

h? 1-16
Y... 1977



LES TECHNIQUES DE CONSERVATION A LONG TERME DES GRAINS

LEUR RÔLE DANS LA DYNAMIQUE DES SYSTEMES DE CULTURE ET DES SOCIÉTÉS

François SIGAUT

MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

Groupe "Ecologie et Sciences Humaines"

janvier 1977

LES TECHNIQUES DE CONSERVATION A LONG TERME DES GRAINS

LEUR RÔLE DANS LA DYNAMIQUE DES SYSTEMES DE CULTURE ET DES SOCIÉTÉS

François Sigaut
Maison des Sciences de l'Homme
Groupe "Ecologie et Sciences Humaines"

Sommaire

Introduction	1
Les Européens découvrent et redécouvrent les silos à grains, 1708-1960	3
Les silos "traditionnels" dans le monde	5
- les savoirs liés à la construction et à l'utilisation des silos	5
- aspects linguistiques	7
- distribution géographique des silos	8
- silos à grains et techniques contiguës	9
- place et fonction des silos dans le système économique	10
- silos et féodalité	13
- les silos et le développement de l'agriculture	13
Le développement des techniques modernes	15
Ecologie des grains stockés	17
- les facteurs de détérioration	17
- le comportement des grains: germination, dormance, longévité	17
- les insectes	19
- les micro-organismes	21
- les maladies des grains en stocks	21
Conclusion: écologie et technologie	21

Annexes

Quelques textes relatifs à l'existence de silos à grains en France, XVIIe-XIXe siècles	i
Silos souterrains dans le Tarn-et-Garonne, par H. Bessac	iv
Afrique du Nord	v
Silos de l'Ouarsenis, par J. Vignet-Zunz	vi
Italie	viii
Chine	ix

Cet aide-mémoire n'aurait pas pu être établi sans l'aide des personnes suivantes: Marie-Christine Aubin, Serge Avrilleau, Louis Bazin, Lucien Bernot, Henri Bessac, M. Boratav, G. Cordier, J.G. Da Silva, Alexander Fenton, Marceau Gast, Danilo Grébénart, Jack R. Harlan, André G. Haudricourt, Ludvik Kunz, Keram Kevonian, Claude Lefébure, Grith Lerche, Philippe Leveau, 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, Shmuel Avitsur, ~~Boleslav Bolens~~.

La recherche dont cet aide-mémoire représente un aspect a été entreprise grâce à une convention financée par le C.O.R.D.E.S.

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. Notre culture européenne actuelle n'admet pratiquement pas d'alternative à une aération régulière pour 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 raisons, 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 aussi 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 du Néolithique 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 tous cas, les silos semblent assez nombreux dans le Sud-ouest, où la littérature technique du XVIIIe siècle y fait encore allusion (Quercy et Vivarais 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 à la Prévert. C'est qu'il n'est pas légitime de s'arrêter à des explications unilatérales simples 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 utilisés par les diverses civilisations agricoles;
- quelles sont les fonctions sociales précises des réserves à long terme.

Le problème 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 longue 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 soit un, il fallait disposer de techniques de conservation à long terme suffisamment sûres. La découverte de silos 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 la connaissance de ce savoir 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 suggérer ce que chacune d'elles peut avoir à apporter, et à gagner, au développement de la problématique d'ensemble.

*

LES EUROPEENS DÉCOUVRENT 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 d'abord et surtout 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, pour résoudre certains problèmes d'interprétation. 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 XVIII^e 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*: "Sur la maniere 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 jusqu'à une époque très récente: c'est en 1956 et en 1960 que paraissent les deux dernières études contenant des informations précises et détaillées sur les silos "traditionnels". Il s'agit de Underground Storage of Grain, par D.W. Hall & al. (London 1956, H.M.S.O., Colonial Research Studies, n° 21) et de "A Study of Grain Storage in Fossae in Malta", par M.B. Hyde et C.G. Daubney, Tropical Science, 1960, 2, 3. L'étude de Hall & al. contient notamment de bonnes descriptions des silos en usage en Somalie ex-britannique et au Nigéria (Bornou).

* 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, donnent de mauvais résultats (Ternaux ne croyait pas qu'il fût nécessaire de protéger les grains stockés contre l'humidité). La question est reprise à partir de 1854 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. Schri-baux (1912) sur la biochimie des grains. Parallèlement, on essaye des silos où l'on fait le vide (Louvel), ou à atmosphère désoxygénée (Hausmann père). 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 considérables 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 850000 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.

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 ici 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 liés à la construction et à 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 revêtement 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: creusement, 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?
- 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.
- 7) Vidage: modalités; précautions contre l'asphyxie par le CO₂; 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. Rénéaume, et même déjà Plin, parlent explicitement du rôle de l'absence d'air. Au Proche-Orient, d'après Dalman (1933), on descend dans le silo une lampe allumée pour voir si on peut y descendre. En Espagne et en Hongrie, on laisse le silo ouvert un certain temps avant d'y descendre, et les accidents par asphyxie ne sont pas rares. En Inde, trois voleurs sont retrouvés morts dans un silo qu'on avait laissé ouvert une nuit en cours de vidage.

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 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 (pain, bouillie, semoule, pâtes, 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 le plus démonstratif est celui de l'appréciation du grain fermenté, accidentellement ou non. Ce cas se rencontre en Algérie (Ouarsenis: Vignet-Zunz 1975, cf. texte en annexe) et en Inde. Voici ce qu'il en est dans le Tamilnad, d'après K. Ramiah, Rice in Madras, Madras 1937, pp. 101 et 61:

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 désigne 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 suivantes.

