F. 1951. «Radiocarbon Dates II», *Science*, 114:291-296.
— 1954. «Chicago Radiocarbon Dates IV», *Science*, 119:135-140.
°Lindgren, D.L. 1935. «The Respiration of Insects in Relation to the Heating and the Fumigation of Grain», *University of Minnesota Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin*, 109. 32p.
Lindgren, D.L., L.E. Vincent.1970. «Effect of Atmospheric Gases Alone or in Combinations on the Mortality of Granary and Rice Weevils», *Journal of Economic Entomology*, 63, 6:1926-1929.
Linko, P. 1960. «The Biochemistry of Grain Storage», *CST*, 5, 10:302-306.
[Lopez, C.O.]. 1942. *Almacenamiento a granel de emergencia y silos subterraneos*. Buenos Aires, Misterio de Agricultura de la nacion, Comision de conservación de cereales. 32p.
Lopez, C.O. 1946. *La conservación de los cereales y los silos subterraneos*. Buenos Aires, Instituto agrario argentino, «Reseñas», Ano VII, 43. 73p.

Louis. A. 1975. *Tunisie du Sud. Ksars et villages de crêtes*. Paris, CNRS. 370p. [Pp. 136. 156.]
Louvel, A. 1861. *De l'application du vide par la vapeur ou au moyen d'une pompe à double effet dans des cylindres métalliques à la conservation des grains et des farines* ... Saint-Denis, A. Moulin. 14p.
— 1863. *Conservation des grains au moyen du vide*. Paris, Librairie agricole de la maison rustique. 32p.
— 1867. *Système de la conservation des graines, grains et farines au moyen du vide*. Saint-Denis, A. Moulin. 60-viiip.
— 1870. *Système de la conservation des graines, grains et farines au moyen du vide* ... Saint-Denis, A. Moulin. 172p.
— 1872. *Conservation des céréales par le vide*. Saint-Denis, Brochin. 16p.
°Lucas, A.T. 1956. «*An Fhoir* : A Straw-Rope Granary», *Gwerin*, 1, 1:2-20.
— 1958. «*An Fhoir* : A Straw-Rope Granary : Further Notes», *Gwerin*, 2, 2: 68-77.

McFarlane, J.A., P. Dobie. 1972. «The Susceptibility of T'ef (*Eragrostis abyssinica* Schrad.) to Infestation by some Insect Pests of Stored Grain», *JSPR*, 8, 3:177-182.
°Maler, R.O. 1968. «Gropile de pastrat bucate în Dobrogea» [Fosses de réserves alimentaires dans la Dobroudja], *Revista Muzeelor*, V, 3:278.
Maison rustique du XIXe siècle (La), voir Bailly et al.
Makal, M. 1963. *Un village anatolien*, Collection Terre humaine. Paris, Plon. 295p. [Pp. 18-20.]
Malassise, de. [vers 1745]. Moyens de conserver les grains des siècles entiers, sans aucuns frais, fondée sur une expérience de seize années : faitte par M. de Malassise officier des Mousquetaires noires. Museum National d'Histoire Naturelle, Manuscrits provenant de J.E. Guettard, cote 175.
Malepeyre. 1841. «Silos», pp. 194-197 in Baudrimont et al. (eds), *Dictionnaire de l'industrie manufacturière, commerciale et agricole*, vol. 10.
Mannessier, J. 1950. «Silos métalliques étanches pour le stockage des grains», *Informations et documentation agricoles*, 14:439-445.
Manuel des habitans de la campagne. 1834. Paris, Librairie encyclopédique Roret. [Conservation des chataîgnes dans des fosses, p. 190.].
Mao Ying-Tou. 1948. «Methods of Grain Storage in China», pp. 123-125 in S.S. Easter (ed.), *Preservation of Grains in Storage...*,FAO Agricultural Studies, 2. Washington, FAO.
Marchal, P., P. Vayssière. 1925. «Etude sur la désinfection des produits végétaux et des denrées agricoles», *Annales des épiphyties*, 11:121-183.
Marolles, de. 1847. *Les greniers d'abondance appropriés à notre époque*. Paris, Mme Vve Bouchard-Huzard et Dentu. 99p.

Martin, J. 1976. Lettre manuscrite, sur un silo souterrain au monastère de Saint Thaddée (Arménie perse).

Menghin, O., M. Amer. 1932. *The Excavations of the Egyptian University in the Neolithic Site at Maadi*, Egyptian University, Faculty of Arts, Publication 19. Le Caire, Sokkar Press. [P. 19.]

Merritt. 1788-1790.«Greniers de Londres. Article traduit de l'anglais du Dr. Merritt», *Introduction à la Feuille du cultivateur*, Paris, An 3, 257-258. [L'original anglais aurait paru en 1700.]

Mills, R.B. 1972. «Development of *Sitophilus zeamais* Motsch in WURLD Wheat», *JSPR*, 8, 4:271-274.

°Mohs, K., J.F. Hoffmann. 1931-1934. *Das Getreidekorn, seine Behandlung, Trocknung und Bewertung in der Praxis, nebst Darstellung von Speicherbauten und dessen Zubehör.* Berlin, Paul Parey.

Moll, L. 1845. *Colonisation et agriculture de l'Algérie.* Paris, Librairie agricole de la maison rustique. 2 vol. [Vol. I, p. 146.]

Montaudouin de la Touche, J.G. 1757. Voir Lepitre 1910.

Montier. 1924. «Le port de Dunkerque», *Bulletin de la société des ingénieurs civils*, p. 588.

Moreau. 1829.«Mémoire sur l'emploi des silos dans les magasins aux vivres et les manutentions militaires», *Journal du génie civil, des sciences et des arts*, 4:1-50.

Moreland, W.H. 1907. «The Oudh Seed-dépôts», *The Agricultural Journal of India*, 2, 3:217-223.

Morgan, W.B. 1959. «The Distribution of Food-Crop Storage Methods in Nigeria», *The Journal of Tropical Geography*, 13:58-64.

°Morris, C. 1967. Storage in Tawantinsuyu. Thèse inédite, Chicago.

Multon, J.C., A. Guilbot (ed.). 1973. *Conservation des grains récoltés humides/Preservation of Wet Harvested Grains/Lagerung von feucht geerntetem Korn.* Numéro spécial des *Annales de technologie agricole.* Paris, INRA. 762p.

Mundy, G.C. 1852. *Our Antipodes, or Residence and Rambles in the Australasian Colonies.* 2d ed. London, R. Bentley. [P. 113.]

Müntz, A. 1878-1879. «Etudes sur la conservation des grains par l'ensilage», *Annales de L'INA*, 3, 4:19-73.

Nakamura, S. 1963. «Short Communication on Dormancy of Rice Seed», *CRIAES*, 28, 1:57-60.

