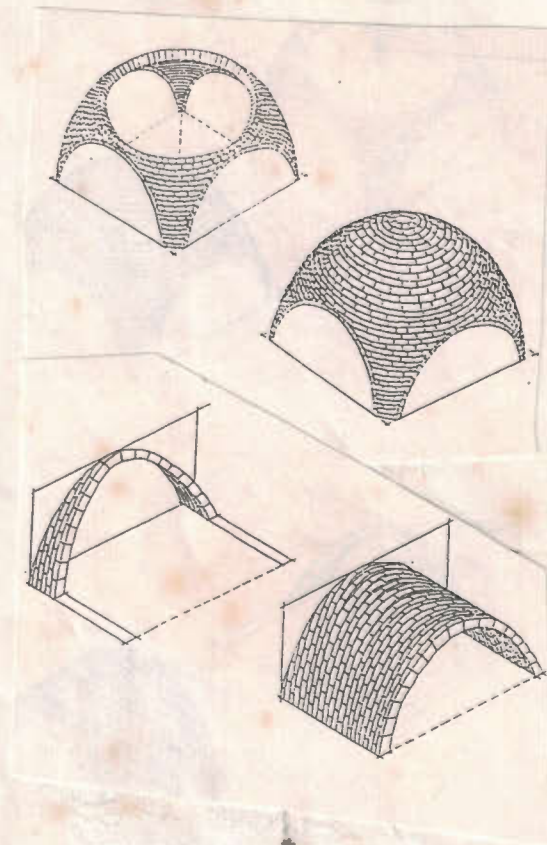
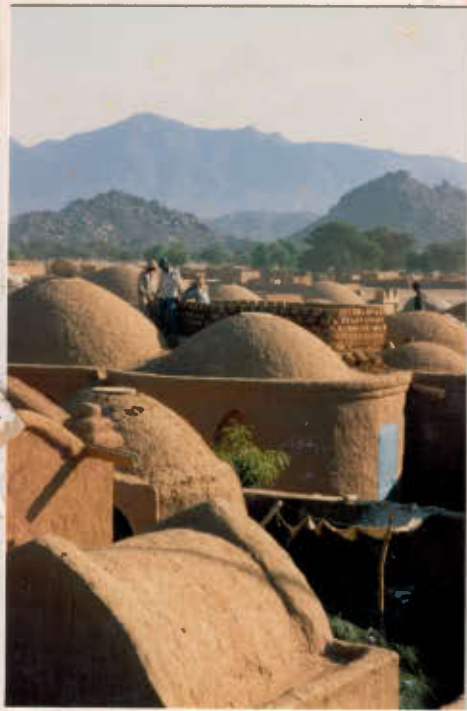


# Woodless Construction



# Construction sans Bois

**DW** Development  
Workshop

B.P. 13, 82110 Lauzerte, France

# Information sheets

- A**    **What is 'Woodless Construction'?**
- B**    **Vaults and domes - basic techniques**
- C**    **Vaults and domes - architectural profile**
- D**    **Using unstabilized earth to build**
- E**    **How much do vaults and domes cost?**
- F**    **Vaults and domes - problems to avoid**
- G**    **Will vaults and domes suit your area?**
- H**    **Introducing vaults and domes to your area**
- I**    **For further information or help...**

**DW**    **Development Workshop**

**'Woodless Construction'** is the term by which a building system which includes using vaults and domes in unstabilized mud brick has come to be known in a number of countries of the Sahel since its introduction to Niger in 1980.

Woodless Construction can provide a solution to a wide range of housing and public infrastructure needs in many arid or semi-arid regions of the world.

It was introduced to Niger initially as a response to the increasing scarcity of "traditional" building materials (i.e. wood, branches, grasses), which results in a problem which has both a human dimension (how to meet shelter needs) and an environmental dimension (how to reduce the consumption of organic materials in the precarious ecological balance of the Sahel).

In these illustrated information sheets, you will find background information and basic technical information not only about the building technology itself - which has proved to be economically viable and capable of being assimilated rapidly into the local building "vernacular" tradition - but also about the process of introducing it in such a way that it has a real chance of being spontaneously replicated, i.e. after external financial and technical assistance has ceased.

The document is available in English and French, and includes a list of further publications and a video-cassette available from:

Development Workshop, B.P.13, 82110 Lauzerte, France.

Par "Construction sans Bois", nous entendons un système de construction comprenant des voûtes et coupôles en terre crue non-stabilisée qui fut introduit au Niger en 1980 et qui est maintenant connu sous ce nom en plusieurs pays du Sahel.