France (Gascogne, Guyenne, Sud du Massif Central): cros; ensiler = encrouza.

Italie, Toscane: buche (pl.); Italie du Sud, Sicile, Malte: fosse (pl.); Calabre: caricatoio; Pouilles: foggia.

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).

Langues slaves: jama, jamina, jamar (?).

Arménie: hor (litt.), horon (vulg.).

Langues turques: le turc d'Anatolie et d'Azerbaïdjan 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; un terme naṭār est signalé en Arabie du Sud.

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, en chinois, etc.

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

Distribution géographique des silos dans l'histoire

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'Age de Fer (Field & 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.

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 Age.- 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 Age.

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.
	Espagne*	Catalogne, Tierra de los Barros (Estremadura); villes de Barcelone, Urgel, Tarragone, Burjasot (près de Valence), Altafulia, Villafranca, Rota (près de Cadix), Alcalá de Guadajara (près de Séville), Mota del Cuervo, Talavera, Zamora.

	Italie*	Toscane; Pouilles, Basilicate, Calabre, Sicile; villes de Livourne, Pescia, Pise, Arezzo, Florence, Naples, Foggia, San Severo, Vasto, Ortona, Chieti, Termini, Agrigente, Catane, Brindisi, Tarente, Bari, Otrante, etc. (probabl. toutes les villes et ports de quelque importance de l'Italie du Sud).
	Malte*	La Valette.
	Yougoslavie	Dubrovnik
	Hongrie*	Cartographie détaillée dans Nandor 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. annexes); 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
Asie Occ.	Turquie	Région d'Aksaray (M. Makal).
	Chypre	
	Israël (Palestine)	
	Géorgie	
	Arménie	
	Azerbaïdjan	
	Iran	Pas de données régionales.
	Turkménie	
Asie Or.	Chine	Régions d'habitat troglodyte dans le loess, mais pas seulement. Sin Kiang.
	Inde	Régions à déterminer; villes citées: Ghaziabad, Hapur, Secunderabad, Deoband, Dancor, Meerut, Shamli, Etawa, Jabbalpur; Maharashtra: Sholapur, Poona, Satara, Ahmednagar. Manipur: Tangkhul.
	Laos	Plateau des Phoueuns (Plaine des Jarres?)
Amérique	U.S.A.	Agriculteurs du Nord-Ouest (Mandan, Hidatsa, Arikara), Pawnee, Omaha; Pueblo (Navaho), Yuma, etc.
	Mexique	Nord-Ouest? Yucatan: <u>chultuns</u> .

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, certaines régions d'Italie, Provence, etc.

Silos à grains et techniques contiguës

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. En

voici une énumération sommaire.

- + Autres techniques de conservation des grains:
 - récipients de paille tressée ou cordée: sacs de paille (Japon tawara, Bengale Occ. pura); meules faites d'une corde de paille enroulée en hélice autour du grain en vrac (Irlande et Ecosse straw-bykes, Bengale Occ. morai);
 - grandes jarres en poterie (latin dolium, grec pithos, espagnol tinaja), mais semblent surtout destinées à conserver les liquides, vin et huile; y a-t-il des différences de forme suivant la destination (par exemple jarres à grain ayant une ouverture plus large que les jarres à liquide)?
 - grain conservé dans du sable, à l'intérieur d'une couche de balle plus ou moins tassée, etc.
 - mise en couche avec pelletages (Europe Occidentale).
- + Fosses destinées à d'autres produits que le grain:
 - protection des fruits et tubercules contre le gel (allemand Miete, silo à betteraves);
 - fosses à fermentation: choucroutes, ensilages fourragers, fruits de l'arbre à pain, tubercules d'Arisaema curvatum Kunth. (Aroideae) dans l'Himalaya (Lepcha).
- + Autres fosses: puits, citernes, etc.; le spécialiste en construction des silos peut être aussi fossoyeur (H. Bessac).
- + Poterie: le séchage des parois au feu peut-il aboutir dans certaines conditions à une cuisson au moins partielle de l'argile?

Place et fonction des silos dans le système économique

On quitte ici le terrain des faits bruts pour entrer dans celui des hypothèses d'interprétation. Cependant, une distinction essentielle doit être faite en préalable, c'est celle qui oppose les silos paysans aux silos marchands (ou urbains), dont les rôles sont radicalement différents.

Les silos paysans appartiennent aux cultivateurs eux-mêmes. Ils sont de capacité assez faible (15 - 30 qx), rarement maçonnés, se trouvent dans la maison, dans la cour ou en plein champ, éventuellement groupés par quelques dizaines d'unités. Les exemples les plus caractéristiques sont ceux de Hongrie et d'Afrique du Nord.

Les silos marchands appartiennent à des négociants, à des banquiers, aux municipalités. Leur capacité atteint des chiffres très considérables: 65 m³ à Dubrovnik, 50 à 500 tonnes (métriques?) à Malte, 110 m³ à Barcelone, 75 à 750 qx en Inde, où cependant les silos à sogho et à mil du Maharashtra (pev) atteignent "des centaines de tonnes" (de 450 ou 500 kg). Ils sont groupés dans les villes, sous certaines rues ou places publiques, par plusieurs centaines d'unités: 200 à Malte (en plusieurs groupements), "plus de mille" à Foggia, 59 sous une place de Barcelone, 2000 à Hapur.

Entre ces deux catégories se trouvent les silos appartenant à des collectivités: hôpitaux, couvents, casernes, citadelles, etc. Par ailleurs, certains groupes de paysans sont également marchands, et les caractéristiques de leurs silos en montrent les conséquences: c'était le cas des agriculteurs du Haut Missouri (Mandan, Arikara, Hidatsa), qui vendaient une part importante de leurs récoltes à leurs voisins non agriculteurs, Indiens des Plaines et chasseurs forestiers du Nord.

