

A GENERAL REPORT OF UNDERGROUND GRAIN STORAGE EXPERIMENTS AT THE BUTSER ANCIENT FARM RESEARCH PROJECT

by Peter J. REYNOLDS
Butser Ancient Farm Project

SUMMARY

The purpose of this paper is to explain briefly the range of research, both past and current being conducted into the problem of understanding the prehistoric practice of storing grain in underground pits. The specific period in question is the British Iron Age, c. 750 B.C. - 43 A.D. The archaeological and documentary evidence suggests that some of the ubiquitous pits discovered on native Iron Age sites on the majority of the subsoil types in England were used for the bulk storage of grain. Experiments mounted to test this hypothesis have shown that it is a possible and, indeed, a successful method of bulk grain storage. Results also show that, even in the apparent hostile climate of Britain, grain stored in this manner retains a high level of germinability. The research programme includes the comparative testing of different types of pit lining and pit shape, employing the germination and mycological tests of the stored product and attending lining to determine success ratios. Finally the research programme is aiming to provide direct evidence from the experimental pits for the determination of function of archaeological pits.

This paper is concluded with a brief description of the Butser Ancient Farm Research Project, the range of its programme, its philosophy and achievements to date.

On the vast majority of Iron Age sites in England on all rock types the most common archaeological vestige is the pit. This is the basic evidence afforded by excavation and field work. However, the interpretation of this ubiquitous feature is remarkably complex. Over forty years ago the pit was actually regarded as a dwelling. The presence of bones and marks of burning within the lower layers of fill were argued to be the basic evidence of human occupation. The naïvety of this interpretation could so easily have been exposed if only the simple experiment of lighting a fire on the floor of one of these pits had been carried out. Even a small fire in such an environment generates sufficient heat to make simultaneous occupation quite impossible. That there are a large number of valid interpretation for these features is indisputable. The great range in their shape and size and the nature of filling material clearly attest to this. Similarly it would be unwise to interpret any of these pits as simple rubbish pits. The filling material recovered by excavation at best records the final functional phase only. The original function is most likely to be isolated by the close study of the wall structure of each pit viewed against a variety of different processes. In order to isolate the effects of such processes, either known examples must be analysed or experiments built to provide comparative evidence.

The determination of 'Iron Age rubbish' is in itself quite fascinating. The society at this time is based directly upon an agricultural economy. The rubbish forthcoming from such a society is inevitably organic beyond the virtually indestructible sherds of pottery. It is most likely that such organic rubbish rather than being thrown into a pit, was consigned to the midden and thereafter transported to the fields as manure. Indeed from the partial study of 'celtic fields' where the discovery of abraded sherds of pottery have been taken as evidence of manuring, it would seem that the 'hard' rubbish was also thrown away onto the midden. In fact, the great majority of pits are filled with rubble either deliberately or as the result of erosion. Where pits contain environmental material like carbonised grain it is likely to be the result of deliberate destruction of material in situ or the inclusion of adjacent rubbish at the time of backfilling. A third possibility is the abandonment of stored material which has rotted during storage.

The subsequent subsidence involved regular backfilling which produced the common 'tip-line' evidence recorded in section excavations.

Given the great variety of pit shapes and sizes many interpretations can be offered for their original function depending upon the direct and indirect evidence available. The storage and weathering of potters clay, clay puddling, storage of sling stones suggesting the pit as an arsenal, latrines, various cooking processes, water storage, ritual shafts indicating symbolic access to the Underworld, all of these examples are quite reasonable interpretations. Most of the pits eventually contained rubble and a surprising number of burials of one kind or another.

Further possible interpretations, including silage manufacture and meat preservation in salt, are the subject of experimental research programmes at the Ancient Farm. However, it was the work of G. Bersu at Little Woodbury in Wiltshire which prompted a fundamental change in attitude to the problems of pits. His views can be summarised as follows: Pits were for storage and not for occupation. Pits of a certain shape and size on the majority of Iron Age sites were for the storage of consumption corn. Such pits went sour after a period of five or ten years necessitating replacement. Consequently only a few need have been in use at any one time. A large number of pits on a site, therefore, may indicate a long occupation rather than a numerous population (Bersu, 1940). His interpretation made excellent sense of the material evidence and radically changed the accepted view of ancient British villages.

This vital change in approach is entirely dependent upon the critical examination of its validity. This interpretation of a pit has a fundamental bearing upon the questions of settlement, economy and population of the Iron Age. The status of an individual site, the interpretation of a whole economy and the computed population of the country can depend upon whether or which pits held corn.

The pits which Bersu isolated at Little Woodbury as storage pits were shaped as cylinders or beehives, barrel shapes and truncated cones. Their average capacity was 1 1/2 - 2 cubic metres. Figure 1 shows the section view of these four types, combining the latter three types into one since they share the common characteristic of a narrow opening against an increased capacity. These types are repeated again and again on a great range of Iron Age sites with huge concentrations in the defended hill towns like Maiden Castle in Dorset, Conderton Camp in Worcestershire and Danebury in Hampshire. At Danebury, for example, in one excavated area of 40 m x 40 m over two hundred such pits were discovered. Not all were contemporary since there were cases of one pit cutting into another but enough were free standing and of similar fill to suggest possible contemporaneity (Cunliffe 1976). While the above examples are from the chalk and limestone areas, many pits have also been discovered in the river valleys dug into the alluvial deposits and sand and gravel. These pits of necessity are cylindrical and usually much shallower averaging c 1.00 m deep. It is almost impossible to construct the alternative shapes in such rock types. The lack of wall collapse in these particular pits suggest that some kind of lining may have been used, perhaps rush matting or basketry. Such lining is well known from Neolithic pits in Egypt (Childe 1952) although it is most unwise to attempt drawing such a distant parallel.

The principal authority for grain storage in pits in antiquity is Pliny but he is writing specifically of Spain and the Mediterranean area. Varro also refers to the use of pits (*Siri*) in Cappadocia and Thrace and of straw bottomed wells (*putei*) in Spain. Interestingly enough Columella also refers to the practice but denies its value in « regions abounding in moisture » (*in nostris regionibus quae redundant uligina*) as that of his own neighbourhood near Rome. There the above ground granary was preferred. There is no reliable and clear reference to the storage of grain in underground pits in Early Britain. Indeed taking Columella's remark above and that of Tacitus in describing the climate of Britain as filthy, there is little documentary encouragement to credit Bersu's interpretation. In addition there is considerable reluctance on the part of modern farmers to accept that grain can be stored underground in this country at all. Yet it is Tacitus who provides us with a small glimmer of hope when he described the German practice of hollowing out cavities (*specus*) underground, filling them with stores and covering them with dung or refuse. These cavities were a protection against the winter and stores buried in such a way would escape detection by an enemy too hurried to seek them out. The implications of this reference are discussed below. The major observation at this point is the similarity of climate between Germany and Britain. The *specus* or cavity referred to by Tacitus is in all likelihood a pit like the examples described above. Excavation in Germany has revealed similar features to the British ones (Klemens 1967).

If one accepts, therefore, the archaeological evidence on the one hand and isolates Tacitus as a suitable documentary source, Bersu's interpretation and its implications require considerable attention and direct testing. The principal of grain storage in underground pits is not exclusively prehistoric nor does it belong to specifically primitive cultures. A brief summary of examples has already been recorded (Reynolds 1974). Indeed, the practice of storing underground grain and other foodstuffs is widely distributed both in time and geographical context.

But there is such a wide diversity of variables in terms of climatic zones and the use of modern materials which preclude any direct or accurate comparison with procedures adopted in the temperate European zone and specifically Britain in the Iron Age period. Consequently there are few options open to validate Bersu's interpretation beyond direct experimentation.

The prime purpose is to establish whether it is possible to store grain in an underground pit of a size and shape directly comparable to those excavated on Iron Age settlements. Dependent upon the answer to this question, further questions concerning the estimation of arable acreage, general economy and possible population computation follow naturally. More specific questions can be posed of the micro-environment of the pit during and after storage, reflections upon the comparative qualities of pit shape and size, traces of physical function that could be identified archaeologically and the characteristic behaviour of grain during storage and subsequent analysis of its food and germination qualities.

The scientific principles of grain storage in a pit are essentially quite simple. In a sealed container, grain will continue its respiration cycle using up the oxygen in the intergranular atmosphere and giving out carbon dioxide as its waste product. Once the atmosphere is sufficiently anaerobic the grain reaches a state of dormancy. Provided that the anaerobic atmosphere is maintained, the moisture content of the grain remains largely unaltered and a consistent low temperature which inhibits microflora activity prevails, the grain will store successfully for a considerable period. Inevitably the state of dormancy is unstable due to the activities of microflora, many of which are capable of flourishing in an anaerobic atmosphere and at a low temperature.