Nándor, I. 1966. «Földalatti gabonatárolás Magyarországon», *Ethnographia, LXXVII, 3:343-377.*

Naudé, W. 1889. *Deutsche städtische Getreidehandelspolitik vom 15. — 17. Jahrhundert, mit besonderer Berücksichtigung Stettins und Hamburg.* Leipzig, Duncker & Humblot. viii-154p.

Naudé, W. 1896. *Die Getreidehandelspolitik der europäischen Staaten vom 13. bis zum 18. Jahrhundert als Einleitung in die Preussische Getreidehandelspolitik,* Acta Borussica. Berlin, Paul Parey, xvi-443p.

— 1901. *Die Getreidehandelspolitik und Kriegsmagazinverwaltung Brandenburg-Preussens bis 1740.* Acta Borussica. Berlin, Paul Parey. xxii-670p.

— 1910. *Die Getreidehandelspolitik und Kriegsmagazinverwaltung Preussens 1740-1756,* Acta Borussica. Berlin, Paul Parey. xvi-716p.

Nauton, P. 1957-1963. *Atlas linguistique et ethnographique du Massif Central.* Paris, CNRS. [Vol. I, carte 196 : «Un silo — ensiler».]

Navarro, S., E. Donahaye, M. Calderon. 1969. «Observations on Prolonged Grain Storage with Forced Aeration in Israel», *JSPR*, 5, 1:73-81.

Neamţu, V. 1975. *La technique de la production céréalière en Valachie et en Moldavie jusqu'au XVIIIe siècle.* Bibliotheca historica romaniae, Section d'histoire économique, étude 52 (7). Bucarest, Editura academiei republicii socialiste România. [Pp. 258-263.]

Neis, P. 1885. «Voyage dans le Haut-Laos», *Le tour du monde*, 2e semestre : 1-80. [Réf. communiquée par S. Avrilleau.]

Niles, E.V. 1976. «The Mycoflora of Sorghum Stored in Underground Pits in Ethiopia», *Tropical Sciences*, 18, 2:115-124.

Nordlinger. 1845. «Mémoire sur les essences forestières», *Agriculture de l'ouest de la France*, IV, 67-203.[Pp.97-99, «Conservation des semences».]

«Note sur les silos». 1832. *L'Architecte*, 2, 9:238-257.

Nuret, H. 1935. «Note sur la conservation du blé et des produits de la mouture», *BEFM*, 42:193-197 ; 43:223-225.

Ødum, S. 1965. «Germination of Ancient Seeds - Floristical Observations and Experiments with Archaeological Dated Soil Samples», *Dansk Botanisk Arkiv*, 24, 2:70.

[«Ouverture des silos de Ternaux à Saint-Ouen».] *Le moniteur universel*, 16 octobre 1822.

Oxley, T.A. 1948. *The Scientific Principles of Grain Storage.* Liverpool, The Northern Publishing Co.

— 1955. «Grain Storage in Tropical Climates»,*World Crops*, 7, 12:473-477. [Importante discussion de la durée du stockage.]

Oxley, T.A., M.B. Hyde. 1957. «The Air-Tight Storage of Damp Grain», *Farm Mechanization*, 9:473-474.

Oxley, T.A. et al. 1961. *The New Grain Bins in Cyprus. An Account of a Practical Form of Air-Tight Bins which Permits Storage of Grain for Long Periods.* London, Colonial Office. 7p.

Pallas, P.S. 1799-1801. *Observations faites dans un voyage entrepris dans les gouvernements méridionaux de l'Empire de Russie.* Leipzig, Martini. 2 vol. [Vol: 2, p. 338.]

Parker, A.C. 1910. «Iroquois Uses of Maize and Other Food Plants», in W.N. Fenton (ed.), *Parker on theIroquois*, Syracuse (N.Y.), Syracuse University Press, 1971. [Storage of Corn, pp. 34-36, et pl. 7 et 31.]

Parrot, F. 1834. *Reise zum Ararat.* Berlin, S.J. Joseephy. 2 tomes en 1 vol., 262 et 198p. [Vol. 1, p. 62 : silos souterrains en Géorgie.]

Payen, A. 1839. «Rapport fait par M. Payen, au nom d'une Commission spéciale, sur l'appareil de M. Vallery, dit grenier mobile, destiné à la conservation des grains», *BSEIN*, 38:115-122. [Existe en tiré à part, Bibliothèque centrale du MNHN, cote CC/30c, et à la suite de Thomas 1841.]

— 1841. «Rapport sur le grenier mobile de M. Vallery», *Bulletin des séances de la SRCA*, 2:164-166. [Publié aussi à la suite de Thomas 1841 et de Séguier 1841.]

Peel, A.C., E.T. Prodonoff. 1971. «Storage of Hamil Grass (*Panicum maximum*) Seed», *CRIAES*, 36, 1:173-175.

Pelhate, J. 1968. Contribution à l'étude écologique des moisissures des blés de conservation. Brest, Faculté des Sciences. Thèse. 64p.

— 1971. «Influence de quelques moisissures sur la germination des 'semences dures'», *Sciences,* 2,2:81-86.

Peterson, A. et al. 1956. «Grain Storage Studies XXII. Influence of Oxygen and Carbon Dioxyde Concentrations on Mold Growth and Grain Deterioration», *Cereal Chemistry,* 33, 1:53-66.

Peyssonnel, Ch. de. 1787. *Traité sur le commerce de la Mer Noire.* Paris, Cuchet. 2 vol. [Vol. I, p. 165.]

Piggott, S. 1958. «Native Economies and the Roman Occupation of North Britain», pp. 1-27 in I.A. Richmond (ed.), *Roman and Native in North Britain.* London, Nelson. x-174p.

Pingale, S.V. 1965. «Storage of Food Grains in India», *TSPI*, 11:415-423.

Pingale, S.V., V. Balu. 1955a. «Grain Storage Practices in India», *Tropical Agriculture*, 32:88-94.

— 1955b. «Past and Present Practices of Controlling Insect Pests of Stored Grains in India», *Central Food Technological Research, Bulletin,* IV, 3:62-66.

Pixton, S.W. et al. 1964. «Long-Term Storage of Wheat», *JSFA*, 15, 3:152-161.

Pixton, S.W., S.T. Hill. 1967. «Long-Term Storage of Wheat - II», *JSFA*, 18: 94-98.

Pixton, S.W., S. Warburton, S.T. Hill. 1975. «Long-Term Storage of Wheat - III : Some Changes in the Quality of Wheat Observed During 16 Years of Storage», *JSPR*, 11, 3/4:177-185.

Pline l'Ancien. [23-79 ap. J.C.]. 1972. *Histoire Naturelle.* Livre XVIII. Paris, «Les belles lettres». 337p. [Ch. 73, pp. 157-159.]

Poisson, J. 1960. «Conservation du grain en silos étanches. Introduction et étude historique», *Annales de technologie* (INRA), 2:117-137.

Poisson, J., A. Guilbot. 1963. «Conditions de stockage et durée de conservation des grains», *La meunerie française*, 163.