Cela étant, la problématique des techniques de conservation des grains doit tenir compte des éléments suivants.

a) Techniques de récolte et de 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 - la relation entre forme des granges et techniques de battage est établie depuis longtemps - alors qu'inversement, de tels bâtiments sont absents des zones de battage immédiat.

b) Organisation de l'exploitation et du travail.

Les techniques de battage peuvent elles-mêmes dépendre:

- de la taille de l'exploitation: dans certaines régions d'Italie, on bat au fléau dans les petites fermes, on dépie 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 moissonneurs 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 dépens du dépiquage. Mais on n'a aucun élément précis en faveur de cette hypothèse.

c) Organisation commerciale.

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. Réciproquement, 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 moule lui-même (ou fait moule 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.

d) Nomadisme, insécurité.

Ces deux facteurs sont ceux qui ont été invoqués le plus souvent, peut-être, 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 de l'Italie du Sud ne doivent rien ni à l'un ni à l'autre.

e) Facteurs du milieu physique.

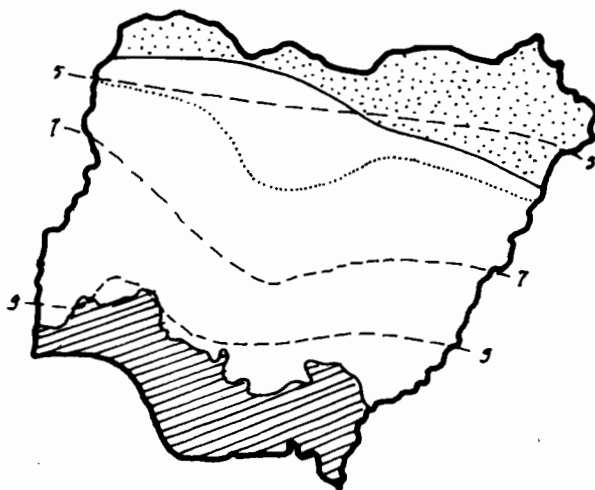
Les facteurs du milieu jouent naturellement un rôle essentiel dans l'écologie des grains stockés. Mais ce qui nous intéresse ici est l'influence qu'ils

exercer indirectement, par l'intermédiaire des autres facteurs techniques et sociaux.

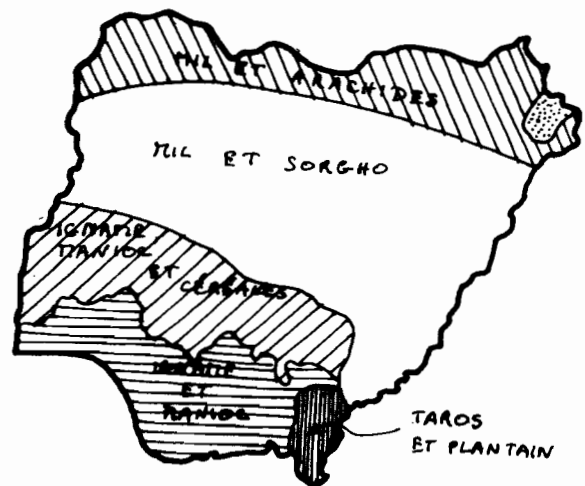
Une relation particulièrement évidente est celle qui existe entre étés secs et dépiquage ou battage immédiats; au contraire, le battage différé laisse aux grains récoltés humides le temps de sécher en gerbes. La moisson à la faux accentue cette opposition, car elle conduit à récolter le grain avant complète 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 les techniques originaires des pays secs dans les pays humides. Le séchage artificiel du grain, notamment au four (corn kilns d'Ecosse), était courant dans de nombreuses régions de l'Europe du Nord. Le dépiquage en grange, quoique rare, a existé (Chili du Sud, Norfolk, Slovaquie).

Mais le facteur physique le plus important est assurément le plus ou moins grand contraste des saisons, et la plus ou moins grande irrégularité des pluies (en date et en volume). Plus ce facteur est accusé, plus les récoltes sont irrégulières, et plus les réserves à long terme (plusieurs années) sont nécessaires. Les cartes ci-dessous donnent une idée de ce gradient pour le Nigéria (elles sont extraites de W.B. Morgan, "The distribution of food-crop storage methods in Nigeria", The Journal of Tropical Geography, 1959, 13: 58-64).



1. Facteurs climatiques

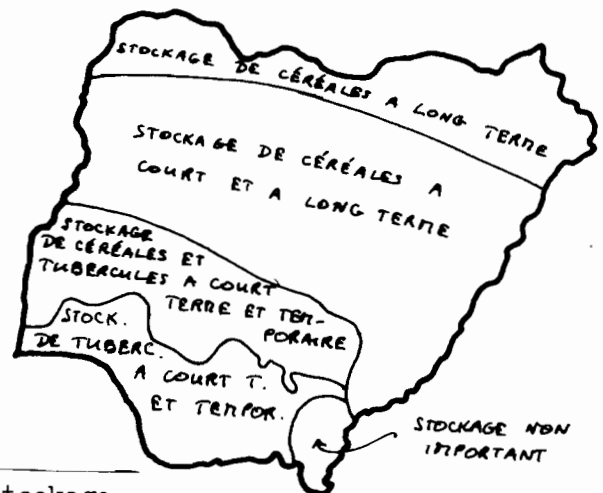


2. Cultures principales



Légende de la carte 1.