The variables involved in mounting an experiment to test adequately the hypothesis are considerable and it is vital that all such variables should be recognised and appreciated. Failure to do so will almost certainly invalidate the process. The object is to repeat as closely as possible the practice envisaged for the Iron Age.

The major variable referred to obliquely above is the climate. That of the present day, given the subtle variations that are inevitable, is thought to be decidedly similar to the climate in Britain in c. 300 B.C. From Tacitus's description of the weather the difference between the Mediterranean area and Britain is as marked now as it was then.

Subsequent variables are directly related to the micro-environment of the pit and the stored product. The archaeological evidence gives two basic forms, each of which must be measured against the other. In addition there are traces of wickerwork or basketry linings in some archaeological pits, consequently some investigation into lining types are necessary. As a storage unit the pit is a sealed container and the dung (*firmus*) mentioned by Tacitus could well be the sealing material or lid. However, cob lids have been recovered from an excavation (Cunnington 1923) and regularly clay deposits are identified in the fill material. Provided the plug is impermeable it is of relatively little consequence as to its nature.

The stored product on the other hand is not quite so simple to define. From the carbonised evidence the cereals of the Iron Age were predominantly Emmer (*Triticum dicoccum*), Spelt (*Triticum spelta*) and barley (*Hordeum sp.*). The basic difficulty beyond acquiring sufficient bulk of Emmer and Spelt is assessing the level of moisture content that would be commensurate with normality. General analysis of the moisture content of grain at harvest over the last ten years suggest an average of 16%. Assuming that in the Iron Age, since there is no evidence as yet for bulk drying of grain, it was normal practise to store the harvest with no further treatment, it would be reasonable to accept a moisture content of 16% as a constant value.

Before committing any kind of physical experimental programme it is absolutely necessary to conduct a proto-experiment in order to define the practical problems accurately. Before the grain storage research programme at the Ancient Farm these such proto-experiments were carried out. The first at Broad Chalk in Wiltshire on a base rock of chalk (Bowen and Wood 1968), the second on Bredon Hill in Worcestershire on a base rock of limestone (Reynolds 1969), the third at Avoncroft Museum, Bromsgrove, on a base rock of marl with subsidiary pits on a base rock of sand and gravel (Reynolds forthcoming).

These proto-experiments served not only to educate the experimenters themselves but also to isolate the best systems of data recovery, analysis and assessment. Thus it became possible to mount a major experimental programme. The constants adopted for this programme were as discussed above, a standard 16% moisture content for the grain to be stored and an acceptance of the basic climate. However, it became increasingly apparent that any comparison between one type of pit or pit treatment with another had to be contemporary. It is possible to compare one year storage results with another but then the weather is viewed as a variable. Further, it became quite clear from the proto-experiments that any major experimental programme had to run for a number of years in order to achieve statistical validity. The weather is a dominant factor within the storage programme and directly affects the performance of the stored product. Since there are quite considerable annual variations, the longer the programme the more acceptable are the results.

The monitoring of the micro-environment of the pit was also refined. The intergranular atmosphere and temperature are significant elements of the storage process. Yet the necessary equipment to obtain these data must not, in themselves, represent an unacceptable variable. For example, the early system of gas analysis for carbon dioxide content depended upon a sample of 600 c.c. and a back-titration analysis. This meant, for the smaller range of experimental pits the sampling process itself actually changed the atmosphere inside the pit over a period of six months. Subsequent analysis depends upon a sample of 100 c.c. being absorbed by a potassium hydroxide aqueous solution. Temperature determination by thermocouple was abandoned in favour of the more accurate thermistor probe. The chrome-alumel thermocouples proved unstable when subjected to the sealing processes involved.

Testing of stored product for edibility was also refined. The initial germination tests were further supported by mycological examination of both the grain and surface area of the pit wall or lining before and after storage.

An interim report of this experimental programme has already been published (Reynolds, 1974) and a final report will be published in early 1979. Within the scope of this present paper any detailed analysis other than by typical example is precluded by lack of space. A summary of the results, however, and a brief discussion of the implications of those results is of signal importance.

The results from the three sets of proto-experiments which examined the initial question of whether grain could be stored in an underground pit in the British climate provided beyond all reasonable doubt an affirmative answer. It was further learned that because grain storage required a consistently low temperature in order to inhibit mycological activity the winter period was the most likely storage period. Within an agricultural cycle it seems to be the most difficult period for bulk storage of a product and the pit provides an ideal solution as opposed to an above ground structure.

Indeed the granary as a structure is virtually impossible to isolate in a pre-Roman Iron Age context. The insular style of domestic building was the round-house. However, a large number of groups of four post-holes which have a clear rectilinear plan have been interpreted as granaries. The average ground area of these structures is some 8.75 sq.m. This interpretation, especially in terms of the experimental pit storage results, is rather unsatisfactory. It was the Roman experience that domestic granaries required great care in their construction (Columella 1.VI.93) and the resultant complex building would leave considerably more archaeological material than a pattern of four post-holes. An alternative could be the granary set up off the ground in a similar manner to the Roman military granary commonly found in the frontier provinces. However, there would similarly be a different pattern of evidence comprising massive post-holes to sustain timbers capable of supporting such a structure. A granary within which grain is stored loose must have walls strong enough to resist a pressure of two-thirds of the weight of the stored grain. Thus a structure 2.5 m x 3.5 m x 2.0 m must have walls capable of resisting a thrust of approximately 8 tonnes. The Romans found it necessary to introduce buttresses to support the walls of the military granaries and unless one imagines some spectacularly strong structure based upon puny supports the overhead granary on this evidence is hardly credible.

However, this begs the real question of function. If the pit is an underground granary, is it possible after the impermeable seal has been set in place and the carbon dioxide gas built up to a satisfactory preservative level, to open up a pit and remove a quantity of grain for domestic consumption? This was tested empirically (Reynolds, 1969) and found to be most detrimental to the stored grain. Opening the pit broke down the carbon dioxide concentration and admitted oxygen. The regeneration of the gas after resealing increased the loss of grain to an unacceptable level. But what quantities of grain were actually required by a domestic family unit and indeed does the pit represent a domestic store chamber? The Celts enjoyed a mixed diet and it is virtually impossible to calculate the farinaceous content of that diet. By comparison with other societies one may make an estimate of an individual annual requirement being approximately 100 kilos of flour. One tonne would be adequate, therefore, for a group of ten adults. The capacity of the average storage pit, however, is well in excess of one tonne. The only real alternative to removing small quantities at a time which is undesirable is the removal of all the stored grain and its immediate utilisation. Given the relatively small quantities required on a day to day basis and the small storage capacity necessary, it is not unlikely that the best part of a tonne could be kept in a wooden container or chest within the domestic house. Such a quantity would be more than adequate even for the postulated extended family. This practice has been observed by the author in the *pellozas* of Lugo province in northern Spain. There the flour and bread chest even has a traditional place adjacent to the hearth.

In addition in a number of excavations of Iron Age round-houses, large jars have been discovered sunk into the ground so that their tops are flush with the ground surface. Some have contained carbonised grain. This kind of feature may well represent the domestic store of flour and obviate the need for any other kind of container. The capacity of these jars was some 30 - 40 kilos of flour. The advantages of this domestic system can be directly compared to the large *pithoi* in Crete which were similarly sunk into the ground and thus did not limit floor or ground area.

It certainly supports the logical theory that sufficient consumption grain was kept within the domestic unit.

The proto-experiments indicated that an alternative reason other than the storage of domestic consumption grain needed to be preferred. The storage pits, if such they are, argued for bulk storage on a massive scale. The results further argued that since domestic consumption of the stored grain was unlikely any population computation based upon pit capacity was probably invalid.

There are two factors which offer a potential solution. The storage process itself depends upon the grain adjacent to the pit walls and clay seal germinating and producing carbon dioxide. This gas successfully preserves the grain during storage and more importantly does not necessarily impair the general germinability of the grain. Consistently high germination figures have been achieved from the experimental pits. The bulk storage, therefore, rather than being consumption material may rather be seed grain.

The second factor is the well known classical reference that the Britons exported grain to the continent. Given the longer growing season required by the prehistoric cereal varieties and the consequent late harvest it would have been exceedingly difficult to collect together, transport to the coast and embark large quantities of grain before the bad weather began. By the October equinox the channel was hardly the place to be with a sail-powered cargo boat full of grain. The massive concentration of pits especially in settlements near a coast, therefore, could well represent a warehousing facility for seed grain over the winter for export in the following spring. The spring in England is traditionally earlier than the continent. The inland settlements, on the other hand, could represent similar warehousing facilities but for the internal distribution of seed grain, and, of course, consumption grain for the following summer prior to the succeeding harvest.