Poisson, J. et al. 1964. Conservation du colza en atmosphère confinée. Paris, CETIOM. Miméogr., 11p.

Polge, H. 1976. «Lou Cros», *Bulletin de la Société archéologique, historique, littéraire et scientifique du Gers*, 77, 1:34-44.

Poncelet, P. 1779. *Histoire naturelle du froment.* Paris, G. Desprez. xxxii-387p.

Porsild, A.E., C.R. Harington, G.A. Mulligan. 1967. «*Lupinus arcticus* Wats. Grown from Seeds of Pleistocene Age», *Science*,158, 3797:113-114.

Pouzin, P. *Les silos Doyère, moyen de conservation du blé et de stabilisation de son prix.* Romans, J.-A. Domergue. [Chambre d'agriculture de la Drôme, session du 24-11-1938.]

«Procès-verbal de dépôt de grains de froment dans un silo en plomb, construit d'après le système du comte Dejean, pour essai de conservation». 1829. *AAF*, 3e série, 2:181-187.

«Procès-verbal de l'ouverture des foudres contenant de la farine déposée depuis un an dans les souterrains de M. Delacroix à Ivry, près Paris, et des silos pour la conservation des grains, creusés dans les mêmes souterrains». 1825. *AAF*, 2e série, 31:275-278.

«Procès-verbaux constatant les ouvertures faites les 4, 7 août, ler septembre et 10 octobre 1829 d' un silo en plomb construit d'après le système de M. le comte Dejean». 1830. *AAF*, 3e série, 6:76-93.

«Procès-verbaux des opérations relatives aux essais de conservation effectués par M. Ternaux, dans des silos à Saint-Ouen, avec des blés appartenant à l'approvisionnement de réserve de Paris». 1827. *AAF*, 2e série, 37:9-109.

Prussin, L. 1972. «West African Mud Granaries», *Paideuma*, 18:144-169.

Pruthi, H., M. Singh. 1950. *Pests of Stored Grain and their Control, Indian Journal of Agricultural Science*, n° spécial remplaçant le vol. 18, 4e partie. Government of India Press. ii-88p.

Puleston, D.E. 1971. «An Experimental Approach to the Functions of Classic Maya Chultuns», *American Antiquity*, 36, 3:322-335.

Quinche, J. 1960. *Le régime du blé en Suisse.* Neufchâtel, Paul Attinger. 237p.

Quinte Curce. [1er siècle ap. J.C.]. 1908. *Q. Curti Rufi historiarum Alexandri Magni Macedonis libri qui supersunt,* ed. E: Hedicke. Leipzig, Teubner. [Livre 7, chap. 4, paragraphe 22-25.]

Ramiah, K. 1937. *Rice in Madras. A popular handbook.* Madras, Government Press. viii-249p. [Pp. 60-61 et 101.]

Rangaswamy, J.R. et al. 1972. «Observations on the Breakdown of Thiram at Different Moisture Levels in Stored Grain Sorghum», *JSPR*, 7, 2:129-131.

Ravenet, J. 1977. *Silos. Teoria, investigación, construcción.* Barcelona, Editores técnicos asociados. xvi-381p.

Recueil des principales loix relatives au commerce des grains, avec les Arrêts, Arrêtés et Remontrances du Parlement sur cet objet, et le Procès-verbal de l'Assemblée générale de Police tenue à Paris le 28 novembre 1768. En France, 1769. 271p.

Réflexions sur la police des grains en France et en Angleterre. 1764. S.l. [Brochure attribuée à Duhamel du Monceau.]

Reimbert, M., A. Reimbert. 1962. *Réalisations modernes de silos agricoles et industriels.* Paris, Dunod. 102p.

— 1971. *Silos. Théorie et pratique. Calcul, fonctionnement, réalisations.* Paris, Eyrolles. 330p.

Reneaume. 1708. «Sur la manière de conserver les grains», *Histoire de l'Academie royale des sciences, mémoires de mathématiques et de physique,* pp. 63-86.

«Report of the Seed Moisture and Storage Committee, ISTA». 1969. *CRIAES,* 34, 4:689-702.

Reynolds, P.J. 1974. «Experimental Iron Age Storage Pits : An Interim Report», *PPS*, 40:118-131.

Richard. 1924. «Note sur le silo à grains du port de Dunkerque», *RSIM*, 31, 281:1142-1149.

Rickman, G. 1971. *Roman Granaries and Store Buildings.* Cambridge, The University Press. xxiii-349p.

Ringelmann, M. 1901. «Des silos» et «silos à grains», *JAP*, 65, 2:170-174, 210-214, 310-312.

— 1905-1911. *Essai sur l'histoire du génie rural.* Paris, Librairie agricole de la maison rustique. 4 vol. [Vol. 1, 71-77 ; vol. 3, 503.]

— 1908. *Génie rural appliqué aux colonies.* Paris, Augustin Challamel. 698p. [«Logement des récoltes et des produits», pp. 113-122.]

Rivière, H.F. 1859. *Précis historique et critique de la législation française sur le commerce des céréales et des mesures d'administration prises dans les temps de cherté.* Paris, Guillaumin. 200p.

Rivière et Lecq. 1900. *Manuel pratique de l'agriculteur algérien.* Paris, A. Challamel. xv-1144p. [P. 198 «Conservation des grains».]

Roberts, E.H. (ed.). 1972. *Viability of Seeds.* Syracuse (N.Y.), Syracuse University Press. ix-448p.

Roberts, H.H.jr. 1930. *Early Pueblo Ruins in the Piedra District, Southwestern Colorado,* Bureau of American Ethnology, Bulletin 96. Washington, Smithsonian Institution. 190p. [P. 58.]

Roberts, H.H.jr. 1931. *The Ruins at Kiatuthlanua, Eastern Arizona,* Bureau of American Ethnology, Bulletin 100. Washington, Smithsonian Institution.

Robin. 1838. «Appareil destructeur des oeufs, larves, chrysalides et insects parfaits qui attaquent les grains», *AAF*, 3, 22:332-341.

Robinson, K.R. 1963. «A Note on Storage Pits : Rhodesian Iron Age and Modern Africa», *The South African Archaeological Bulletin,* 18, 69:62-63.

Rollet, A. 1846. *Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des grains et des farines ...* et *Atlas* de 62 pl., Gr. in fol. Paris, Carillan - Goeury & V. Dalmont. 594p.

Romano, R. 1956. *Commerce et prix du blé à Marseille au XVIIIe siècle.* Paris, A. Colin. 187p.

Rossignol, E. 1863. Mémoire sans titre publié pp.369-383 in *Congrès archéologique de France, XXXe session.* Rodez.

Rouyer. 1868. Voir Coignet.

Rozier, F. 1784. «De la conservation du froment dans les greniers», pp. 160-187, in *Cours complet d'agriculture théorique, pratique, économique ... ou Dictionnaire universel d'agriculture ...* , vol. 5. Paris, Pankoucke.