- 7 nombre de mois recevant moins 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 avec friches boisées



3. Régions de stockage

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 chez les peuples slaves. En sens exactement 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." 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 les nie), n'étaient pas en partie des silos.

Les silos et le développement de l'agriculture

Un grand nombre d'hypothèses, des plus puériles aux plus astucieuses, ont été proposées pour rendre compte de l'apparition de l'agriculture. Deux ouvrages récents en donnent un tableau assez complet à eux deux; ce sont les suivants:

- . Jack R. Harlan, Crops and Man, Madison (Wisc.), 1975.
- . Charles B. Heiser jr., Seed to Civilization, the Story of Man's Food, San Francisco, 1973.

La grande faiblesse de toutes ces hypothèses est qu'elles reposent toutes, plus ou moins implicitement, sur une "tendance" qui ferait du passage à l'agriculture un progrès inévitable dès lors que les savoirs techniques en cause se trouvent réunis. Or, c'est précisément là que se trouve le fond du problème. En particulier, deux idées sont communément admises aujourd'hui, qui frappent de caducité toutes ces hypothèses simplistes. On peut les résumer ainsi:

- . les chasseurs-cueilleurs sont "riches", ou tout au moins ce n'est pas par la pression du "besoin" (notion qui dépend d'ailleurs de la culture en cause) qu'on peut expliquer le changement de leur mode de production;
- . les chasseurs-cueilleurs possèdent toutes les notions de base nécessaires pour la pratique de l'agriculture (Harlan); il est même très probable que d'une manière générale, leur savoir botanique est bien supérieur à celui des peuples agriculteurs.

Il semble en fait qu'on ne progressera pas tant qu'on ne pourra pas élaborer, non plus seulement de simples hypothèses, mais de véritables scénarios, tendant à rendre compte de l'ensemble des changements liés au développement de l'agriculture. Scénarios qui devront être vérifiables au moins en partie par les trouvailles archéologiques.

Le seul scénario qui ait été proposé jusqu'ici est celui de Carl O. Sauer, qui échappait à la contradiction signalée ci-dessus en postulant que les premières plantes cultivées étaient des plantes à fibres et à poisons pour la pêche. Les thèses de Sauer n'ont plus guère de défenseurs aujourd'hui. Néanmoins, l'idée de chercher dans des plantes non alimentaires une solution à la contradiction congénitale à l'apparition de l'agriculture est intéressante. On peut penser par exemple au tabac, dont l'aire de culture en Amérique du Nord est assez notablement plus étendue que celle des cultures alimentaires. Plus généralement, on peut penser que toute plante ayant des propriétés recherchées, mais dont la distribution géographique est restreinte, est une bonne candidate à la domestication.

Une autre voie pour échapper à cette contradiction est celle du stockage à long terme. Le développement de techniques de conservation adéquates a en effet souvent été un préalable, sinon à la domestication de certaines plantes, du moins à leur production en grand. L'explosion de la production des fruits et légumes, par exemple, serait inconcevable sans l'appertisation et les techniques du froid. Des faits semblables s'observent dans le domaine des productions animales, celle du lait en particulier.

Or, il n'y a pas de raison de douter que les chasseurs-cueilleurs vivant en zone aride n'aient le même intérêt à se constituer des stocks que les agriculteurs ou les éleveurs qui leur ont succédé. Il est vrai que la notion même de réserve est étrangère à nombre de collectivités de chasseurs-cueilleurs (Sahlins). Mais ce n'est pas un cas général, comme en témoigne le cas des Amérindiens de la côte Nord-Ouest de l'Amérique, qui connaissaient diverses techniques de conservation du poisson.

La question est de savoir si certains groupes de chasseurs-cueilleurs ont effectivement stocké des produits de cueillette, ce qu'ils ne pouvaient guère réaliser autrement que par le moyen des silos souterrains. Si l'on trouve trace de tels stocks de grains de cueillette, on pourra raisonnablement supposer que le prestige ou le pouvoir associés à leur possession a pu être une des motivations à leur mise en culture.

L'ensilage a d'ailleurs pu jouer un rôle plus direct encore pour rendre possible la culture des céréales. Les semences de nombreuses plantes présentent un phénomène appelé dormance, qui est l'absence de germination alors que les conditions (température, humidité) en sont 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 (C.J. Smith, "Seed Dormancy in Sabi Panicum", C.R. de l'Assoc. Intern. d'Essais de Semences, (1971), 36, 1: 81-97).

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*.

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, qui montre le lien qui a pu exister entre silos et agriculture de décrue:

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

* Information communiquée par M. Louis Bazin.

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, op. cit.)

Tabki est un mot haoussa (plur. tabkuna), et masakwa 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 & Pasquereau, "Décrue Agriculture in Mali", Economic Botany, 1969, 23: 70-74).

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, aussi importante soit-elle. 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." (M.S. Edmonson, "Neolithic Diffusion Rates", Current Anthropology, 1961, 2: 71-102.)

*

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 probablement 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 U.S.A., le premier brevet pour un système mécanisé de manutention du grain 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'Écossais 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 États-Unis, sa diffusion, commencée en 1930, s'achève vers 1945. Elle commence après la guerre en Europe occidentale, 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 dizeaux ou en meules: 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 %.

Il n'est pas possible ici de résumer, même sommairement, l'histoire des tentatives qui ont été faites depuis le milieu du XVIIIe siècle au moins, pour améliorer et perfectionner les techniques traditionnelles. Tous les moyens possibles et imaginables ont été essayés, aucun n'est parvenu à remplacer la méthode traditionnelle de conservation en couches avec pelletages, jusqu'à ce que l'abondance même des grains à manipuler la fasse littéralement éclater. Depuis le début du XXe siècle, l'essentiel de la recherche a porté sur la ventilation. Depuis une dizaine d'années, le stockage des grains humides en conditions hermétiques, ou sous atmosphère inerte (azote, gaz carbonique) est à l'ordre du jour.