Ce système constructif peut répondre à une large gamme de besoins en habitations et en équipements publics en beaucoup de régions arides ou semi-arides du monde.

Il fut introduit au Niger pour tenter de répondre à la pénurie de matériaux "traditionnels" pour la construction (troncs d'arbres, branches, chaume), qui donne lieu à un problème qui a à la fois une dimension humaine (comment faire face aux besoins en abri) et une dimension environnementale (comment réduire la consommation de matériaux végétaux dans le précaire équilibre écologique du Sahel).

Ces fiches illustrées expliquent non seulement l'histoire de cette technologie et ses principales caractéristiques techniques - technologie qui s'est avérée viable sur le plan économique et capable d'être assimilée dans le "vocabulaire" de la construction locale - mais aussi le processus grâce auquel il a été introduit pour faciliter au maximum ses chances d'être spontanément répliqué, c'est à dire quand les apports financiers et techniques de l'extérieur sont épuisés.

Ce document est publié en français et en anglais et comprend une liste d'autres publications et d'une cassette vidéo disponibles auprès de:

Development Workshop, B.P.13, 82100 Lauzerte, France.

# What is 'Woodless Construction'?

## Background

In 1980, an integrated rural development programme working in southern Niger, (ISAID's "Tapis Vert" project in Chikal), became aware of how difficult it was to obtain the organic materials used locally for building purposes, and in particular wood for the flat roofs of mud brick houses.

The project invited Development Workshop to introduce a building system requiring no wood for the roofs, i.e. vaults and domes in unstabilized mud bricks, through a builders' training programme.

Subsequently, the Air-Ténéré Project for the Conservation and Management of Natural Resources run jointly by IUCN/WWF and the Government of Niger took up these same building techniques. Why?

On the one hand, the Project wanted to meet its own infrastructure requirements - including its headquarters in Iférouane - without resorting to wood as a building material. And on the other hand, it hoped that the building system might help to provide a solution to the local population's difficulties in building their homes.

The "woodless" Project buildings aroused widespread interest amongst local people and masons, as well as government representatives, reinforcing the Project's view that it should promote Woodless Construction as part of its activities.

The Project went on to fund training programmes, technical research, and dissemination of the building techniques, as well as the construction of numerous buildings, until 1990.



*flat roof of a mud brick house - requiring enormous consumption of wood...*



*dome built of unstabilized mud brick - requiring no wood ...*

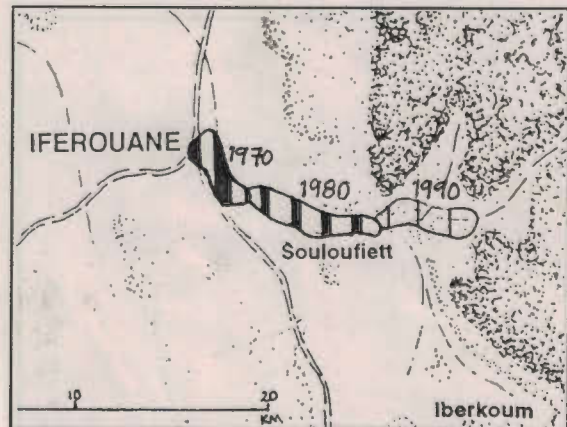


*simple round domed shelter, built entirely from unstabilized mud bricks; its shape is reminiscent of that of the traditional tent (éhan) built from organic materials...*

## **The human dimension: the problem from the point of view of the people.**

Most families in developing countries will use whatever materials they can most easily obtain and use, or which they can afford, to build their homes. A simple shelter with mud brick walls and a flat roof made from logs and branches covered with earth, is in many parts of the world a cheap and straightforward building system, even if its performance (from the point of view of comfort, hygiene, durability, etc.) may be poor. But it is a system which is becoming more difficult -

- the price of wood is going up (and in some countries you need an expensive permit to cut down certain species);
- good quality wood is often very hard to find where it was abundant before;
- to obtain supplies of wood, people are having to travel further or resort to imports.



People are forced to change the way they build: we have observed in the Sahel examples as follows:

- rooms are becoming narrower because there is a shortage of long beams;
- a central pillar is used, reducing useable space.

Many new houses are waiting to be roofed; many organic material roofs which would normally have been maintained or replaced are being left to deteriorate.