Sahlins, M. 1972. *Stone Age Economics.* Chicago , New York, Aldine-Atherton. xiv-348p. [*Réserves alimentaires* p. 31-32.]

Saint Felix-Mauremont, A.J.M. de. 1820. *Architecture rurale, théorique et pratique, à l'usage des propriétaires et des ouvriers de la campagne.* Toulouse, J.M. Douladoure.

Salonen, A. 1968. *Agricultura mesopotamica, nach sumerisch-akkadischen Quellen,* Annales academiae scientiarum fennicae, ser. B. t. 149. Helsinki, Suomalainen Tiedeakatemia. [Pp. 275-277.]

Sauer, C.O. 1952. *Agricultural Origins and Dispersals,* Bowman Memorial Lectures, Series 2. New York, American Geographical Society.

Scheuermeier, P. 1943. *Bauernwerk in Italien, der italienischen und rätoromanischen Schweiz.* Erlenbach-Zürich, Eugen Reutsch Verlag. [P.143 «Die Aufbewahrung des Kornes».]

Schlebecker, J.T. 1975. *Whereby we Thrive, a History of American Farming, 1607-1972.* Ames (Iowa),The Iowa State University Press. x-342p.

Schmidt, B. et al. 1965. «Früheisenzeitliche Vorratsgrube auf der Bösenburg, Kr. Eisleben», *Ausgrabungen und Funde*, 10:29-31.

Schribaux, E. 1912. «Conservation des grains», *RSIM*, 25:97-131.

Schweitz, D. 1975. «Quelques mots à propos des silos souterrains», *Bulletin de la Société archéologique de Touraine*, 37:497-498.

Séguier, A.P. 1838. «Rapport sur l'appareil destiné à la conservation des grains,

soumis à l'examen de l'Académie», *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 6:27-42. [Publié aussi à la suite de Thomas 1841.]
Séguier, A.P. 1841. *Grenier - mobile - Vallery, pour la conservation des grains. Rapports faits à l'Académie des Sciences ...* Paris, F. Malteste. 32p.
Serres, O. de. 1600. *Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs.* Paris, Jamet-Métayer. [Lieu second, ch. VII, p. 136.]
Servicio de silos subterraneos. 1949. *Conservación de granos y almacenamiento en silos subterraneos. Memoria preparada por el servicio de silos subterraneos.* Buenos Aires, Republica Argentina, Ministerio de Agricultura y Ganaderia.
Servières, de. 1783. «Recherches sur l'origine des mattamores», *Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts* [*Journal de physique*], 23:426-433.
Shack, W.A. 1966. *The Gurage, a People of the Ensete Culture.* Oxford, University Press. [Pp. 51 et 65.].
Shahjahan, M. 1975. «Some Aspects of the Ecology and Control of *Sitotroga cerealella* Oliv. in Bangladesh», *JSPR*, 11, 3/4:239-242.
Shaw, T. 1738. *Travels, or Observations Relating to Several Parts of Barbary and the Levant.* Oxford, The Theatre. xvi-442-60p. [Pp. 25, 221-222.]
Schellenberger, J.A., F.C. Fenton. 1952. «Underground Grain Storage», *Milling Production*, 17, 7, 5:12-16.
Shih Sheng-Han. 1962. *A Preliminary Survey of the Book Ch'i Min Yao Shu.* Peking, Science Press. [Pp. 48-49.]
«Silos». 1824. *AAF*, 2e série, 27:190-191.
— 1826. *AAF*, 2e série, 35:81-86.
«Silos aérifères pour la conservation des blé». 1830. *AAF*, 3e série, 6:476-477.
«Silos, conservation des grains». 1824. *AAF*, 2e série, 28:90-92.
Silo en acier à céréales, (Le). 1935. Paris, Office technique pour l'utilisation de l'acier. 48p.
Siméon. 1821. «Conservation des grains», *AAF*, 2e série, 15:310-313.
Simon, U. 1958. «Zur Keimfähigkeit alter Samen», *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, 106:108-118.
Simonde [de Sismondi], J.C.L. 1801. *Tableau de l'agriculture toscane.* Genève, J.J. Paschoud. xiv-326p. [Ch. XIII, pp. 68-71, «Comment on conserve le blé en Toscane».]
Smith, C.J. 1971. «Seed Dormancy in Sabi Panicum», *CRAIES*, 36, 1:81-97.
Solomon, M.E. 1965. «Archaeological Records of Storage Pests : *Sitophilus Granarius* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) from an Egyptian Tomb», *JSPR*, 1, 1:25:34.
Soom, A.1961. *Der baltische Getreidehandel im 17. Jahrhundert*, Historika Serien. Stockholm, Kungl-Vitterhetz historie och antikoitets Akademiens

Handlingar. 350p.
Souchon. 1901. «Les maisons de blé en Allemagne», *RSIM*, 14, 81:277-284.
Soudský, B. 1962. «The Neolithic Site of Bylany», *Antiquity*, 36:190-200.
Stockel, J. 1967. «Problèmes posés par l'alucite des céréales dans le Sud-Ouest», *Revue de zoologie agricole et appliquée*, 66:33-44.
«Storage of Grains and Oil Seeds with the 'Spontaneous Oxygen Reduction Process'», *Acta botanica sinica*, 17, 2:130-135. [En chinois, résumé en anglais.]
° «Straits Settlements and Federated Malay States - Department of Agriculture - Rice Storage Experiments - Technical Reports for the Year 1933». S.l. [Cité dans Kondo et Akamura 1934d.]
Struever, S. (ed.). 1971. *Prehistoric Agriculture*, American Museum Sourcebooks in Anthropology, Garden City (N.Y.). ix-733p.
Summers, R. 1958. *Inyanga. Prehistoric Settlements in Southern Rhodesia.* Cambridge, The University Press. xviii-336p. [P. 231.]
«Sur la conservation et la police des grains à la Chine. Mémoire envoyé de Péking», pp. 541-675 in P. Béguillet 1775, vol. 2.
Swaine, G. 1954. «Underground Storage of Maize in Tanganyika», *The East African Agricultural Journal*, 20, 2:122-128.
— 1957. «Trials on the Underground Storage of Maize of High Moisture Content in Tanganyika», *Bulletin of Entomological Research*, 48, 2:397-406.
Symonds, J. 1791. «Upon the Corn-Laws and Corn-Trade in Italy», *AOA*, 15: 117-152.