Une remarque importante est que depuis que l'abondance a remplacé la pénurie sur le marché européen des grains, le problème de leur conservation à long terme a pratiquement perdu son intérêt. Toutefois, ce problème était déjà sans solution auparavant en France, malgré le retour fréquent des disettes. Napoléon, conscient du risque politique qu'elles représentaient, avait entrepris en 1808 la construction, à l'Arsenal, de "greniers d'abondance", ou "de prévoyance" destinés à loger des stocks de report. Il ne semble pas que sa tentative ait abouti, en grande partie sans doute parce qu'avec les procédés traditionnels, le logement de stocks importants exigeait des surfaces de planchers excessives. Mais la question reste à l'ordre du jour jusqu'aux deux dernières disettes, celles de 1847 et de 1854-1856, preuve qu'elle n'avait pas reçu de solution satisfaisante. "Nous voilà donc revenus à la disette, nous qui nous étions flattés de lui avoir fait nos adieux pour toujours", écrit en 1854 le comte de Marolles, dans une brochure intitulée De la nécessité croissante des greniers d'abondance (Paris, Vve Bouchard-Huzard, 1854).

Ce n'est pas le moindre de nos problèmes que de savoir pourquoi la société française préindustrielle n'a jamais su résoudre ce problème du stockage de report, alors que plusieurs sociétés méditerranéennes, et au XVIIIe siècle la société chinoise (sans parler de la Bible: histoire de Joseph) lui offraient des modèles de solution.

ÉCOLOGIE DES GRAINS STOCKÉS

Il serait absurde de vouloir résumer en quelques pages ce qui constitue un domaine scientifique en soi, avec une très 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 Intestation 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, 1974, XL: 118-131, et J. Lacey, "The Microbiology of Grains Stored Underground in Iron Age Type Pits", Journal of Stored Products Research, 1972, 8, 2: 151-154.)

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, Seed Preservation and Longevity, London 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 être 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 (Dicrostonyx groenlandicus ou D. torquatus) dont l'âge probable est de $14\ 860 \pm 840$ ans (Porsild & 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 pour nous est le cas de Nelumbo nucifera (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 & 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 ainsi pu 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 XIV^e 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-mêmes, soit on eut recours à d'autres méthodes (par ex. pelleter le grain en le lançant contre un mur, l'alucite ne résiste pas aux chocs répétés). Cependant, l'alucite reparait dans le Centre vers 1850, 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 étant de trouver une température qui tue les insectes sans tuer les grains; dans les pays tropicaux, il se pourrait que l'habitude de sécher le grain au soleil par couches très minces ait aussi cet effet ("... le soleil est un très bon insecticide dont tout le monde peut faire usage, il faut rentrer le grain encore chaud après l'y avoir exposé, si possible en couches minces de façon que tous les grains soient chauffés", T. Bainbrigge Fletcher 1921, et texte tiré du Ch'i Min Yao Shu en annexe);

- les chocs mécaniques, qui sont un des effets du pelletage; le grenier mobile Vallery (1839), énorme tambour tournant autour de son axe horizontal et muni intérieurement d'un système de chicanes, a été donné comme un moyen de lutte contre les charançons (ceux-ci, qui ne supporteraient pas d'être dérangés, se laisseraient tomber à terre où il est facile de les détruire);

- les substances tuant ou éloignant les insectes, comme la fumée, la bouse de vache pour enduire les coffres à blé en vannerie (Slovaquie), etc.; les insecticides entrent dans cette catégorie, du plus ancien (le sulfure de carbone) au plus moderne (le phosphore d'hydrogène);

- l'herméticité ou l'atmosphère contrôlée, de façon à paralyser ou à tuer les insectes par asphyxie, on a vu l'importance primordiale de cette technique dans le monde;

- la lutte biologique, très peu développée dans l'ensemble (basée sur la recherche des prédateurs ou sur le comportement des insectes).

Un des rares exemples de lutte biologique effective est celui qui consiste à recouvrir l'ouverture du récipient d'une couche de sable: les insectes

qui éclosent dans les grains sortent à travers cette couche de sable (pour s'accoupler?) et ne peuvent plus rentrer. Cette méthode a été préconisée pour l'Inde par T. Bainbrigge Fletcher (1921).

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 insectes 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 CO₂, cette mortalité n'apparaît qu'à des taux très bas d'oxygène (2 à 4 %), mais la présence de CO₂ relève notablement ce taux léthal,
- qu'une atmosphère de CO₂ 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 CO₂ 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.

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 12e 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..."

A noter enfin la forte attirance des charançons pour l'eau, observée par Dendy en 1918. Peut-être est-ce de recherches sur les tactismes et le comportement des insectes qu'il faut actuellement attendre le plus.

Les micro-organismes, etc.

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 l'article suivant: "Conditions de stockage et durée de conservation des grains", par J. Poisson et A. Guilbot, La Meunerie Française, 1963, N° 163.

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 & Young 1945). Sick wheat est un terme de marchand de grains. En voici deux autres, cités en 1826 dans le rapport de la Commission chargée d'examiner les blés sortis des silos de Ternaux à Saint-Ouen:

"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."

A l'inverse, le phénomène connu sous le nom de webbing en Angleterre (le tas de grain se recouvre d'un épais tissu de fils produits par la pullulation en surface de chenilles d'Ephestia luteella) était considéré comme plutôt favorable par la profession en 1919! (Dendy & Elkington).