*how far do people have to go - often on foot - to find good wood?*

*the example above shows the regression of the doum palm (H. Thebaica) in the area of Iférouane, northern Niger:*

*in 1970 it was abundant in the immediate area of the village; by 1990, scarce supplies are to be found 12 to 18 kms away...*

## **The environmental dimension: the problem from the point of view of the authorities and agencies.**

All the countries of the Sahel are committed to combatting desertification and in this context government authorities and aid agencies are seeking to :

- reduce the consumption of wood and organic materials and thus -
- slow the disappearance of certain species and environmental degradation.

They also have other objectives:

- encouraging the use of local building materials;
- reducing crippling expensive imports of building materials or the energy needed to produce them;
- promoting healthy and comfortable homes which the population can afford and efficient public buildings.



*'traditional' construction of a mosque (Niger) -*

*the dome rests on a structure of curved beams; small twigs are arranged on the top of the columns waiting to receive straight beams which will then be covered with small branches and finally earth.*

*woodless construction of a small rectangular domed shelter (Niger) -*

*the walls are in unstabilized mud bricks with a mud mortar; the dome is built without shuttering from smaller unstabilized mud bricks; the building will be finished with a mud render .*



## The facts

After more than 12 years' field work we are confident that -

- there is a genuine and growing demand for Woodless Construction;
- unstabilized mud brick vaults and domes provide a viable roofing system and are gradually being integrated into the local building "vernacular" in certain areas of Niger and Mali; they remain, however, insufficiently well-known and sometimes misunderstood.



*a changing roovescape - woodless vaults and domes alongside "traditional" flat roofs (with wooden beams) and straw huts in Iférouane, (Niger)*

## Promoting Woodless Construction

The facts point the way forward:

- the public, at all levels, needs to be made more aware and better informed;
- builders' training must continue and increase;
- there is a need for specific training for technicians and site supervisors;
- an appropriate system of quality control for design and construction must be set up;
- post-training technical assistance and follow-up is required.

These are now the immediate objectives of the Woodless Construction programme.

# Vaults and domes - basic techniques

## Where do they come from?

Vaults and domes built without shuttering have their roots in a long tradition of building in the arid areas of the Middle East. With very little wood available, over the centuries the masons of present-day Iran and Egypt developed this solution of building with earth as a way of meeting their shelter needs, from palaces to simple houses. There are many variations of the techniques, including so-called "Nubian" vaults and domes which emerged in the arid region of the ancient Nile valley kingdom and which were the subject of renewed interest in the 20th century, to a large extent thanks to the efforts of the famous Egyptian architect, Hassan Fathy.

## Why use them elsewhere?

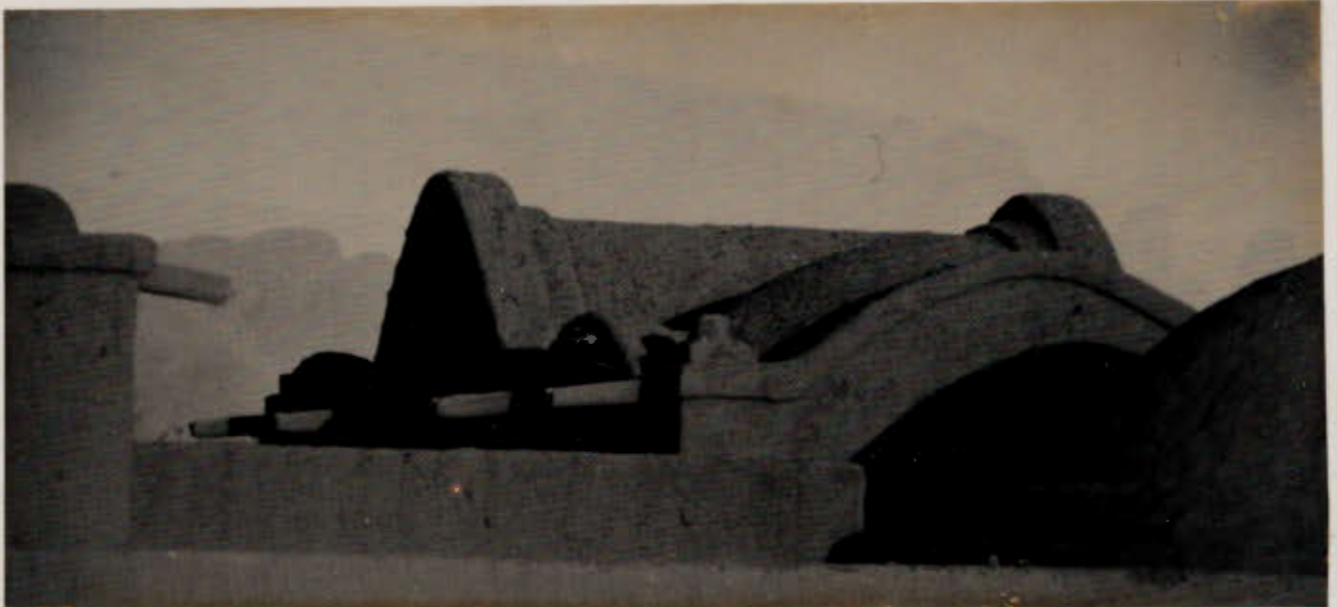
The dry conditions which gave rise to these techniques are today not dissimilar to those which prevail in most of the countries of the Sahel, and indeed in many other arid and semi-arid regions of the world. Taking one country as an example, Development Workshop, (with many years' practical experience of the techniques, including in New Gournia with Hassan Fathy,) introduced Nubian vaults and domes to Niger in 1980 in a builders' training programme in Chikal. Subsequently, a programme for the conservation and management of natural resources in the Aïr-Ténéré region to the north of the country chose not only to use, but also to promote, the Nubian techniques for (amongst others) the following reasons:

- they are relatively easy to master;
- they are perfectly suited to building with unstabilized mud bricks;
- domes, and to a lesser extent vaults, are familiar throughout the Sahel, and can be seen - but with wood supporting structures - in palaces, mosques and private homes, as well as in granaries and round grass huts.



*domes are a familiar sight throughout the Sahel, particularly on the thin "coiled" walls of granaries...*

## **A "south-south" technology transfer which makes sense**

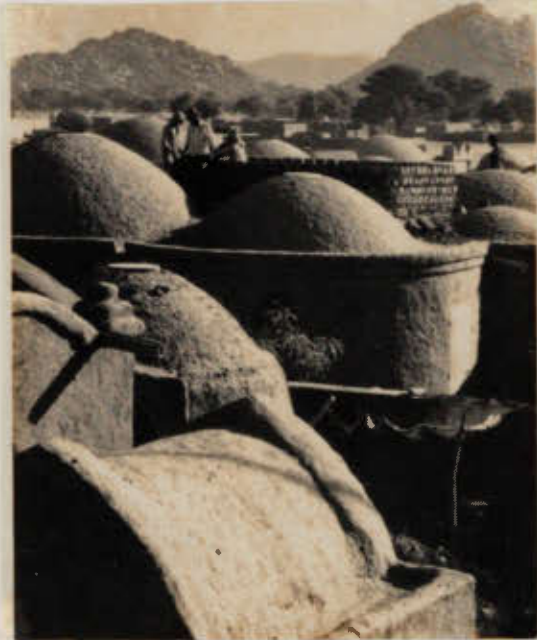


**Introducing these "new" methods for building roofs in unstabilized mud bricks, without using any wood (even for shuttering) makes sense in many regions of Africa (and other parts of the world) for the following reasons:**

- **where the techniques are suited to local conditions and to the resources which are available, they are genuinely accessible to the whole population and can be rapidly assimilated by local masons;**
- **they can be used to build simple shelters and houses when the organic materials (wood, straw, etc.) traditionally used by people building their own homes are no longer easily found;**
- **they can equally be used for larger public buildings meeting high standards of comfort and cleanliness and responding well to modern needs;**
- **they stimulate local economies at national and village level and develop local skills by using the materials and masons at the core of the existing building process; this is particularly significant for public buildings, often heavily dependent on imported materials and external skills;**
- **they help to reduce imports (of building materials or the energy resources needed to produce them) which are crippling the economies of many developing countries;**
- **they are highly labour-intensive, and require - in their simplest form - no special equipment; this makes them well-suited to countries with large under-employed labour forces and little capital available for investment.**

# Vaults and domes - architectural profile

## Architectural diversity



Vaults tend to be used to cover rectangular spaces.

Domes can be used to cover spaces of widely differing shapes and sizes (usually round or rectangular).

Several vaults and/or domes can be used in simple or more complex combinations to give very varied shapes and spaces.

Nubian vaults and domes can easily cover surprisingly wide spans. Trained village builders with minimal equipment have recently built 6m diameter domes and a 4.4m wide vaulted meeting hall in Iférouane (Niger). With experience, much greater spans are achievable.