Tabanera, J.M. Gomez. Voir Gomez-Tabanera, J.M.
Tacite. [55-120 apr. J.C.]. 1897. «De Germania», p. 228 in *Corneli Taciti libri qui supersunt*. T. 2. Leipzig, Teubner.
Taskeen Aliniazee, M. 1971. «The Effect of Carbon Dioxide Gas alone or in Combinations on the Mortality of *Tribolium castaneum* Herbst and *T. confusum* Du Val (*Coleoptera, Tenebrionidae*)», *JSPR*, 7, 4:243-252.
Ter-Movsēsean, P'arsadan. 1894. *Hay giwtakan tunə*, Collection Bibliothèque Nationale, 13. Vienne, Imprimerie Mekhithariste. 103p. [P. 77; réf. communiquée par Keram Kevonian.]
Ternaux, L.G. 1818. *Mémoire sur les moyens d'assurer les subsistances de la ville de Paris par l'établissement d'une compagnie de prévoyance.* Paris, Imprimerie de C. Ballard. 52p.
— 1820. *Mémoire sur les expériences faites à Saint-Ouen près Paris pour la conservation des grains dans un silo ou fosse souterraine.* Paris, Delaunay. 64p.
— 1825. *Mémoire sur la conservation des grains dans les silos ou fosses souterraines.* Paris, Imprimerie de Carpentier-Méricourt. 48p. et *AAF*, 2e sé-

rie, 30:257-307.
Tessier, A.H. 1793. «Conservation des grains», pp. 454-472 in *Encyclopédie méthodique. Agriculture*, vol. 3. Paris, Pankoucke.
Teyssonière, de la. 1822. «Extrait d'un mémoire sur le silo», *AAF*, 2e série, 18:176-179.
Thomas, A. 1841. *Mémoire sur les réserves de grains considérées comme moyen : 1° d'assurer dans les années de disette les subsistance du peuple ; 2° de remédier dans les années d'abondance à la détresse de l'agriculture.* Paris, Félix Malteste et Cie. 39p. [Plus quatre rapports sur le grenier mobile Vallery dans le même volume, pp. 1-32.]
– 1842a. *A Messieurs les membres du Conseil général d'agriculture.* S. l. n.d. 8p.
– 1842b. *Appendice au Mémoire sur les réserves générales de grains, et examen de la question sous le rapport spécial des approvisionnements de Paris.* Paris, Félix Malteste et Cie. 12p.
Thorel, J. 1941. «Les silos et magasins modernes à céréales», *La technique moderne*, 33:103-110, 135-142.
Thouzard, J. 1975. «Théorie et pratique de la conservation des semences», p. 264 in R. Chaussat, Y. Le Deunff (eds.), *La germination des semences.* Paris, Gauthier-Villars. 264p.
Toulier, B., P. Leveel. 1974. «Silo énigmatique du Moulin de Launay, Neuilly-le-Brignon», *Bulletin de la Société archéologique de Touraine*, 37:323-324.
«Transport des grains par eau aux U.S.A. (Le)». 1900. *BSIC*, 2:264.
Trezise, P.H. 1976. *Rebuilding Grain Reserves.* Washington, The Brookings Institution. ix-66p.
Tringham, R. 1971. *Hunters, Fishers and Farmers of Eastern Europe 6000-3000 av. J.C.* London, Hutchinson University Library. 240p.

Urbancová, V. 1959. «Spôsoby uskladňovania obilia v Čačove» [Méthodes de stockage des céréales à Čačov], *Slovenský Národopis*, 7, 8:105-114. [Avec résumé en allemand.]
Usher, A.P. 1913. *History of the Grain Trade in France (1400-1700).* Cambridge (Mass.), Harvard University Press.

Vallery. 1838. «Nouvel appareil destiné à la conservation des grains», *BSEIN*, 37:423-424.
– 1839. «Description de l'appareil à conserver les grains, dit grenier mobile», *BSEIN*, 38:123-131.
Varron, M.T. [37 av. J.C.]. 1844. *De l'agriculture/De agricultura*, pp. 55-164 in Nisard (ed.), *Les agronomes latins.* Paris, J.J. Dubochet. [Livre I, paragraphes 57 et 58, pp. 96-97.]

Vayssière, P. 1925. Voir P. Marchal, P. Vayssière 1925.
– 1934. «La protection des stocks de blé contre les insects», *CRAAF*, 20:520-524.
– 1937. «Les procédés de défense contre les parasites. Insectes et acariens des stocks de grain», pp. 39-44 in *La conservation du blé.* 1937.
– 1939. «Sur la conservation des grains en magasin», *Sciences, revue de l'association française pour l'avancement des sciences*, 66, 30:340-346.
– 1940. «Le rationnement en denrées alimentaires et la protection des stocks», *CRAAF*, 26:798-808.
– 1944. *L'ensilage hermétique et la conservation des grains*, Cours conférences, fascicule n° 1235-14 juin 1944. Paris, Centre de perfectionnement technique.
– 1948. «Hermetic Storage, the Process of the Future for Protection of Foodstuff», pp. 115-122 in S.S. Easter, 1948.
– 1952. «La protection des grains contre leurs parasites», *La meunerie française*, 73:23-26.
– 1958. «De l'ensilage hermétique», *BEFM*, 167:213-216.
– 1958-1959.«Les insectes des denrées en magasins», *IAA*, 75:885-890; 76:3-7, 105-107.
– 1968. «L'ensilage hermétique, seul procédé rationnel de conservation des grains», *Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent*, 33, 3:875-878.
Villeneuve [An 2]. 1794. «Notice sur les greniers d'abondance», *La feuille du cultivateur*, 4, 47:283. [Voir aussi le compte rendu du Premier mémoire, de François de Neufchateau, *ibid.*, 1, 48, p. 191.]
Vilppula, H. 1955. *Das Dreschen in Finnland.* Kansatieteellinen Arkisto, X. Helsinki. 320p.
Vuigner. 1852. «Note sur un magasin d'entrepôt de céréales construit sur le terre-plein, rive gauche, à l'entrémité est du bassin de la Villette», *BSIC*, 5, 16/19:65-90.

Wartburg, W. von. *Französisch etymologisches Wörterbuch.* Bâle, Zbinden. [Articles «siros» et «*krosu».]
Watson, P.J. 1966. «Clues to Iranian Prehistory in Modern Village Life», *Expedition*, 8, 3:9-19.
Watt, M.J. 1969. «Grain Storage and Marketing in the Somali Republic», *TSPI*, 18:25-32.
Went, F.W. 1961. «Problems in Seed Viability and Germination», *CRIAES*, 26, 4:674-685.
«Wheat Pests Problem (The)».1921. *Agricultural Journal of India*, 16:194-198.
Wilken, G. C. 1976. Lettres et photographies de greniers mexicains.

Will, G.F., G.E. Hyde. 1917. *Corn Among the Indians of the Upper Missouri.* Lincoln, University of Nebraska Press. 323p. [Pp. 133-137 «Storing the Crop».]

Wilson, G.L. 1917. *Agriculture of the Hidatsa Indians. An Indian Interpretation.* Studies in the Social Sciences, 9. Minneapolis, The University of Minnesota. [Pp. 87-97 «Storing for Winter».]

Yinon, U., A. Shulov. 1969. «Distribution of *Trogoderma granarium* (Col. Dermestidae) at Constant Humidity and in Gradient of Humidity», *JSPR*, 5, 4:371-378.