CONCLUSION: ECOLOGIE ET TECHNOLOGIE

Un contraste saute aux yeux au terme de ce rapide survol de la question: celui qui oppose l'extrême complexité des phénomènes naturels, et la relative pauvreté des moyens d'intervention pour les contrôler. Même en enrichissant les techniques "modernes" de tout l'arsenal des techniques "traditionnelles", leur nombre total n'est pas très grand. Il suit que les

choix techniques reposent sur des bases beaucoup plus simples que les connaissances, scientifiques ou non, que l'on peut posséder sur l'écologie des grains stockés. Historiquement d'ailleurs, la technique a précédé la science dans tous les domaines jusqu'à l'électricité. Le problème est de dégager ces bases, c'est-à-dire les termes réels des alternatives qui se sont posées et se posent dans les diverses sociétés. Les faits écologiques, ou plutôt la perception que les intéressés en ont, ont sans doute pesé assez peu jusqu'ici dans ces alternatives. La connaissance des procédés techniques eux-mêmes est probablement un facteur plus déterminant: en l'absence de critères scientifiques très tranchés, on préférera toujours un procédé bien connu, même médiocre, à un procédé virtuellement excellent, mais mal connu. La diffusion des innovations techniques s'est toujours heurtée à cette attitude, au demeurant tout-à-fait rationnelle.

Le développement d'une technologie "fondamentale" est probablement le seul moyen de parvenir un jour à lever cet obstacle. Par technologie "fondamentale", il faut entendre une discipline qui se donnerait pour tâche d'inventorier les faits techniques, de retrouver les conditions de leur genèse et de leur diffusion (ou de leur non-diffusion), de mettre en évidence leurs liens avec l'environnement écologique, économique et culturel. Une technologie fondamentale ne peut pas se permettre des jugements de valeur tels que ceux par lesquels on qualifie couramment certaines techniques de "périmées", d'"archaïques", de "routinières", etc. En restreignant nos connaissances, de tels jugements restreignent aussi nos choix, et c'est pourquoi ils sont, non seulement antiscientifiques, mais dangereux pour l'avenir. Il y a des domaines, et celui de la conservation des grains en est un, où tous les procédés possibles et imaginables peuvent être la source d'idées utiles, tant les conditions d'application sont variées dans le monde. Le fait que ces idées ne sont pas, et pour la plupart ne peuvent pas, être déduites directement de la recherche scientifique, rend d'autant plus nécessaire de n'en pas laisser perdre.

On a vu l'importance primordiale qu'a eu le stockage à long terme des grains dans de nombreuses sociétés. Depuis les années 1870, l'abondance des blés américains et autres a pratiquement occulté ce problème. Peut-être assistons-nous actuellement au début de son retour au premier plan. Son importance n'est pas seulement économique, car les choix faits en matière de stockage peuvent mettre en cause toute la politique de la production dans certains pays. "Reste à savoir", écrit J.L. Harper (Cahiers des Ingénieurs Agronomes, 1976, n° 310), "si la culture idéale est celle qui tire plein avantage des meilleures saisons avec stockage des excédents pour compenser les mauvaises, ou si le producteur doit viser à la stabilité des rendements. La réponse à cette question peut varier de pays à pays, en fonction des facilités de stockage des excédents." Depuis plus de deux siècles, l'Europe Occidentale a choisi la seconde politique. Elle lui a prodigieusement réussi. Ce n'est pas une raison pour que tous les pays adoptent la même, et notamment les pays méditerranéens, où la politique traditionnelle était celle de Joseph, la première. La sécurité du stockage à long terme est un élément décisif de ce choix, dont dépend peut-être toute l'orientation de la production dans ces pays (variétés, techniques culturales, etc.).

*

Nota. Les références bibliographiques seront publiées dans un travail ultérieur.

QUELQUES TEXTES RELATIFS A L'EXISTENCE DE SILOS A GRAINS EN FRANCE

XVIE-XIXE SIÈCLES

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, p. 196. (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 faulsi 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'Espagne, 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, faulsi acheter 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.

Olivier de SERRES, Théâtre d'agriculture et mesnage des champs, Paris 1600, Lieu second, ch. VII, p. 136.

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 y porter & rapporter le bled. Pline tient telles fosses estre la plus asseuree maniere de conserver les bleds... (1)

RENEAUME, "Sur la maniere de conserver les grains", Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Année 1708, Mémoires de mathématique et de physique, pp. 63-86.

P. 74: Il se trouve dans le Quercy, país abondant en grains, certaines Carrieres de sable dans lesquelles on enfoiit 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 mesures 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 vuidier 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.

DUHAMEL DU MONCEAU, Traité de la conservation des grains, Paris 1753, p. 49.

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 pays, me paroissoit devoir être établie dans notre province(2); 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 espèce de citerne que les administrateurs de l'Hôpital de Paris avoient fait bâtir exprès...

"DELACOUR, Officier d'artillerie (...) au cit. Ballois. L'Orient, le 26 vendémiaire An XI", Annales de Statistique, III, p. 489.

... 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 terrains 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.

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, p. 20.

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...

Manuel des habitans de la campagne. Paris, Librairie Encyclopédique Roret, 1834, p. 190.

Conservation des fruits.

Chataînes. (...) On fait, dans la cave, une fosse relative aux chataînes à enterrer; on la garnit de paille; on la remplit de chataînes, 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 chataînes ainsi traitées se conservent parfaitement d'une année à l'autre. Cet excellent procédé est usité dans le département de la Haute-Loire.

Notes

(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).