As yet it has not proved feasible to set up a long term experimental storage pit at the Ancient Farm although a sequence is planned for 1978 involving five similar pits, one to be recovered annually from 1979 onwards. Although Pliny refers to the successful long term storage of grain in pits for the mediterranean area it has yet to be proved for the lowland areas in Britain. It would seem to be unlikely since the rise in ground temperature in the summer period is quite considerable. Such increases in temperature levels are prone to increase mycological activity to an unacceptable level.

The proto-experiments have been followed by a full-scale experimental programme at the Butser Ancient Farm. Using all the developed techniques including aspiration tubes for gas analysis sampling and thermistor probes for accurate temperature recording, since 1972 a complex research scheme has been in operation.

The fundamental purpose of that scheme is to isolate the conditions under which a grain storage succeeds or fails ; to determine precisely what happens within the stored product of pit with reference to the weather pattern during the storage period ; to examine both the stored product and the pit wall mycologically before and after storage to determine edibility levels and to predict a potential life span ; to record the germinability of grain after storage ; to compare contemporaneously different types of shape and lining materials as evidenced by archaeological data ; to isolate any evidence occasioned by the function of grain storage on the pit wall in unlined pits and remanent evidence from linings in lined pits ; to determine whether a pit has a terminal life and if so, why.

A section drawing of a typical storage pit can be seen in Fig. 2. It was found during the proto-experiments that it was possible to reduce the scale of an average sized pit by one half and its capacity to one eighth since the behaviour pattern of the grain was exactly similar. The basic difference lies in the loss rate of germinated grain being proportionally higher by virtue of the increased wall area to capacity.

The lining types so far examined include clay lining, basketry, cleaned and not cleaned pit walls, firing prior to and immediately after storage and completely unlined pits. The cylinder and beehive shapes have similarly been compared and used as a control since they were made to the actual size (See Fig. 1). Finally a control pit contained within a reconstructed round-house has been used throughout the programme.

Throughout the experimental programme except for one instance the stored grain has been modern barley. In small scale tests its shape, weight and presumably behaviour pattern are exactly similar to the prehistoric barley. The exception was the storage of Emmer wheat in the ear in three unlined pits in a marl subsoil in 1972-1973. These pits were entirely successful with less than 1 % loss through germination within the pit in the production of carbon dioxide. The germinability of the Emmer wheat after storage resulted in a mean value of 92 %.

The results from the programme to date make a number of new and fundamental contributions to our understanding of the Iron Age economy in Britain. It is possible to store grain in underground pits quite successfully during the winter provided that the rainfall does not saturate the rock and thereafter penetrate the grain body. It is undesirable to increase the general grain water content by more than 1 % or 2 % over that at the time of filling. Throughout the grain was stored at an initial moisture content of 16 %. Thus in 1972-1973, 1973-1974, 1975-1976 grain stored successfully. In 1974-1975 the winter was excessively wet and the chalk rock became saturated

and allowed lateral movement of water into the pits. This caused the moisture content of the grain to increase enough to produce severe moulding in many of the pits. Spontaneous heating took place in a pit when the moisture content of the grain exceeded 24 % and the maximum carbon dioxide level remained less than 33 %. The combination of increased carbon dioxide levels in excess of 33 % and moisture content allowed the development of up to 10^8 yeasts whereas aerobic spoilage fungi were inhibited. Anaerobic condition within a pit with a maximum of 45.4 % of carbon dioxide preclude spoilage by *Penicillium* and *Aspergillus* species and yeasts become dominant. Thus grain can remain edible although germination is severely inhibited to as little as 28 %.

It was found that the beehive shaped pit was less wasteful of grain and enhanced a more even carbon dioxide and temperature pattern than the cylinder shaped pits. Indeed with regular cleaning between storage periods and the natural erosion process cylinder pits tend to be transformed into beehive shaped pits. Given the economic advantage of the latter shape it is reasonable to suggest that deliberate manufacture was not uncommon in the Iron Age. Although both shapes are discovered seemingly contemporary in date.

The different linings examined empirically had little effect on the storage qualities. Basketry linings tended to provide an ideal environment for fungi but not sufficient to distort the storage programme unduly. In addition basketry had an extremely limited life extending at most into three seasons. Firing a pit had no significant effect upon the fungi during the storage period but the process did carbonise grains remaining in the interstices of the chalk walls. It also had the effect of destroying the shape of a pit by burning away the chalk blocks back to natural major fault lines. Given the archaeological evidence of carefully shaped pits it is most unlikely that pits were fired in the Iron Age. Lining a pit with clay had no direct effect on the colonisation of the grain by fungi during storage. It did, however, inhibit the lateral movement of water during the wettest season experienced in 1974-1975. Similarly the removal of algae (*Chlorella ellipsoidea* & *C. vulgaris*) which naturally colonises the pit walls during the summer had no beneficial effect whatsoever on the grain storage.

Fundamentally important to the storage process is the efficient top seal of clay to prevent the entry of rain and the escape of carbon dioxide. Any malleable and impermeable substance is suitable for this purpose including animal dung, cob or daub.

Successful storage can be ensured by placing the storage within a structure. In all seasons the unlined pit set inside the reconstructed round-house has stored extremely well. The grain has consistently achieved a high germinability and did not deteriorate as a result of fungal colonisation.

Finally there is no reason to suppose that the functional life of a pit is in any way limited. Provided a balance of the essential factors for successful storage is maintained there is no evidence to indicate a potential terminal life. It is only in seasons like 1974-1975 when the storage fails because of excessive rainfall that the resultant mass of mouldy grain might appear to be a deterrent. In reality the pit is quite innocent as its successful re-use the following season proved. One might suppose that a pit could be abandoned for this reason but it would be a decision based entirely upon visual reactions. If this happened then any theory seeking to establish an estimation of Iron Age population should not include pits in any way in its basic calculations.

Throughout the experiments, storage has been generally successful with a high average germinability approaching 90 %. Edibility as evidenced by the mycological tests has similarly been the norm except for the exceptionally wet season of 1974-1975.

As for the detection of pit function from the effects of a process it has been observed that repeated annual cleaning involving the scraping away of algae and the subsequent germination of the grain around the margins of the pit when the rootlets seek a hold on the chalk rock, the rock surface has been quite markedly smoothed off. Using this observation, the author has seen similar surfaces on a number of excavated Iron Age pits. While not a positive identification in itself it does add another weapon to the depleted armoury of interpretation.

One major implication of the research results presented above where bulk storage capacity is taken for granted is the potential yield of prehistoric cereals from a given acreage. There is the further complication presented by the possibility that grain was stored in the ear. The above experiments with one exception have concentrated upon using threshed barley. Inevitably the experiments have validity but this does underline the need for further detailed experiment.

Recent work at the Ancient Farm has shown that the yields of Emmer wheat and Spelt wheat grown in a research context with the correct competitive weed flora have averaged over 1.7 tonne per hectare. Not only is this figure favourably comparable to yields of the early twentieth century but it also suggests that the product of one hectare will fill, in threshed form, more than one pit and if stored in the ear will fill at least three pits. Certainly these yield figures in association with the latest field research which indicates a dense population of Britain with intensive land domination and exploitation make credible the bulk storage facility offered by the large numbers of pits.

One final implication that remains is not for the Iron Age but for the Neolithic period in Britain. On a large number of sites small pits have been found similar in capacity to the small experimental pits. These are generally designated as storage pits. The present research programme suggests that such pits may well be usable for grain storage purposes but further direct experimentation is necessary because the shape of the Neolithic pits is fundamentally different. They are similar to an inverted cone with a rounded point. Thus their shape is diametrically opposed to the most successful Iron Age beehive shape. Again a small research programme into the efficiency of Neolithic pits is planned by the author for 1978.