Thanks to this inherent architectural flexibility, vaults and domes in unstabilized mud brick can be used for:

- simple (one or two-room) houses;
- more sophisticated private villas;
- public buildings (offices, clinics, mosques, cooperatives, etc.);

## Bioclimatic advantage

Thanks to the thermal inertia of massive earth walls, outside temperatures are only very slowly transmitted through the walls and the roof to the inside. This is especially advantageous where there is a wide diurnal temperature range: the buildings stay cooler during the day than most comparable buildings using "modern" materials or flat roofs. (Similarly, they remain warmer at night during winter months - an especially important consideration for poor families.) This inherent advantage combined with bioclimatic design principles, (orientation and shading of openings, natural ventilation, interior courtyards, etc.), give comfortable interior living or working conditions, without recourse to air-conditioning or artificial ventilation. In a recently completed vault and dome office building in Niger, the temperature in the basement computer room remained around 30°C, even when outside temperatures rose to 47°C.

## Esthetic flexibility

The wide range of shapes and finishings possible lend themselves readily to adaptation to local, or even individual, styles and tastes, facilitating their integration into the local vernacular building tradition.

## From small, simple shelters and homes ...



*simple shelter - one of several built as a training exercise and donated to a destitute widow (Iférouane, Niger).*



*the owner-builder of this typical flat-roofed house (built with wood) chose to use a domed roof for an extension (Tchlozerine, Niger).*



*two-room domed house built by mason for his own family with no external financial or technical support (Tchlozerine, Niger).*



*nightwatchman's shelter: the builder's choice of finishing provides a good example of local assimilation (Dosso, Niger).*



*a traditional decorative render gives this small building "local colour" (Dosso, Niger).*



*unusually, here the poor quality of the local soil justified a small addition of cement to the roof and the most exposed façade.*

... to larger, more complex and sophisticated buildings -



*domed rooms, built by the son of a trained mason with his father's help (Iférouane, Niger).*



*project office building (Chikal, Niger).*



*more sophisticated 9-room private villa commissioned from a local mason by a secondary school teacher (Iférouane, Niger).*



*crafts centre in Agadez (Niger): simple structure with good quality finishings*



*vault and dome communal housing (Catholic Mission, Tchirozerine, Niger).*

with very widely differing functions.



villagers in Bonkougou (Niger) commissioned the design and building of their mosque from one of the few masons of the area trained in these techniques; in the background, unusual "traditional" mud brick vaults on a wooden supporting structure.



main hall of a purpose-built tourist centre. (Iférouane, Niger).



mason's self-built family compound: the full range of vaults and domes! (Iférouane, Niger.)



project infrastructure - office, private quarters, depot, and garage. (Iférouane, Niger).

# Using unstabilized earth to build

## What is stabilization? What is it for?

Stabilization is a process by which a soil is modified in order to permanently improve its performance. Most often (but not necessarily) it consists of:

- adding some other material (such as cement, lime, pozzolanic ash, bitumen etc.) which alters the way the soil behaves, and
- compacting it using a press (which could be manual, mechanical or motorized).

Stabilizing a soil inevitably means higher costs: the materials, the equipment, the labour and expertise it requires cost money. Stabilization may result in a more durable building material in certain conditions, but given its cost, it makes sense to ask oneself the following questions before deciding to stabilize:

- does the soil available perform adequately for the building in question?
- if not, can any of the soil's deficiencies be overcome other than by stabilization, e.g. by modifying the design of the building?
- if not, can stabilization be restricted to the most exposed external surfaces?

## The disadvantages of stabilization

- because of the additional costs of additives, press, and labour the vast majority of the developing world population cannot afford the blocks produced, which are often equivalent in price to that of cement blocks;
- as far as vaults and domes are concerned, using the wrong kind of render very often leads to serious problems of cracking and leaking; when stabilized earth is used, these are expensive and difficult to rectify;
- generally speaking, given their high cost, more attention must be paid to making the most economical use of stabilized blocks; this demands greater skill in design and construction and above all in technical site supervision, which is often lacking, leading to poor quality work and a bad image for earth buildings in general.



## The advantages of using unstabilized earth

- production of unstabilized earth blocks is straightforward (only simple moulds are needed) and affordable - people very often make their own;
- because the blocks are cheap, thick walls can be built: these provide good insulation and are ideal in climates with a wide diurnal temperature range;
- a plain earth render is perfect for unstabilized earth walls and roofs: it adheres well and is cheap and easy to maintain, provided it is regularly and carefully checked.