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

SILOS SOUTERRAINS DANS LE TARN-ET-GARONNE

Par M. H. Bessac

Les silos sont nombreux dans le Tarn-et-Garonne, comme dans les régions avoisinantes. Au Fau (près Montauban) il y en a plusieurs dans chaque maison, quand ils sont connus. Il en est qui se remplissent d'eau. La plupart sont comblés ou recouverts. On n'en connaît qu'une partie.

La maison que nous habitons vient d'être remaniée en préservant la plupart des murs. Nous y avons trouvé, sur un espace où il y avait eu quatre feux, huit silos, dont six certains puisque nous les avons vidés. Sur la moitié de l'aire mise à nu environ: poterie, monnaies des XVe, XVIe siècles et post. Le village du Fau fut détruit par deux fois au cours des guerres de religion - du moins deux fois attestées.

Il ne semble pas y avoir de site préférentiel. Les silos sont à l'intérieur des maisons, mais par suite des nombreux remaniements il y en a sous les murs, dans les caves, les étables, etc. Tel silo qui hier était dans une habitation est aujourd'hui dehors, la maison étant refaite sur un autre emplacement. Deux autres se trouvent dehors encore, la masure étant démolie. Un autre trouvé en creusant une mare était près des bâtiments mais en dehors. Il y a encore ceux de Salvagnac et de Puygaillard, qui constituent des batteries de cinq et six - en plein champ, ce dernier près d'une butte.

Aucun des silos que j'ai vus ne comporte de traces de revêtement, margelle, couvercle. S'il y a couvercle, c'est un assemblage de planches relativement récent. Le seul cas que j'aie connu est d'ailleurs aujourd'hui détruit.

Une famille Cluzel ou Cruzel s'est éteinte entre 1900 et 1910; l'homme, fossoyeur et puisatier, aurait été un descendant de constructeurs de "cluzels", terme employé pour désigner les silos.

Le cusoul désigne un souterrain artificiel. La croso ou crozo est synonyme de tanière et réservée aux grottes ou cavités naturelles, de craouc, "creux". Pour désigner en patois une tête sans cervelle, on dit craouc como uno coujo, "creux comme une citrouille".

Nous pouvons cependant parler de mode de creusage, parce que nous avons trouvé à côté du premier silo, vidé puis recomblé par nécessité des travaux, un deuxième ouvrage qui présentait les mêmes caractéristiques, jusqu'à 0,50 m de profondeur, où il s'arrêtait, n'ayant jamais été achevé. Les parois de ces deux ouvrages ne comportent aucune trace d'outils. Ce qui frappe à leur vue: la forme d'abord; la régularité ensuite, qui évoque la poterie fine, tournée. Cette régularité, cette progression des diamètres jusqu'au centre aussi régulière que leur diminution et leur égalité jusqu'au fond sont remarquables.

La fosse II, commencée mais jamais utilisée, devrait présenter des traces de l'outil qui a servi à la creuser. Le fond devrait être pyriforme concave: il est irrégulier et convexe. Une mince saignée circulaire est au contraire plus avancée. Ce profil ne peut être obtenu qu'au couteau, entaillant la paroi en étant maintenu à distance par un lien comme un compas, ou encore peut-être guidé par un gabarit. J'opterais pour le premier procédé, fort simple et qui était connu dans l'Antiquité (*).

(*) "Les cercles magiques ou funéraires étaient tracés à l'arthaine", couteau consacré": Hauteceur, Mystique et architecture, 1954, Chap. I. Salin appelle "trousseau" une espèce de soc que l'on faisait évoluer en laisse, creusant ainsi des tranchées circulaires: ibid., t. II, p. 58. Cf. aussi Déchelette, La Tène I, p. 1028-31.

AFRIQUE DU NORD

Hirtius (César).- Belli Africani liber singularis, incerto auctore. Ed. par N.L. Achaintre et N.E. Lemaire, Paris 1820, p. 491.

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 subitum 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.

Thomas Shaw.- Travels, or observations relating to several parts of Barbary and the Levant, Oxford 1738, pp. 221-222.

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.

Rabah Chellig.- Vie du fellah et du pasteur algérien, Alger.

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 qx 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.

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 des 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 la matemoura est entourée 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 Vignet-Zunz.- Silos de l'Ouarsenis (Algérie). Sept.-oct. 1975.

(Ce texte est une réponse au questionnaire de la page 5.)

1) Les silos sont sous le seuil de la maison, ou dans la maison, ou hors des maisons... De préférence près des champs, et on laboure même par dessus pour les dissimuler aux voleurs.

On évite les terrains schisteux (l'eau passe) et les terres "blanches" ("bayada", terre calcaire lessivée): le grain reste intact mais devient "amer".

2) On fait d'abord l'ouverture, fum (= bouche), suffisante pour le passage d'un homme. Puis on creuse: diamètre d'environ 1,50 m (plus grand dans les plaines, dépend du volume des récoltes), et profondeur moyenne 2,50 m.

Revêtement: mélange d'argile, de paille très fine et d'eau. Cet enduit est passé à la main (iselağ, il enduit) pour bien boucher les trous, pour que la paroi soit bien lisse, afin que le grain ne s'y attache pas.

On remplit de grain jusqu'en haut, sauf environ 10 cm qu'on remplit de paille pour isoler le grain de la terre du bouchon. S'il restait un vide entre le grain et les planches, on l'entendrait en frappant le sol.

Les planches (= medran, comme pour le bois qui ferme une tombe) sont en genévrier, en cyprès, en cèdre ou en coeur de tronc de pin. Elles sont posées sur un cercle de pierres. On les recouvre ensuite de paille sur 5 à 7 cm, puis de 30 à 50 cm de terre. Le tout est soigneusement aplani, aucun tertre ne doit signaler la présence du silo.