Peter J. REYNOLDS. December 1977

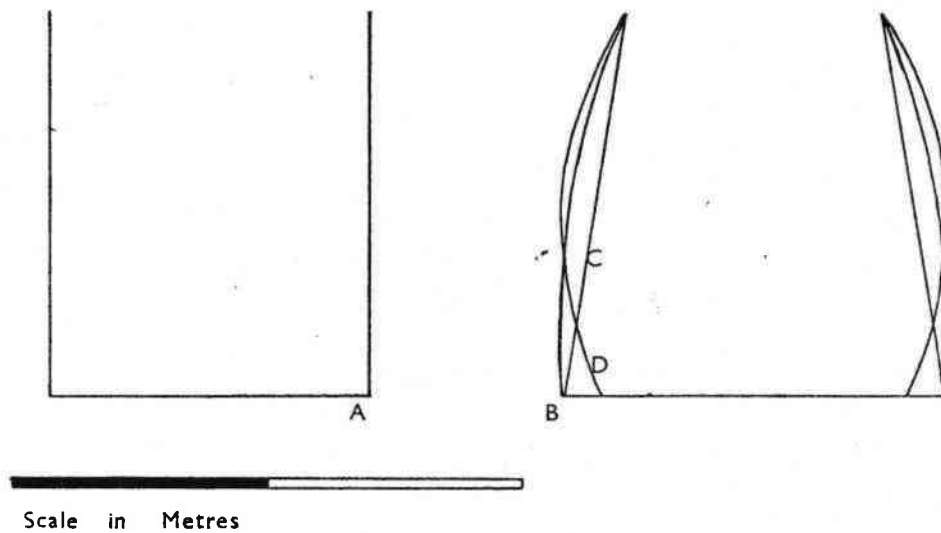


Figure 1 - Standard pit shapes

APPENDIX A

THE THEORY OF EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY

Experimental archaeology can be sensibly claimed to be fundamental to the progress of archaeological thought and practice. Especially is this so with relation to prehistory and excavation technique. In fact, experiments have been conducted for as long as archaeology has been practised but it is only relatively recently that the experiments have been subjected to rigorous scientific controls. As a general description Experimental Archaeology is an umbrella term like geography or even archaeology itself. It embraces quite properly activities and studies ranging from mycology to model building, cultural anthropology to thermodynamics.

In basic terms it seeks to ask the questions of « how » and « why » of the « what » that is recovered by excavation and field work. In the examining process it is often necessary to borrow techniques from a multitude of different disciplines but only in so far as those disciplines are applicable. A great danger is presented by the over-application of a technique beyond the limits of the available evidence and question involved. For example, there is always the attractive invitation offered by the techniques of modern geography to apply « landscape interpretational modes » which, within the present acquisition of data from prehistory, cannot be logically supported.

Experimental archeology is most easily understood when presented in the form of a scientific formula. The formula consists of four elements. Initially and of the greatest importance is the archaeological date. The raw evidence achieved by excavation and fieldwork supplemented only too rarely by fragmentary documentary sources. The second element of the formula consists of the interpretation of that data, the explanation offered by the excavator of the material recovered. The explanation, in reality, is only an hypothesis based upon the specific site evidence and comparable material from elsewhere. It is a matter of growing concern that the majority of excavation reports are, in fact, the presentation of an hypothesis and not the record of an excavation containing detailed information about and description of the data recovered. The present situation in archaeology, lack of finance and forced salvage operations, is serving to produce more and more such hypotheses unsupported by accurately recorded data. It is of vital consequence that such data be recorded in order to allow the possibility of re-interpretation. Total excavation is total destruction. The archaeologist is in an even safer position than the doctor. At least there is the possibility of exhuming the latter's mistakes. It has been said that excavation is the examination of a site cubic centimetre by cubic centimetre. The assumed second half of that statement is clearly - « and should be similarly recorded cubic centimetre by cubic centimetre ».

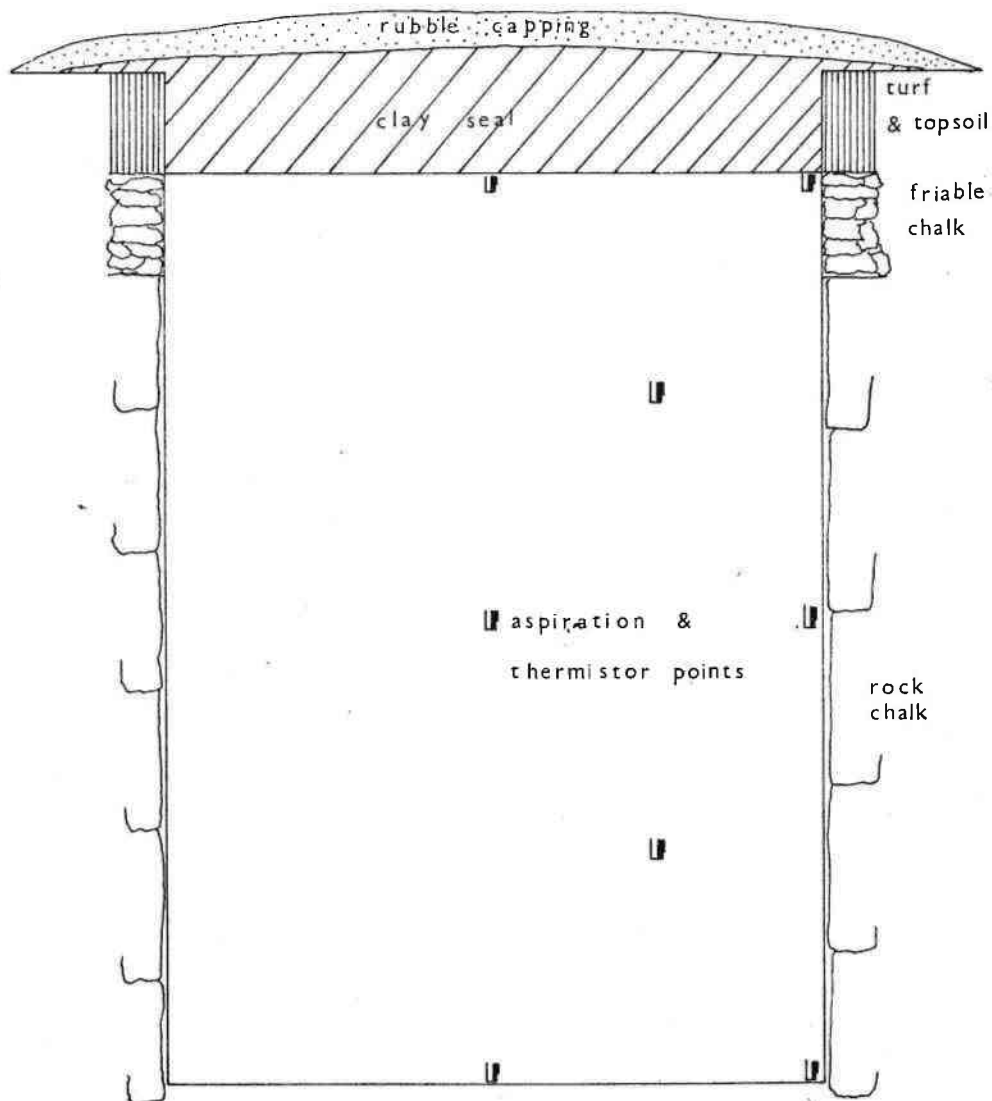
The logical third element of the formule introduces the experimental phase. The hypothesis offered by the excavator should be subjected to rigorous empirical testing, ideally at a one to one scale. The purpose is to assess the validity of the hypothesis. It must be emphasised that one is dealing only with validity and invalidity, not historical truth. Indeed, historical truth is a concept difficult to accept even with documentary source evidence. The major value of experimental work is the establishment of probability. More often than not experiments prove a negative rather than a positive.

The test of hypothesis validity depends upon the comparison of the fourth element, the experimental data with the first element, the excavated data. If there is adequate agreement between these data the hypothesis can be accepted as valid, if not, the hypothesis is invalid.

The formula, therefore, is cyclical and can, in fact, be started at any point. For example, the modal builder invariably begins at the hypothesis stage, the model is the experiment and the data produced is the standard against which the archaeological data is to be measured. Similarly one can hypothesise a process that « must » have happened although there is no archaeological evidence as yet. In this way, by providing « comparanda », the experimenter is focussing attention upon details which may exist but have previously not been recognised or even seen.

The range of experimental work is considerable and the application of the basic formula outlined above are virtually infinite. However, one significant factor that emerges from all experimental work is the inadequacy of the prime data, both the method of its acquisition and the system by which the acquisition is recorded. It is of great importance to recognise that archaeological data as achieved represents its final functional phase and the information present, especially in the case of a pit, may bear no relation to its original function whatsoever. Similarly it is of little value to concentrate upon artificial, whether it be decorative brooches, the province of the art-historian, broken tools or animal bones if the structural evidence is ignored. In this situation one counts as a structure post

holes, pits, ditches, gullies and any feature which is cut into the ground. Physical evidence like stone walls and timber beams are accorded the minutest of inspection and recording details but the post-holes or pit is regularly regarded as the repository for « rewarding artifacts » with little or no attention paid to its structure. Yet the wall of a pit may well provide the ephemeral traces of evidence which would explain its prime function. It is the close scrutiny of the minutiae which will facilitate improved interpretation. It is only when the micro-situation is under control that any attempt may be made to understand the broad picture.