Young, A. 1792. «Public Corn Magazins», *AOA*, 17:598.

— 1792. «Corn Trade in France», *AOA*, 17:596.

Yriarte, Ch. 1877. «De Ravenne à Otrante», *Le tour du monde*, 2e semestre, pp. 209-288. [P. 275 «Les silos. La piazza delle fosse».]

Ziegfeld, A. 1922. «Speicher zur Nahrung», in L. Frobenius & Ritter von Wilm (ed.), *Atlas Africanus*, Heft 2. Munich, C.H. Beck.

Addendum

Cadet de Vaux, A.A. 1822. *De la réunion économique convoquée le 10 octobre 1822, à Saint-Ouen, par M. Ternaux, ayant pour objet : la conservation du blé dans des silos : la polenta de pommes-de-terre : la vente des chèvres thibétaines.* Paris, Louis Colas. 30p.

Sainte-Fare Bontemps. 1824. *Economie publique. Résumé de toutes les expériences faites pour constater la bonté du procédé proposé par M. le comte Dejean pour la conservation illimitée des grains et farines.* Paris, Bachelier. 40p.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

LES EUROPEENS DECOUVRENT ET REDECOUVRENT LES SILOS HERMETIQUES : LITTERATURE TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE DEPUIS 1708

De Reneaume à Fellemberg, 1708-1808 :
«A Letter...» ; Béguillet ; Fellemberg ; Lasteyrie 1802 ; Malassise ; Reneaume ; Rozier ; Servières ; Simonde ; Tessier.

De Lasteyrie à d'Arcet, 1819-1841 :
Bailly et al. ; Cadet de Vaux ; «Conservation des grains» ; Darblay ; Dejean ; Demarçay ; «Expériences importantes...» ; Héricart de Thury ; Huzard fils ; Jourdain ; Lasteyrie 1819-1830 ; Malepeyre ; Moreau ; «Note sur les silos» ; «Ouverture des silos...» ; «Procès-verbal de dépôt de grains...» ; «Procès-verbal de l'ouverture des foudres...» ; «Procès-verbaux constatant...» ; «Procès-verbaux des opérations...» ; «Silos» 1824, 1826 ; «Silos, conservation des grains» ; Siméon ; Terneaux ; Teyssonière.

De Doyère à Diffloth, 1852-1917 :
Diffloth ; Doyère ; «Ecuries et silos...» ; Haussmann ; Jourdier 1877 ; Larousse ; Louvel ; Müntz ; Ringelmann ; Schribaux.

De Dendy à Vayssière, 1918-1940 :
Bainbrigge Fletcher & Ghosh ; Baraton ; Blanc ; Cépède ; Chabrolin & Montlaur ; Dendy ; Dendy & Elkington ; Kondō ; Kondō & Okamura ; Pouzin ; «Silos en acier»... ; Vayssière.

De C.O. Lopez à M.B. Hyde, 1942-1974 :
Argentine Ministry... ; Baker ; Bass ; Boxall ; Calderon & Donahaye ; Culpin ; «'Cyprus' Grain Bins...» ; Donahaye et al. ; Dubois 1969 ; °Gattoni ; Gilman & Boxall ; «Grain Storage...» ; Hall, Haswell & Oxley ; Hyde ; Hyde, Baker, Ross & Lopez ; Hyde & Daubney ; Jossoud ; Lopez ; Manessier ; Poisson ; Poisson et al. ; Pruthi & Singh ; Servicio de silos subterraneos ; Shellenberger & Fenton ; Swaine ; Vayssière.

Ensilage hermétique des grains humides :
Culpin ; «Forage conservation» ; Forbes ; Hyde ; Hyde & Oxley ; Multon & Guilbot ; Oxley & Hyde ; Oxley et al.

LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION DES GRAINS DANS LE MONDE : LITTERATURE TECHNIQUE, ETHNOHISTORIQUE, ARCHEOLOGIQUE ET LINGUISTIQUE

Ouvrages d'ensemble

Conservation des grains en général :
Bailly et al. ; Béguillet ; Bucquet ; Castelli ; °*Della conservazione...* ; Diffloth ; Duhamel du Monceau ; Inthiéry ; Koopman 1963b ; Lami ; Poncelet ; Rozier ; Tessier.
Silos souterrains :
Gilman & Boxall ; Hall, Haswell & Oxley ; Jourdain ; Kunz ; Lasteyrie 1819 ; Poisson 1960 ; Servières. Voir aussi les revues *Tropical Stored Products Information,* et *Tropical Storage Abstracts.*

Antiquité classique

Textes anciens :
Columelle, *Re Rust.*, I, 6 ; Diodore de Sicile, V, 21 ; Hirtius, *Bello Afric.*, LXV ; Pline, *Hist. Nat.*, XVIII, 73 ; Quinte-Curce, VII, 4 ; Tacite, *Germ.*, XVI ; Varron, *Re Rust.*, I, 57. Voir aussi H. Etienne, *Thesaurus Graece Linguae,* article siròs.
Etudes :
Daremberg & Saglio, art. Dolium, Granarium, Horreum ; Frere ; Rickman.

Europe

Canaries :
Tessier.
Espagne :
Corominas ; Doyère 1853-1862 ; Gomez-Tabanera ; Ibn al Awam ; Jourdain ; Laborde ; Lasteyrie 1819.
Europe centrale et orientale :
Boullenois de Semes ; Buttler ; Chaumette des Fossés ; Comănescu ; Füzes ; Hensel ; Horváthová & Urbancová ; Jourdain ; Kunz ; Lasteyrie 1819 ; Maier ; Nándor ; Neamţu ; Pallas ; Peyssonnel ; Rollet ; Schmidt et al. ; Servières ; Soudský ; Tacite ; Tringham ; Urbancová.

France :
Agache ; *Agriculture française...* ; Avrilleau ; Baring-Gould ; Béguillet ; Bélidor ; Bordenave & Viallèle ; Bosseboeuf ; Bourdier ; Bucquet ; *Capitulaire De villis* ; Delacour ; *Détails intéressans...* ; Diffloth ; Du Cange ; Duhamel du Monceau ; Gaudron ; Hure ; Lassure ; Lasteyrie ; *Manuel des habitans...* ; Nauton ; Polge ; Poncelet ; Rollet ; Rossignol ; Rozier ; Saint Félix-Mauremont ; Schweitz ; Serres ; Stockel ; Tessier ; Toulier & Leveel ; Wartburg. Voir aussi les revues *Gallia* (rubriques «fosse», «horrea» et «silo» dans les tables décennales), *Subterranea,* etc.
Iles britanniques :
Bersu ; Bowen & Wood ; Clark 1960 ; Coles ; Dendy & Elkington 1919a ; Diodore de Sicile ; Fenton ; Field et al. ; Frere ; Lacey ; Lucas ; Merritt ; Piggott ; Reynolds.
Italie :
«A Letter...» ; Castelli ; Delacour ; °*Della conservazione...* ; Houel ; Inthiéry ; Jaberg & Jud ; Lasteyrie 1819 ; Scheuermeier ; Simonde ; Yriarte.
Malte :
Hyde & Daubney.
Pays Baltes et Finlande :
Ahvenainen ; Vilppula.
Portugal :
Dias et al.
Suisse :
Fournier de Faye ; Hell ; Fellemberg.