# How much do vaults and domes cost?

## A pragmatic approach to evaluating building costs

To assess the cost of building vaults and domes in unstabilized mud bricks, we selected a range of buildings (including "traditional" buildings) and recorded their consumption of materials and labour as they were actually being built in Iférouane (Niger) in the late 1980's. The figures allow clear comparisons between the buildings. We can draw 5 broad conclusions which are set out on these pages.

Costs are in CFA francs per m<sup>2</sup> of usable surface area (SA) and are shown separately for the basic structure  and finishings . (\$ = 270 francs CFA)

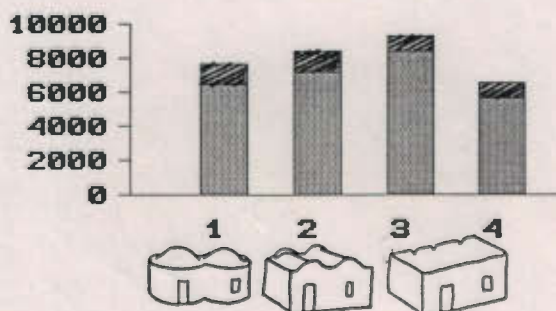
1) A simple two-roomed house works out cheaper with a domed roof (on circular walls) or with a vaulted roof (on rectangular walls) than with a "traditional" flat roof using wood.



Even assuming the use of poor quality wood illegally obtained (i.e. without a permit) for the structure of the flat roof, vaults or domes remain a competitive alternative. And although slightly cheaper to build initially, the poor quality wood roof would need replacing at least every two years, if not annually: the small immediate cost advantage is therefore rapidly lost.

Cost in CFA francs/m<sup>2</sup> of SA of:

1. house with 2 round domed rooms; 40cm walls (30 m<sup>2</sup> SA)
2. house with 2 vaulted rectangular rooms; 40 and 60 cm walls (24m<sup>2</sup> SA)
3. "traditional" 2-roomed house with flat roof built using good quality wood - actual case (28m<sup>2</sup> SA)
4. "traditional" 2-roomed house with flat roof built using poor quality wood illegally obtained - assumed case (28m<sup>2</sup> SA)



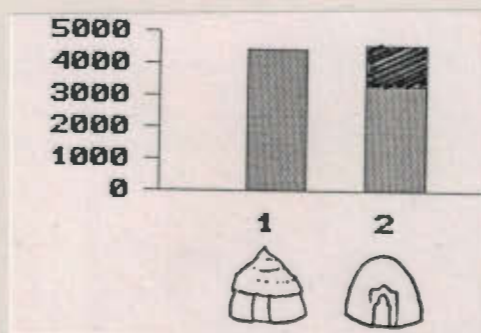
**2) A "traditional" round straw hut can be replaced by a circular domed shelter at a comparable cost.**

In many countries of the Sahel, "cases" are typically built by women and remain their property, but they are having to walk further and further to find the branches and grasses needed to build them. A simple, round domed structure with thin (20cm) walls capable of being built by women has evolved and costs only very slightly more. As the "case" does not last so long, over time, the domed shelter actually works out cheaper.



Cost in CFA francs/m<sup>2</sup> of SA of:

1. "traditional" round straw hut built entirely from organic materials (12 m<sup>2</sup> SA)
2. circular domed shelter, 20 cm walls (11m<sup>2</sup> SA)



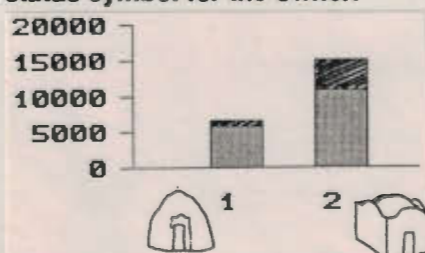
**3) A dome on rectangular walls generally works out more expensive than a dome on round walls.**



This additional cost can be attributed to the longer time needed to build domes on square walls (more complex layout, bonding etc.) and the less economical use of the building material. Nevertheless, for those who can afford it, rectangular rooms are seen as more practical and more "modern" and in some instances represent a status symbol for the owner.