UNLINED UNCOVERED GRAIN STORAGE PIT 1972-73
LITTLE BUTSER

Scale in Decimetres

Figure 2 - A typical experimental pit

APPENDIX B

THE BUTSER ANCIENT FARM RESEARCH PROJECT

The principles outlined in Appendix A represent the underlying ethos of the research programmes at the Butser Ancient Farm Research Project. This project, unique in British and world archaeology, seeks to reconstruct and work as a full-scale economic unit an Iron Age farmstead dating to approximately 300 B.C. The pilot scheme of this project was set up in 1972 under the control of the Ancient Agriculture Committee, a joint committee of the British Association for the Advancement of Science and the Council for British Archaeology.

In reality it is a huge open-air scientific research laboratory devoted to the study of prehistoric agriculture and archaeology. Each of the experiments being conducted at the Ancient Farm stands as a single unit. In due course, however, all these individual units can be taken as the integral and inter-acting elements of an overall picture. Inevitably the date of 300 B.C. is purely arbitrary since the remit of the research must embrace all the periods of pre-history and include specific study of Romano-British agriculture as well.

Initial funding for the project was provided by the Trustees of the Ernest Cook Trust. Currently the project is supported by the Leverhulme Foundation. The land area, approximately 57 acres comprising a spur and adjacent valley to the north of Butser Hill in Hampshire was provided by the Hampshire Country Council.

Since 1976 a demonstration area for the Ancient Farm has been constructed in order to show to the public, schoolchildren and students the results of the research programmes at the Farm. The major element of the demonstration area is the reconstruction of a huge Iron Age Round-house (Plate 1). A small enclosure bounded by a ditch and bank is flanked by fields and paddocks. The prehistoric cereals and plants are grown here and a number of the farm animals are also exhibited. Again many of the elements of this demonstration are themselves direct experiments.

BIBLIOGRAPHIE

- BERSU (G.), « Excavations at Little Woodbury, Wiltshire » *Proceedings of Prehistoric Society* 6. (1940) 30-111.
- BOWEN (H.C.) & WOOD (P.), « Experimental storage of corn underground and its implications for Iron Age settlements ». *Bulletin n° 7*, Institute of Archaeology, University of London, 1968.
- CHILDE (V.G.), *New Light on The Most Ancient East*, 1952. 35-7.
- COLUMELLA, *R.R.* I, VI. 16.
- COLUMELLA, *R.R.* I, VI. 13.
- CUNLIFFE (B.W.), « Danebury, Hampshire. Second Interim Report on the excavations 1971-5 ». *The Antiquaries Journal*, 56. Pt. II, 1976, 198-216.
- CUNNINGTON (M.E.), *The Early Iron Age Inhabited Site at All Cannings Cross Farm, Wiltshire*. 1923, 61.
- KLEMENS (W.), « Eine Siedlung der vorrömischen Eisenzeit bei Sünninghausen », *Heimatkalender Kreis Beckum*, 1967, 33-8.

PLINY, N.H. XVIII 306.

REYNOLDS (P.J.), Experimental Iron Age Storage Pits - An Interim Report. *Proceedings Prehistoric Society* 40, 1974, 118-131.

REYNOLDS (P.J.), « Experimental in Iron Age Agriculture ». *Trans. Bristol & Gloucs. Archaeological Society*. 88, 29-33, 1969.

REYNOLDS (P.J.), *Farming in the Iron Age* Cambridge University Press 1976.
« Experimental Archaeology and The Butser Ancient Farm Research Project in The Iron Age in Britain »
Ed. J. Collis. University of Sheffield 1977.

TACITUS, *Agricola* 12. 3.
Germania 16. 4.



Figure 3 - Reconstruction of a « Celtic Manor House » at the butser ancient farm demonstration area.

DISCUSSION

- G. CAMPS - Une précision pour les collègues peu habitués aux chronologies : soyons très prudents, quand on dit Age du Fer ; en réalité 300 ans av. J. C. nous ramène à l'extrême fin de la Protohistoire et c'est plus exactement l'époque dite de La Tène, parce que l'Age du Fer a commencé 700 ans auparavant. C'est encore l'Age du Fer, mais c'est la partie la plus proche de l'Histoire, La Tène I et II.
- J.P. DIGARD - Vous avez imaginé deux hypothèses : 1) les résultats sont en accord avec les matériaux archéologiques, dans ce cas vous concluez que les interprétations archéologiques sont bonnes ; 2) vous dites « les résultats expérimentaux ne sont pas en accord avec les hypothèses archéologiques et vous concluez dans ce cas : les hypothèses des archéologues sont fausses... Mais ne peut-il y avoir une 3ème hypothèse : votre processus expérimental serait faux lui aussi ?
- P. REYNOLDS - Dans son principe, l'expérimentation implique la vérification directe d'une hypothèse. Dans la mesure du possible, compte tenu du faible taux de récupération qui est généralement celui de la fouille archéologique, il s'agit de faire servir les données recueillies à l'élaboration d'une hypothèse. Le terme interprétation est peut-être trop fort parce qu'il suppose que la théorie proposée est correcte : le terme hypothèse laisse davantage de latitude pour modifier ou repenser le problème. Pour tester une hypothèse, on met sur pied une expérience spécifique, qui par elle-même ne doit pas impliquer d'autre hypothèse. Il faut donc que la réalisation de l'expérience obéisse aux règles scientifiques les plus rigoureuses, et, en particulier, qu'elle soit reproductible. L'essence de cette approche est en effet de répéter l'expérience un nombre de fois suffisant pour être statistiquement significatif. Le protocole expérimental doit être compatible avec les faits archéologiques connus, et une fois déterminé, doit être respecté jusqu'au bout. Si des faits nouveaux apparaissent dans l'intervalle, il est clair que le protocole expérimental doit être modifié en conséquence. Les résultats d'une expérience ne peuvent que valider ou invalider une seule hypothèse : une nouvelle hypothèse exige évidemment une nouvelle expérience.
- J.P. DIGARD - On peut donc dire que c'est une procédure de vérification.
- G. AUMASSIP - Mais dans quelle mesure peut-on vérifier une hypothèse qui est émise à partir d'un certain nombre de données qui sont des données incomplètes ? Par conséquent au moment de la vérification, on introduit de nouveaux facteurs qui ne sont pas forcément des facteurs archéologiques. Je ne vois donc pas comment on peut dire que l'hypothèse n'est pas vérifiée puisqu'il y a intervention de nouveaux facteurs.
- P. REYNOLDS - Pour avoir quelque valeur que ce soit, une hypothèse doit être compatible avec les données de base disponibles. Une hypothèse partielle signifiera inévitablement une expérience partielle. Tout facteur nouveau introduit dans l'expérience occasionnera une réévaluation des données archéologiques.
- M. GAST - Avez-vous, dans les différentes expériences que vous avez faites, analysé les acides aminés des grains, en bordure des parois, au milieu, en haut, en bas des silos, pour juger leur valeur nutritionnelle ?
- P. REYNOLDS - Les teneurs en protéines du grain pendant son stockage en silo n'ont pas encore été mesurées. Je reconnais que de telles mesures seraient significatives en termes nutritionnels, mais

il vaudrait mieux les appliquer à une étude directe de l'épeautre et de l'amidonner. Les qualités génétiques des céréales préhistoriques ont pu changer, et ma réponse n'est qu'indicative. Les teneurs en protéines mesurées au cours des essais de semis et de rendements suggèrent les niveaux suivants :

- amidonnier : 20 % de protéines par gramme de poids sec ;
- épeautre : 19 % " " "
- engrain : 18 % " " "

Les teneurs en protéines dépendent effectivement de la nature du sol et de sa qualité relative. Dans la série des acides aminés, la lysine fait défaut chez les céréales. Elle se trouve en abondance dans le poisson.