L'ensemble du bouchon porte le nom de medran. Boucher, couvrir un silo se dit medernu-ha (ils l'ont bouchée); creuser le silo = yahfar el-maṭmora.

Si on le fait faire par quelqu'un, on lui donne 4 ou 5 doubles décalitres; 5 au maximum si c'est du blé, 8 si c'est de l'orge.

Un silo peut durer plusieurs générations si nécessaire. La terre enlevée au creusage est jetée à côté, et mariée à la terre avoisinante: pas de précautions ni d'utilisations particulières.

3) Pas de séchage au feu. Le séchage dure 4 ou 10 jours. L'enduit n'est pas une protection contre les insectes.

4) Le remplissage a lieu en été seulement (à la récolte). Si le silo est déjà prêt, on y met le grain directement depuis l'aire de battage, sans autre rite que de prononcer bismillah (au nom de Dieu). Le grain se tasse tout seul. Dès que le silo est plein, on le ferme sans attendre.

S'il n'y a pas assez de grain pour le remplir complètement, on couvre de paille, on laisse un vide, puis on couvre de planches, etc.

Pas de précautions spéciales d'étanchéité. L'eau ne peut entrer par le bouchon, si elle entre c'est par le fond. Il arrive souvent que de fortes

pluies fassent entrer l'eau par le fond: en moyenne, 40 % des silos sont noyés en hiver. Si l'on trouve son silo ainsi gorgé d'eau, il n'y a rien à faire jusqu'à l'été, on le referme. L'été, l'eau disparaît, on vide le silo, on sèche le grain au soleil, et comme il est aigre on l'appelle hamum (racine HMM, chaud). Ce grain est très apprécié pour le couscous, et se vend d'ailleurs plus cher que le blé ordinaire.

6) On peut laisser le grain dans le silo tant qu'on n'en n'a pas besoin, jusqu'à 5-6 ans...

Le grain au contact de la paroi est pourri sur 3-4 cm d'épaisseur (rachi); on le jette.

7) Vidage: idahar, il vide... Il faut un homme à l'intérieur avec un bidon, et un autre à l'extérieur. On prend soin d'enlever d'abord le grain du centre, pour ne pas enlever en même temps le pourri le long des parois. Quand le silo est à demi vidé, on pose un tissu sur le grain qui reste, et on verse dessus le grain pourri, qu'on jette ensuite sans avoir sali le reste.

Au moment de l'ouverture, le silo est "chaud" (hamia, fém.). On le laisse ouvert environ une heure pour qu'il "refroidisse" (tebred, fém.). Celui qui y entrerait avant, "la chaleur le tuerait" (el hummam iqtluh) sur le champ.

8) On enlève seulement la part nécessaire à l'alimentation pour 2 à 3 mois. Le blé en silo depuis plus d'un an ne sert plus comme semence. Actuellement on utilise moins les silos (sécurité), on met plutôt le grain dans des fûts métalliques ou dans de grosses jarres (habia) de terre séchée au soleil. Le blé s'y abîme moins que dans les silos, et peut même y rester 5 à 6 ans. (Cependant, les souris peuvent entrer dans les jarres.)

9) Les silos ne se louent ni ne se vendent. On en céderait un à un parent qui le demanderait.

10) On engrange dans les silos par sécurité: incendie, vol, animaux, et surtout guerres.

11) Silo = matmora (fém.), plur. mṭamer. Ensiler = ides ez-zra^c, i^cammar el matmora, iehzen... Pas de mot pour désigner un lieu où plusieurs silos sont rassemblés.

Autrefois, 3-4 hameaux ou petits villages (l'habitat est dispersé dans la région) groupaient leurs silos et y mettaient un gardien (cases), qui était payé avec une part du grain ensilé. L'informateur (50 ans) en a entendu parler, mais n'a pas connu cela.

12) Le silo ne sert pas de tombe (interdit). A servi de cachette pour les hommes pendant la guerre de libération.

On fait, sur le modèle des silos, des pièges pour le porc-épic (derban), d'un mètre de profondeur, qu'on creuse sur son trajet.

Il est très courant qu'on trouve plusieurs anciens silos quand on construit ou qu'on reconstruit une maison. Les légendes ont plutôt trait aux jarres anciennes qu'on trouve parfois dans le sol, et qu'on dit contenir des pièces d'or sous la protection d'un génie en forme de serpent.

13) Plus au Sud, sur le Haut Plateau du Sersou, où chaque famille récolte jusqu'à 400 et 600 quintaux, chaque paysan a 3 à 4 silos. Les jarres et fûts n'y suffiraient pas, comme dans l'Ouarsenis.

ITALIE

Charles YRIARTE, "De Ravenne à Otrante", Le Tour du Monde, 1877, II: 275.

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 par 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 dépôt 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.

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, pp. 541-655.

"Les cavernes, que la main de la nature a creusées dans les montagnes, furent les premiers greniers de la haute antiquité. Tandis que durèrent 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 particulières 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 habitans 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 sèche, 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 longtemps. 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 dépendoit 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 couvrait le tout de terre grasse humide, qu'on battoit à plusieurs reprises, pour la rendre plus compacte & empêcher l'eau de la pluie de pénétrer. Quand on étoit arrivé au niveau du terrain, 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 appelloit 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 couvrait 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, ou pisé, 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."

SHIH SHENG-HAN, A Preliminary Survey of the book Ch'i Min Yao Shu, Peking, Science Press, 1962, pp. 48-49.

"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 burry 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.