Cost in CFA francs/m<sup>2</sup> of SA of:

1. round domed room; 40 cm walls (13m<sup>2</sup> SA)
2. square domed room; 40 cm walls (14m<sup>2</sup> SA)



**4) The cost of finishings can vary from 15% to 50% of the total cost.**

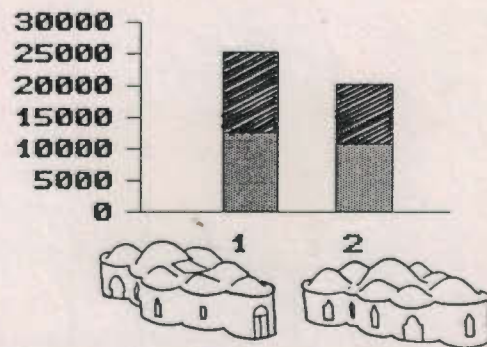


Relatively sophisticated buildings, such as the 2 private villas shown and quoted here, require a high standard of work and expensive finishings which account for up to 50% of the total cost of the buildings. This compares with 15 to 30% for the finishings of the other buildings shown on these pages and highlights the importance of comparing like with like.

*Cost in CFA francs/m<sup>2</sup> of SA of:*

*1. Project house with 8 domed rooms and inner courtyard; 40 and 60 cm walls (89m<sup>2</sup> SA, excluding courtyard)*

*2. Private house commissioned from local mason by secondary school teacher; 8 domed rooms; 40 and 60 cm walls, (98m<sup>2</sup> SA)*

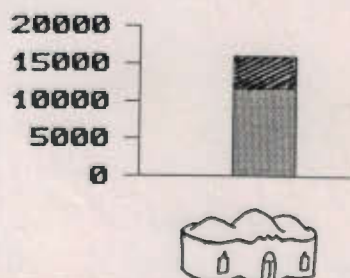


**5) For small or medium-sized public buildings, vaults and domes provide an attractive local solution at a modest cost.**

The Village Development Council of Iférouane (Niger) shown here, with a simple structure, but careful attention to detail, provides a good example of an attractive, comfortable public building at a modest cost.



*Cost in CFA francs/m<sup>2</sup> of SA of:  
Building with 3 round interlocking rooms; 40 and 60 cm walls (45m<sup>2</sup> SA)*



## **A few general observations on costs**

Evaluating "real" costs is notoriously difficult. The following points should be borne in mind.

### **For "traditional" buildings -**

- many building activities are carried out in a spirit of mutual self-help, particularly in rural communities;
- building materials are often accumulated or prepared by the whole family over several months before actual construction can begin;
- it is difficult to place a fair financial equivalent on a product or on labour which may not be paid for in money, but which still represents a "cost" to the owner-builder (food for helpers, time taken out of income-generating activities to collect materials etc.)

In the examples quoted on the preceding pages, to allow comparison between "traditional" buildings and others we included in the cost of the former an appropriate comparative value, agreed upon by local masons.

### **For any building -**

- the standard of work, the quality of materials used, and the nature of the finishings required - and therefore the cost of these - will vary enormously, even between apparently similar buildings;
- building groups and skilled masons need to include a profit margin, which will also vary widely, and which is often not easy to assess; in the figures quoted here, profits over and above wages paid are excluded;
- the future cost of maintenance of a building is often overlooked: vaults and domes need regular maintenance, but the cost of this remains low; wooden or straw structures, particularly if poor quality materials are used, will need totally replacing every few years and often much more frequently;
- when a building system is relatively new to an area and demand for it is high, the few masons trained can to some extent command "inflated" rates for their work; as more masons are trained and compete in the market, rates will tend to fall.

Finally, the satisfaction of users' aspirations (comfort, hygiene, prestige, etc.) cannot be evaluated in financial terms. A simple, low-cost building may perform quite adequately against this important criterion; an expensive one, less well...

# Vaults and domes - problems to avoid

## Evaluating the quality of built examples

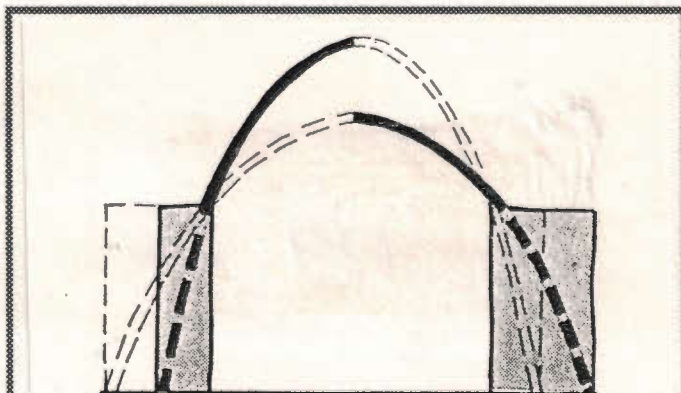
In 1990, Development Workshop visited nearly all of the 307 known buildings which had gone up in Niger and neighbouring Mali using unstabilized mud brick vaults and domes since this system had been introduced ten years earlier. Of these, nearly half (47%) had been built by trained masons working for themselves, their families, friends or clients (including state authorities, village organizations, etc.), without any external financial or technical assistance. The survey therefore provided an interesting opportunity to see what happens to the quality of building work using a "new" system as it begins to spread spontaneously and to identify any problem areas. The result was encouraging: of the 304 buildings surveyed:

- the vast majority - 297, or 98% - were in good condition, displayed no major structural problems, and were fulfilling their intended function;
- 5 had serious structural problems (totally or partially collapsed roofs);
- 2 were badly cracked.