- M. GAST - Je voudrais aussi signaler à Sigaut un point sur lequel je ne suis pas d'accord quand il cite dans son rapport un compte rendu de Vignet-Zunz : c'est lorsqu'il dit « on jette le grain qui est sur les parois ». En fait, on ne jette pas le grain, on le donne à manger aux animaux à la rigueur s'il est fermenté et non consommable pour les hommes. Mais on prend, dans l'épaisseur du grain qui est agglutiné en plaques, la partie intérieure, on la lave, on la sèche et on en fait un mets qui est une friandise. Je voudrais me retourner vers mes collègues de Tunisie, S. Ferchiou et A. Louis, pour savoir s'ils connaissent, chez les sédentaires et semi-nomades du Sahara, des recettes alimentaires fabriquées avec ces grains. Donc ces grains qui apparemment devraient être jetés peuvent être réinsérés dans l'alimentation et deviennent un plat particulier très apprécié. Sur le plan biochimique il serait intéressant d'analyser ces graines pour en apprécier la valeur nutritionnelle.
- F. SIGAUT - Dans les expériences de P. Reynolds, les grains qui adhèrent au silo sont des grains germés. Dans le cas dont vous parlez, ce sont des grains qui fermentent et qui ne germent pas, donc les conditions sont différentes, et la différence est importante.
- C. LEFEBURE - Avez-vous envisagé le rôle des insectes, charançons, vers ? C'est l'un de ces facteurs dont il sera toujours possible de vous reprocher d'ignorer dans quelle mesure vos expériences les reproduisent. Il y en aurait bien d'autres. L'observation contemporaine montre que par exemple les Berbérophones du Maroc ajoutent au grain ensilé de faibles quantités des ingrédients les plus divers. Or que sait-on des propriétés de ces ingrédients au sein du micro-écosystème silo ? Et que sait-on de ces usages à l'Age du Fer ?
- P. REYNOLDS - Le grain qui touche les parois du silo commence effectivement à germer. Ce processus produit de l'acide carbonique. Une fois qu'il s'en est dégagé assez pour inhiber la poursuite de cette croissance, il s'établit un état d'équilibre anaérobie dans l'atmosphère intergranulaire. C'est seulement lorsque le silo est noyé par l'eau qu'une fermentation peut avoir lieu. Même alors, elle est freinée par les basses températures et par l'absence d'oxygène. L'infestation par les insectes a été pratiquement nulle. L'atmosphère de gaz carbonique inhibe la majeure partie de l'activité des insectes.
- G. CAMPS - Je voudrais déborder le cadre un peu étroit de l'Age de Fer proposé par P. Reynolds, que je me permets de féliciter de cette argumentation très abondante et très précise due à son expérimentation technique, mais en ce qui concerne une agriculture proprement préhistorique antérieure donc à l'Age du Fer, les éléments ne sont pas, bien sûr, tout à fait comparables. Il est un point sur lequel je voudrais insister, c'est que l'agriculture est liée dès l'origine aux problèmes de conservation. Car c'est l'avantage premier de l'agriculture que de pouvoir assurer une réserve d'alimentation. Mais nous devons faire attention à une chose, c'est que le rendement agricole des périodes primitives était extrêmement faible et que par conséquent cette conservation, toute importante soit-elle, ne nécessitait pas des capacités comparables à celles que l'on peut connaître à l'Age de Fer. Je dirais d'ailleurs que même pour l'Age du Fer vous avez fait des expériences de culture d'engrain, mais j'ai été un peu surpris par l'image que vous

nous avez montrée de cette magnifique moisson avec des épis très proches les uns des autres. Je doute que les Celtes ou les Britanniques du III^{ème} siècle aient eu des champs avec des épis aussi rapprochés et aussi beaux que ceux que vous avez montrés, mais enfin c'est un détail... Il est un fait, c'est que les formes de silos, cylindriques, donc ayant une profondeur plus grande que la largeur, ou a fortiori les silos à épaulement, n'apparaissent qu'à l'Age de Fer. Antérieurement on n'a pas la certitude d'existence de tels silos. Si je prends le cas d'une des premières civilisations agricoles européennes, celle que l'on appelle le Néolithique danubien, qui a couvert toute la vallée du Danube, l'Europe Centrale, la Belgique, la France du Nord, et qui a même débordé dans les Iles Britanniques, qui est manifestement une civilisation déjà paysanne - il ne s'agit pas d'un début d'agriculture, c'est une agriculture implantée - eh bien ! nous n'avons pas de fosse de ce type. C'est un problème, alors que dans ces villages néolithiques, comme à Bilany en Tchécoslovaquie, on connaît des fosses en relation avec les demeures mais ce sont des fosses à très grandes ouvertures et on a même pensé que généralement ces fosses étaient des zones d'extraction des limons (puisqu'on est dans le loess) ayant servi à faire le torchis des habitations et qu'ensuite on élevait même des cochons dans ces fosses dans lesquelles on jetait les détritiques : c'est une hypothèse. Et vous savez, comme vous l'avez dit, que les archéologues font beaucoup d'hypothèses !

En revanche, pour toute cette agriculture primitive, non seulement pendant le Néolithique mais je pourrais dire même pendant le Chalcolithique - à l'époque des campaniformes - ce que l'on voit se développer, c'est l'abondance de très grandes poteries qui ont certainement servi à ce moment-là de silo portatif, de récipients qui, à mon sens, étaient vraiment la réserve de céréales, la réserve de grains. Et on a des preuves archéologiques d'ailleurs que ces grandes poteries conservaient des grains puisqu'on en a trouvées contenant des grains oxydés ou carbonisés.

Voilà ce que je voulais dire en ce qui concerne ces silos cylindriques ou à épaulement. Je devrais ajouter que même les formes à épaulement ne sont pas nécessairement des silos. Vous avez dit tout à l'heure quelque chose qui nous a fait bondir, Mlle Aumassip et moi : « on ne s'occupe pas de ce que contiennent les fosses, mais de leur forme ». Or dans le Chalcolithique espagnol on a des tombes ayant servi indubitablement de sépultures et qui sont des sépultures dès l'origine et ayant ces formes :

- Acebuchal - Andalousie (petits puits en terre sèche et communiquant avec d'autres hypogées) ;
- en Afrique du Nord (même forme avec chambres communicantes) ou alors carrément la bouteille : La Moricière (Oranie), Kléber (Oranie), aux Trembles (Sud d'Oran).

Elles ont pu servir antérieurement de silos à grains, mais là, en plein Chalcolithique nous avons des sépultures qui ont des formes de silos et qui ne sont pas des silos. Je crois donc que nous devons relativiser en quelque sorte la morphologie, non pas lier étroitement la morphologie et la fonction. Deuxième point sur lequel je voudrais intervenir aussi : le rôle du silo souterrain. Il y a là des choses qui me tracassent un peu... Quand on est dans des pays secs comme l'Afrique du Nord ou le Proche Orient, on dit « le silo souterrain c'est très commode puisque le sol est sec et donc les grains vont bien se conserver dans ce sol sec ». Et puis quand on est en Angleterre on dit « comme l'air est très humide on conserve les grains dans le sol ». C'est vrai, seulement je crois que la principale raison - et là je reviens sur une phrase dans le rapport de M. Sigaut - je crois que la principale raison des silos souterrains, est différente : c'est une réserve, bien sûr, mais une réserve cachée, qui n'est pas visible et, dans la mesure où l'on peut avoir justement ses réserves cachées dans des sols secs - et ce matin circulait une carte des Iles Britanniques où l'on voyait la disposition des silos justement dans la zone du Crétacé ou du Jurassique - bien sûr dans la mesure où l'on peut cacher ses réserves on le fait, et dans toutes les sociétés et particulièrement dans les sociétés anciennes où la sécurité était plus ou moins assurée. En Afrique du Nord le *matmor* c'est la réserve de grains dans les meilleures conditions, mais aussi et surtout la réserve cachée, celle que l'on peut enlever de la vue des razzias ou du *Baylik* (Gouvernement).

P. REYNOLDS - Le paradoxe suivant lequel le X^{ème} siècle montre un exemple de dégradation plutôt que d'une amélioration régulière par rapport à l'antiquité classique, n'a pas été pleinement accepté par Monsieur Camps. Le niveau de l'agriculture en Grande-Bretagne à l'Age du Fer, tel que nous indiquent les seules sources littéraires, était assez élevé pour permettre des exportations. Si celles-ci ne sont pas l'indice d'une production excédentaire, alors il est extrêmement difficile d'isoler aucune preuve pour aucune époque qui puisse donner satisfaction. Quant à l'agriculture néolithique, il est inévitable que sa phase initiale soit au niveau de la subsistance. Mais même à ce niveau, des moyens de stockage sont nécessaires, puisque la majeure partie de l'Europe, à l'exclusion de la zone méditerranéenne, a et avait un climat tempéré. Il est bien entendu que l'agriculture coexistait avec d'autres industries à l'Age du Bronze - ne serait-ce que celle des fondeurs de bronze. Et dès lors qu'il existe une stratification sociale, aussi limitée soit-elle, il y a ceux qui produisent leur nourriture et ceux qui ne la produisent pas. Pour que les uns et les autres puissent vivre, les premiers doivent produire un surplus pour subvenir aux besoins des seconds.