Asie

Arménie :
Adjarian ; Martin ; Tēr-Movsēsean.
Bangladesh :
Shahjahan.
Chine :
Cheo & Chang ; Mao Ying-Tou ; Shih Sheng-Han ; «Storage of Grain...» ; «Sur la conservation...».
Géorgie :
Parrot.
Inde :
Bainbrigge Fletcher & Ghosh ; Baraton ; Dendy 1918a ; Gariboldi ;

Gilman & Boxall ; Girish et al. ; Grierson ; Hodson ; Howard ; Moreland ; Pingale ; Pingale & Balu ; Pruthi & Singh ; Ramiah ; Rangaswamy ; Rozier ; «Wheat Pests... ». Voir aussi le *Bulletin of Grain Technology.*

Irak :
Salonen.

Iran :
Watson.

Israël :
(voir aussi *Palestine*) : Avitsur ; Calderon & Donahaye.

Japon :
Kondō ; Kondō & Okamura.

Laos :
Neis.

Malaisie :
Straits Settlements...

Nepal :
Hamilton.

Pakistan :
Janjua & Nasir.

Palestine :
Dalman.

Turkestans, Asie centrale :
Bazin ; Couliboeuf de Bocqueville ; Gmelin ; Golomb ; Levchine.

Turquie (Anatolie) :
Boratav ; Daher ; Demiray ; Esin ; Makal.

Afrique

Afrique en général :
Gilman & Boxall ; Lee 1974 ; Ziegfeld.

Afrique du Nord (Maghreb) :
Chellig ; Gast ; Gsell ; Hirtius ; Huyghe ; Louis ; Moll ; Rivière & Lecq ; Shaw. (Ces références ne prennent pas en compte l'importante littérature spécialisée sur les greniers collectifs ou fortifiés, *agadir, ksar.*)

Afrique du Nord-Est (Egypte, Soudan, Ethiopie, Somalie) :
Alpin ; Attia ; Bacon ; Boxall ; Caton-Thompson & Gardner ; Clark & Stemler ; McFarlane & Dobie ; Menghin & Amer ; Niles ; Shack ; Solomon ; Watt.

Afrique occidentale :
Giles ; Jones ; Lepigre & Pointel ; Morgan ; Prussin.

Afrique centrale, orientale et australe :
Dubois 1938 ; Dufournet et al. ; «Food storage by the Bantu...» ; Gilman & Boxall ; Robinson ; Summers.

Amérique

Amérique du Nord :
Castetter & Bell ; Driver ; Driver & Massey ; Hill ; Lafitau ; Parker ; Roberts 1930, 1931 ; Schlebecker ; Will & Hyde ; Wilson.

Amérique centrale :
Coles ; Hernandez Xolocotzi ; Herrara Campe ; Puleston ; Wilken.

Amérique du Sud :
Morris.

Australie

Mundy.

POLICE DES GRAINS : ORGANISATION DU COMMERCE ET DU STOCKAGE DES CEREALES

Afanassiev ; Ahvenainen ; Atkinson ; Barnes ; Béguillet ; Braudel ; Buchet et al. ; Delannoy ; Diffloth ; Fourastié ; François de Neufchâteau ; Giles 1964 ; Gleizes ; Grandamy ; Gras ; Herbert ; Labrousse et al. ; Lee 1937 ; Lepitre ; Letaconnoux ; Marolles ; Montaudouin de la Touche ; Naudé ; Quinche ; *Recueil des principales loix...* ; *Réflexions sur la police des grains...* ; Rivière ; Romano ; Soom ; Souchon ; Symonds ; Teyssonière ; Ternaux 1818 ; Thomas ; Trezise ; Usher ; Villeneuve ; Watt ; Young.

LES SILOS ET L'ORIGINE DE L'AGRICULTURE

Driver ; Edmonson ; Harlan ; Harlan & Pasquereau ; Heiser ; Morgan ; Sahlins ; Sauer ; Smith 1971 ; Struever.

LE DEVELOPPEMENT DES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES GRAINS EN ATMOSPHERE NON CONFINEE

Ouvrages d'ensemble

«Action concertée...» ; Anderson & Alcock ; Bailly et al. ; Baraton ; Castelli ; Centre d'études... ; Christensen 1974 ; Delassus & Lepigre ; *Della conservazione...* ; Diffloth ; Dubois 1963-1964 ; Duhamel du Monceau 1753, 1765 ; Dupouy ; Easter ; Gatheron et al. ; Gayot ; Hall ; Inthiéry ; Lami ; Legendre ; Mohs & Hoffmann ; Multon & Guilbot ; Nuret ; Oxley ; Poncelet ; Rollet ; Rozier ; Tessier ; Thorel.

Aération par déplacement mécanique des grains

Grenier mobile Vallery :
Payen ; Séguier ; Thomas ; Vallery.
Silos Huart :
Adrian 1901 ; Cornaille ; Schribaux.
Systèmes de trémies superposées :
d'Artigues ; Bailly et al. ; Barbançois ; Busche ; Tessier.

Aération par ventilation

Burges & Burrell ; Coignet ; Commission des semences... ; Delonchant ; Duhamel du Monceau 1753, 1765 ; Gayot (grenier Pavy) ; Jourdier 1856 (grenier Salaville) ; Kreyger 1959 ; Navarro et al. ; Rouyer.

Séchage à l'étuve

Cailleau ; Duhamel du Monceau 1753, 1765 ; Fournier de Faye ; Inthiéry.

Autres procédés

Demarçay 1838a et 1838b ; Gay-Lussac ; «Silos aérifères...».

Techniques de construction, génie civil

«L'acier au secours du blé...» ; Adrian 1901 ; Atkinson ; Boyer ; Cailloux ; Chabrolin & Montlaur ; Coignet ; Cornaille ; Dubois 1969 ; «Ecuries et silos...» ; Effertz ; Fournier de Faye ; Kellermann ; Kirk et al. ; Kosmina ; Larche ; Lee 1937 ; Manessier ; Montier ; Ravenet ; Reimbert & Reimbert ; Richard ; Schlebecker ; *Le silo en acier...* ; «Le transport...» ; Vuigner.

ECOLOGIE ET BIOCHIMIE DES GRAINS STOCKES

Etudes d'ensemble

«Action concertée...» ; Anderson & Alcock ; Carter & Young ; Christensen 1974 ; Delassus & Lepigre ; Fifield et al. ; Girish et al. ; Hall 1963, 1970, 1971 ; Jouin ; Kondō & Okamura 1930b ; Kreyger ; Le Du ; Legendre ; Linko ; Mohs & Hoffmann ; Multon & Guilbot ; Nuret ; Oxley 1948 ; Pixton et al. ; Poisson & Guilbot ; Schribaux. Voir aussi les nombreux articles publiés dans *Cereal Chemistry* sous le titre général «Grain Storage Studies».

Longévité, dormance et viabilité des graines

Aufhammer & Simon ; Barralis ; Barton ; Bass ; Belderock ; Black ; De Candolle ; Christensen 1973 ; Howard ; James ; Joubert 1842 ; Kidd ; Kondō 1929 ; Kondō & Okamura 1929, 1930a, 1930b, 1931 ; Koopman 1963a ; Kreyger 1963 ; Libby ; Moreland ; Nakamura ; Nordlinger ; Ødum ; Peel ; Porsild et al. ; «Report of the seed ... committee» ; Roberts 1972 ; Simon ; Smith ; Thouzard ; Went.

Insectes, acariens et méthodes de lutte

Abdel Rahman et al. ; Bailey ; Bainbrigge Fletcher & Ghosh ; Bond & Monro ; Brown ; Cheo & Chang ; Dendy ; Dendy & Elkington ; «Détails intéressans...» ; Doyère 1852 ; Duhamel du Monceau & Tillet ; Esin ; Giles 1966 ; Hardy-Smith ; Harein & Press ; Janjua & Nasir ; Jourdier 1856 ; Joubert 1966 ; Lindgren ; Lindgren & Vincent ; McFarlane & Dobie ; Marchal & Vayssière ; Mills ; Pruthi & Singh ; Rangaswamy ; Robin ; Shahjahan ; Solomon ; Stockel ; Taskeen Aliniazee ; Vayssière 1934, 1937, 1958-1959 ; Yinon & Shulov. Voir aussi toute la collection du *JSPR*.

Microbiologie

Abdel Rahman et al. ; Christensen 1973 ; Golubchuk et al. ; Lacey ;

Multon & Guilbot ; Niles ; Pelhate ; Peterson ; Poisson & Guilbot.

Problèmes nutritionnels

Adrian 1976 ; Adrian & Jacquot 1964 ; Fifield et al. ; Gariboldi ; Haley & Pence ; Hamilton ; Kondō ; Kondō & Okamura ; Mills ; Ramiah.

Composition sur IBM multipoint par Maria Meyer, Service des publications MSH, Paris.
Imprimé par le Service reproduction de la Fondation Maison des sciences de l'homme
Achevé d'imprimer novembre 1978

Dépôt légal 4e trimestre 1978

François SIGAUT, *Les réserves de grains à long terme. Techniques de conservation et fonctions sociales dans l'histoire.* Paris-Lille, Éd. de la Maison des sciences de l'homme–Publications de l'Université de Lille III, 1978, 202 p., index, bibl., tabl., graph., ill. (Travaux et documents).

études rurales
N° 76 oct.-déc. 1979
JUSTIFICATIF

L'auteur, par son travail passionnant et utile, réussit à démystifier un certain nombre d'idées reçues en matière de conservation des grains, s'appuyant sur des pratiques diverses dans le temps et l'espace. De nombreuses études de cas, aussi fouillées que possible compte tenu du nombre de pages du volume, nous font découvrir de nouveaux horizons : contrairement à l'opinion répandue, ce n'est pas le procédé d'aération régulière, mais celui de l'ensilage en atmosphère confinée (en silos hermétiques) qui a dominé depuis le néolithique l'histoire de la conservation des grains. La masse vivante des grains constitue un véritable écosystème réagissant aux différences de conditions ambiantes. Des êtres vivants lui sont associés (insectes, moisissures, levures, bactéries...), qui ont leurs exigences propres. D'autres facteurs interviennent également : différence de comportement au stockage selon les espèces et variétés cultivées, conditions de récolte et de traitement, conditions physiques et techniques du stockage, recherche de la qualité du grain conservé. Il ne convient donc pas de parler tout simplement de bonnes ou de mauvaises techniques de conservation. Selon l'auteur, la seule approche possible est historique et comparative, « même en ce qui concerne les problèmes qui se posent aux sociétés actuelles » (p. 5). Une riche bibliographie mondiale de 40 pages accompagne l'étude.

G. W.

Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie
vol. 28, jan. 1980.

SIGAUT, Francois: Les Réserves de Grains à long terme. Technique de conservation et fonctions sociales dans l'histoire (Editions de la Maison des Sciences de l'homme. Travaux et documents. Publications de l'Université de Lille III), Lille 1978, 203 S.

Die Lagerung von Getreide in unterirdischen Gruben war seit Jahrtausenden eines der verbreitetsten Verfahren zur langfristigen Getreidekonservierung in großen Mengen. Um so größer war das Erstaunen und die Ungläubigkeit moderner europäischer Agronomen, als sie zu Beginn des 19. Jahrhunderts diese Technik nicht nur in Ungarn, Spanien und Frankreich wiederentdeckten, sondern auch ihren Wert erkannten. Gleichzeitig verbreitete sich der kastilische Begriff silo als international üblicher terminus technicus.

Die weit verstreuten Informationen über dieses nur scheinbar banale Problem zusammenzutragen, die geographische Verbreitung dieser uralten Technik zu untersuchen, ihre technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Probleme sowie ihre sozialen Implikationen in einem jeweils knappen Überblick anzusprechen, ist Ziel des vorliegenden Bandes. Er soll damit zugleich einen Anstoß für interdisziplinäre Forschung geben. Der Band basiert auf einem bislang unveröffentlichten Tagungsbericht und enthält neben dem Textteil eine umfangreiche Dokumentation einschlägiger Texte, Karten und technischer Zeichnungen sowie eine ausführliche Bibliographie.

Wenn auch die Zahl der offenen Fragen, die sich aus dieser Zusammenstellung herauskristallisieren, ebenso groß ist wie die gegenwärtigen Kenntnisse, so wird deutlich, welche Bedeutung dieses scheinbar nur technische Problem für agrarische Gesellschaften besaß, nicht zuletzt auch für ihre Sozialverfassung. Wenn auch der Verf. weit davon entfernt ist, einen direkten Zusammenhang zwischen einer bestimmten agrarischen Technik und einer bestimmten Sozialordnung anzunehmen, so fragt er am Beispiel der für vorindustrielle Gesellschaften zentralen Frage der Getreideversorgungspolitik nach dem möglichen Einfluß der unterschiedlichen Vorratspolitik auf das Verhältnis verschiedener sozialer und politischer Machtgruppen zueinander. Solchen Fragen weiter nachzugehen, könnte eine Bereicherung für eine Geschichte der materiellen Zivilisation bedeuten.

Erlangen — Hans-Ulrich Thamer