Je réponds maintenant au premier point des critiques de Monsieur Camps.

Les céréales déterminées pour l'Age de Fer sont principalement l'amidonner (*Triticum dicoccum*), l'épeautre (*T. spelta*), le club wheat (*T. compactum*), le froment (*T. aestivum*) et diverses variétés d'orge (*Hordeum* sp.). Ces plantes existent toujours, et les graines actuelles ont la même morphologie que les échantillons carbonisés (cf. Haelbeck, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 1952, Renfrew, *Palaeoethnobotany*, 1975, etc.). Voir aussi les représentations iconographiques sur les monnaies. D'autre part, les blés préhistoriques montrés sur les photographies ont été obtenus en terrain non fertilisé et avec une abondante flore adventice. Une expérience d'essartage (Néolithique) a été faite avec des résultats surprenants (publication en cours dans *Archaeological Journal*, 1978; cf. aussi les travaux d'Iversen, Danemark). Il n'est pas justifié, sauf à prendre ses désirs pour des réalités, de soutenir que parce qu'elle est préhistorique, une récolte doit nécessairement être pauvre.

Pour le Néolithique de Grande-Bretagne, on a remarquablement peu de traces d'habitats et/ou d'agriculture en dehors de nombreuses marques de labours et de quelques fosses. Pour l'Age de Bronze, on en connaît encore moins, si ce n'est qu'avec les nouvelles techniques de datation au C14, de nombreux sites du début de l'Age du Fer seraient à replacer au Bronze final. Il faut néanmoins, à partir des données disponibles, faire des hypothèses et conduire des expérimentations, ne serait-ce que pour attirer l'attention sur les problèmes qui demandent de nouvelles fouilles plus élaborées.

La poterie a régulièrement servi à conserver les aliments depuis le Néolithique jusqu'à nos jours. Il y a peu à en dire (voir texte de l'exposé). L'observation est intéressante, mais ne résout pas le problème posé par les fosses de l'Age du Fer où ont été trouvés des grains carbonisés. J'ai voulu expliquer très clairement que les expériences avaient pour but d'explorer des hypothèses, que j'ai également tenté d'explicitier soigneusement. Il semble néanmoins qu'un malentendu se soit produit dans l'esprit de mes interlocuteurs. Le remplissage d'une structure archéologique n'indique pas nécessairement sa fonction première. Il arrive qu'on puisse déterminer la fonction première d'une structure, mais de telles occasions sont rares et précieuses. De même, il est dangereux d'admettre que ce qui se passe dans l'agriculture d'une région va probablement se produire simultanément ou consécutivement ailleurs. Des nombreuses variables à considérer, la plus fondamentale est le climat. Il peut être intéressant de signaler que des squelettes humains ont été retrouvés aussi bien dans des fosses cylindriques qu'en forme de bouteille. Admettre que ces fosses sont par conséquent des tombes, c'est proposer une réponse bien trop facile. Je crois que mon exposé renfermait ces mises en garde, mais que les problèmes de langage se sont avérés trop difficiles pour permettre une communication complète.

En ce qui concerne les critiques du deuxième point, la réponse adéquate figure et dans l'exposé et dans l'article. On s'efforce de déterminer les paramètres de probabilité basés sur les données disponibles, plutôt que de se reposer sur les conjectures spontanées qui ont régulièrement égaré les interprétations des archéologues.

On aborde ensuite les problèmes du commerce que Monsieur Reynolds situe aux environs des premiers siècles avant J.-C. (La Tène I et II).

- G. CAMPS - Nous sommes là déjà à une période quasiment historique : 1er siècle avant J.-C. Effectivement je suis d'accord avec vous, c'est une époque de production et nous en avons des preuves historiques. Mais je voudrais revenir à des périodes plus anciennes. Pour le Néolithique britannique par exemple, avez-vous une idée de ce que pouvait être le rendement au Néolithique moyen ou récent?
- P. REYNOLDS - Les rendements expérimentaux obtenus pour le Néolithique tendent à indiquer des résultats semblables à ceux de l'Age du Fer, si ce n'est une chute vraisemblablement plus rapide les années suivantes à moins qu'une fertilisation fût apportée. Les agriculteurs néolithiques étaient techniquement capables. « Le rendement d'une petite parcelle bien cultivée dépasse celui d'une vaste parcelle mal cultivée » (Columelle). Si seulement nous savions combien ils étaient laborieux ! Encore une fois, on ne peut qu'avancer des paramètres de probabilité.
- G. CAMPS - Je suis sceptique quand on pense qu'au Xème siècle, dans la France du Nord, on arrivait à des rendements de 3 ou de 4 - non pas l'hectare - mais à l'hectare.
- P. REYNOLDS - En Angleterre en 1910, le rendement national moyen était de 12,5 cwt par acre (environ 15 q/ha, NdT). Je n'ai pas de chiffres pour la France. Aujourd'hui, la moyenne est de 2,5 t/acre (environ 60 q/ha, NdT).
- C. LEFEBURE - Mes remarques s'adressent à Monsieur Camps. Quand on se pose des questions sur le rendement d'une agriculture néolithique mais que pour en préjuger on évoque les rendements connus en France du Nord au Xème siècle, n'adopte-t-on pas une méthodologie critiquable ? Vous vous dites surpris de la taille des épis et de leur resserrement sur les diapositives présentées, parce que vous postulez *a priori* une faible productivité des premières agricultures. De même croit-on souvent à l'insuffisante efficacité des formes de chasse primitives. Des travaux archéologiques (Flannery, par exemple) et anthropologiques (Marshall Sahlins sur « la première société d'abondance », Richard Lee sur les Bushmen, quelques mots de Barrau à propos du palmier-sagoutier des forêts malayo-polynésiennes) ont cependant à peu près démontré qu'il n'en était rien, ou plus exactement que l'une et l'autre activité de production sont suffisamment productives pour satisfaire à l'excès les besoins humains.
- Ensuite, cette idée du lien entre une productivité agricole susceptible de garantir un surproduit céréalier et l'existence de silos : au Maroc, dans des régions montagneuses sans surproduction locale et où l'on importe au contraire du grain, on trouve des silos et d'autres procédés de conservation en grand des céréales. S'il est pertinent d'invoquer pour les silos souterrains leur fonction de cache (comme pour d'autres procédés leur fonction défensive), pourquoi s'aventurer à lier leur apparition à un certain niveau de productivité ?
- F. SIGAUT - Il y a quand même un problème spécifique à l'Angleterre celui du très grand nombre de silos au mètre carré.
- G. CAMPS - Ce que je disais c'était qu'en dehors de l'Angleterre, des silos (archéologiquement je date un silo par ce que l'on trouve dedans : c'est un silo néolithique à condition que les éléments les plus anciens de ce silo soient au moins néolithiques) des silos ayant la forme de silos ne sont connus que très tardivement. On n'en connaît pas dans le Néolithique en Europe et quand on a des formes de silos, généralement ce ne sont pas des silos. C'est pourquoi on les appelle des tombes en forme de silos. Si vous voulez, les formes les plus anciennes de ce qu'on est tenté d'appeler silos, sont des tombes.

- C. LEFEBURE - Comment définissez-vous la forme « silo » ?
- G. CAMPS - Les deux formes retenues : la forme cylindrique et la forme à épaulement.
- C. LEFEBURE - Oui, mais Léon l'Africain indique qu'à Fez, au XVIème siècle, on jetait le corps de gens assassinés dans des silos désaffectés.
- G. CAMPS - Et dans tout le Sud Ouest, à l'époque gallo-romaine on a ce que l'on appelle des puits funéraires qui ont certainement été originellement des silos.
- A. MONTIGNY - En Palestine il y a des silos. Ils n'ont pas tout à fait la forme de ce que vous appelez silo. Les premiers que l'on trouve correspondent à la culture natoufienne (10 000 - 8 500 BC). On les appelle fosses-silos; elles semblent être associées à une architecture naissante et à un abondant mobilier en pierre : bassins, meules, mortiers. Cela à Beidha, à Jéricho certainement, et surtout à Aïn Mallaha. Dès l'épipaléolithique donc, antérieurement à la domestication des céréales, le silo apparaît très probablement dans cette région.
- M. GAST - Je voudrais faire une remarque ethnographique; dans l'étude de ces silos il faudrait concevoir dès le départ d'étudier toutes les excavations quelles qu'elles soient : aériennes, souterraines, systématiquement. Personnellement j'ai vu dans la Péninsule arabe d'énormes appareils semi-souterrains que l'on pourrait qualifier de réserves quelconques. Eh bien c'est pour y faire entrer les chameaux, ou les chèvres, ou les bœufs quand il pleut, et uniquement pour cela. Il y a d'autres trous à flanc de coteau qui demandent un travail fantastique : c'est pour réserver la paille et uniquement la paille. Mais accessoirement ces excavations servent à de tous autres usages. L'usage successif à des fins différentes de tous ces trous est à signaler et à observer, parce que cela nous renseigne énormément et que les silos en forme de poire aient servi de tombes funéraires, cela n'est pas étonnant du tout. On a réutilisé peut-être quelque chose qui avait été conçu au départ à des fins différentes (ou inversement). Mais il faut rester ouvert à toutes les hypothèses en faisant une typologie des cavités et des constructions.
- BROMBERGER - Dans le même sens, j'ai été amené à travailler avec une archéologue sur le problème des fosses des sites d'Uruk et elle me demandait des informations sur l'utilisation actuelle des fosses au Proche-Orient. Eh bien, il y a des fosses qui sont utilisées pour des dispositifs type broche/gril par exemple, ou encore des dispositifs pour des cuissons à l'étouffée. Et traditionnellement l'interprétation était qu'il s'agissait de tombes avec des traces de crémation par exemple. Je ne sais pas qu'elle est la bonne interprétation archéologique, mais en tout cas ce qui était frappant c'est qu'il y avait un dispositif avec une multitude d'utilisations possibles avec peut-être d'ailleurs une stratification chronologique des usages.
- G. CAMPS - Il y a quand même « trou » et « trou » et nous devons nous occuper - en partant de ce que disait Monsieur Reynolds - des éléments qui sont plus profonds que larges. Et je répète, que ce soit avec un épaulement ou en forme de cylindre, ces choses-là en Europe sont tardives. Dans le Néolithique danubien on a des fosses souterraines ou semi-souterraines. Quand on a ces formes là, en puits, cylindriques, ou en bouteilles, le tout est de savoir si on a des réserves à grains antérieures à l'Age du Fer. Je n'ai pas posé d'autres questions que celle-ci.
- C. LEFEBURE - Présenté comme cela : d'accord; il n'est plus question de productivité.
- G. CAMPS - J'extrapolais à ce moment-là en disant qu'au moment du bon développement de l'agriculture néolithique (je me place en Méditerranée occidentale et en Europe, je mets à part le problème que je connais d'ailleurs mal du Proche-Orient) au moment donc où l'agriculture s'installe soit dans le Danubien, en Europe Centrale et Occidentale, soit dans le Chasséen, dans le Néolithique méditerranéen parce que le Cardial connut l'agriculture mais ce n'est pas une agriculture très

développée, à ce moment-là et surtout à la fin du Néolithique et du Chalcolithique on voit apparaître de grandes formes de poterie qui n'existaient pas auparavant. Ce sont ce que nous appelons les jarres à provisions et on a je crois, sans trop forcer la réalité, associé le développement de l'agriculture à l'apparition de ces grandes jarres. Et au moment où l'on voit apparaître les grandes poteries, on n'a pas ces formes de silos qui apparaissent plus tard et qui peuvent à mon sens définir une productivité accrue car vous ne me ferez pas croire que l'agriculture du Néolithique final ne produisait pas plus de grains que l'agriculture balbutiante du début. Je ne suis pas un scientifique et ne crois pas aux progrès constants de l'humanité mais tout de même il y a des techniques qui deviennent de plus en plus productives et qui donnent des résultats allant en s'améliorant. Je donnais l'exemple du Xème siècle alors que je savais fort bien que dans les mêmes régions, vraisemblablement, dans l'Antiquité classique, la production était meilleure. Mais ce que je veux dire c'est que l'on a des rendements qui ne sont pas comparables aux rendements de l'époque contemporaine et qu'il faut tenir compte, lorsque nous parlons des réserves de grains pour des périodes très anciennes, et en particulier pour des périodes préhistoriques - des rendements dérisoires qui existaient à l'époque et qui existent encore dans certaines agricultures traditionnelles actuelles.

- C. LEFEBURE - Efficacité des agricultures traditionnelles : jusque dans les années 60, Les Ayt'Atta du Sud-Est marocain ont réussi tous les 3 ou 4 ans des récoltes d'orge extraordinaires, aux dires d'agronomes, après mise en culture de bassins d'épandage de crue et au prix d'un minimum d'effort.
- G. CAMPS - C'est ce qui rend justement la nécessité d'avoir des réserves, parce que c'est une fois tous les 3-4 ans. Mais on ne peut comparer les cultures des semi-nomades du Sud marocain dans un climat sec irrégulièrement arrosé, à celles des Iles Britanniques à pluviosité à peu près constante.
- C. LEFEBURE - On peut craindre que dans l'avenir la productivité des céréales que nous avons hyper-sélectionnées (un champ beauceron n'est plus seulement monospécifique de nos jours, il est monovariétal) redevienne faible. L'agriculture moderne se caractérise par une telle sélection des espèces cultivées que si, en dépit des précautions multipliées que l'on prend, un germe, un virus, un parasite imprévu ou mutant s'y attaque, la production peut être nulle. Plus l'écosystème qu'est le champ est spécialisé et plus le maintien de sa productivité exige d'apports énergétiques, plus sa vulnérabilité cependant s'accroît.
- G. CAMPS - Comment se fait-il qu'il y ait beaucoup moins de disettes qu'auparavant ? En suivant votre raisonnement on devrait avoir des catastrophes de plus en plus grandes, or c'est l'inverse qui se produit.
- C. LEFEBURE - Mais on en a ; on en aura, hélas. Les Etats-Unis je crois ont connu de graves déboires avec des cultures artificielles de tomates géantes, sans graines. Il y a des problèmes avec certains plants de riz non moins manipulés.
- G. CAMPS - Restons-en aux céréales.
- F. SIGAUT - Je crois qu'en matière de rendement, la période de rupture, c'est 1840, parce que, à partir de 1840 on a appris les véritables lois de la nutrition végétale. Avant, on ne les connaissait pas et on n'avait pas de possibilité de fertilisation. C'est vraiment un plafond qui a été crevé en 1840 par Liebig. Avant 1840 la question des rendements est horriblement complexe et d'une manière générale, dans un sens ou dans un autre, je ne vois pas ce que l'on peut conclure. Cela me paraît extrêmement difficile. Effectivement je ne vois pas une raison particulière de postuler ni un accroissement, ni une baisse de rendement avant cette date de 1840 qui a tout changé, au moins pour les pays d'Europe disposant de moyens industriels.
- G. CAMPS - Tout de même, au Moyen Age, on a des chiffres. A Hanapes on a des chiffres assez précis de rendements et pour reprendre l'exemple des Xème et XIIIème siècles il y a augmentation.

- F. SIGAUT - Pour le Xème siècle, vous parlez des chiffres de Duby, je pense.
- G. CAMPS - Je me réfère par exemple à l'Histoire de la France rurale, tome I, où il y a une étude très précieuse.
- F. SIGAUT - Même là, dans « L'économie rurale et la vie des campagnes dans l'Occident médiéval » (c'est le titre de l'ouvrage de Duby), on donne des indications de ministériaux carolingiens qui disent: nous avons trouvé tant, on a ensemencé tant, on fait le rapport et on trouve des rapports très faibles de l'ordre de 1,5 - 2.. Je pense que ce genre de document ne signifie pas grand chose car dans une donnée de rendement il faut savoir beaucoup de choses. Par exemple, cela dépend de la densité de semis qui peut varier, et le simple fait de semer à la volée implique des rendements à la semence qui sont faibles, alors que si on sème grain par grain on aura des rendements à la semence qui seront plus élevés sans que le rendement physique à l'hectare change nécessairement.
- G. CAMPS - Bien sûr, il ne faut pas parler de surface, il faut parler de rendement, par rapport à la semence.
- F. SIGAUT - Il faut savoir aussi si dans les renseignements médiévaux les rendements sont donnés semence déduite ou non déduite parce que il peut exister des usages à ce sujet-là. Est-ce que la part des moissonneurs qui étaient payés en nature en général a été soustraite, ou pas? Là encore des gens donnent leurs chiffres sans prévenir de ce qui se fait ou ne se fait pas. Encore une fois cette question des rendements me paraît d'une complexité telle, que je ne vois pas ce qu'on peut en tirer pour le moment tant que l'on a pas repris tout cela à la base pour en tirer des conclusions.
- G. CAMPS - A ce sujet, je voudrais demander à M. Reynolds à propos du champ d'en grain qu'il nous a montré - et pour lequel j'ai une grande admiration -, comment a-t-il été semé?
- P. REYNOLDS - En ligne, à la main.