## Problem areas

The 7 unsound buildings displayed at least one of the following problems:

- inadequate (and in one case non-existent) foundations;
- bad wall-building practices, particularly poor bonding;
- dome courses built up too rapidly, causing it to sag and push out the walls;
- insufficient attention to rapid rainwater runoff (e.g. blocked spouts);
- wrong renders (badly prepared or applied earth renders, or cement renders).



*The width of the supporting walls varies with the height and span of the vault: the walls must be thick enough to withstand the lateral force exerted by the vault. This also applies to domes.*

Only in 2 cases did we find a problem related specifically to the design of vault and dome buildings:

- walls insufficiently thick to withstand the lateral forces exerted by the vault or dome.

## Underlying causes of problem areas

- insufficient or incomplete training, leading to poor work practices;
- misguided pressure for faster work (e.g. time must be allowed between building dome courses) or to economize on materials (e.g. insufficiently thick walls).

Woodless construction must therefore include formal training, including on-the-job experience, and post-training assistance and quality control.

### A few basic rules....



*Careful bonding, on good foundations...*



*Ensuring fast rainwater runoff;  
using a suitable render and  
maintaining it regularly...*



*Adequate site supervision and quality control ...*

# Will vaults and domes suit your area?

Careful thought is needed before deciding to build vaults and domes using unstabilized mud bricks. As with any building system, you have to be confident that it stands a real chance of suiting local conditions and matching the needs and aspirations of the people. Certain criteria need to be taken into account, including the climate, the resources available, and the lifestyle of the end-users.

## Climate

It is a common misconception that unstabilized mud brick vaults and domes can be built only in the most arid regions of the world. In fact, correctly designed and built, they stand up well to more varied climates. The "coil" construction granaries, with thin (3 cm) mud walls, found throughout the Sahel, testify to the durability of these unstabilized earth structures and to the wealth of local knowledge on how to build and maintain them. The photograph on the right was taken in southern Niger, where annual rainfall is in the order of 400 mm p.a. and often falls in very violent showers. Similar examples are found in regions with annual rainfall figures around 500 mm.



*"Coil" construction granary typical of many regions of the Sahel, with thin unstabilized earth walls. Local knowledge of how to ensure that such buildings resist heavy downpours of rain exists...*

To take an example from our own experience, in 1983 we built two vaulted buildings in unstabilized earth in Filingué (Niger), where the annual rainfall is 350 mm p.a. The buildings (shown below) were finished with an earth render and for 7 years received no maintenance. In 1990, they were given a new earth render, (cheap and easy), but structurally were found to be perfectly sound.



*Unstabilized mud brick vaults with an earth render: after 7 years of no maintenance, structurally sound and requiring only re-rendering.*

Such examples are encouraging, but it must be stressed that correct design, good building skills and careful and regular maintenance of the surface render are essential.

## Correct design and good building practices

Rain as such poses few problems for roofs or walls built from suitable unstabilized earth, but it is vital to ensure that rainwater drains away from the building rapidly. For example:

- the site chosen for the building should not be liable to flooding (a slight slope is ideal from this point of view);
- footings and foundations should be built in such a way as to prevent rainwater from collecting at the base of the walls;
- roofs must be designed to ensure rapid rainwater run-off (see photo below)-
  - a hand-compacted earth infill can be used to create or accentuate slopes;
  - spouts (sufficiently wide to avoid being blocked) prevent water from running down the walls;
  - parapets or other decorative elements can be used to channel water.

## Rendering

The true function of an external render is not to prevent water from penetrating the building (which is watertight as soon as it is structurally complete). The render protects the structural elements (blocks and mortar) from erosion and presents a surface which is easier to maintain.



Above all, the render must not crack and become unstuck, as this enables water to penetrate and be retained in the gap between the structure and the render, causing serious damage which may be very difficult and expensive to put right.

It is therefore vital to:

- use only materials (e.g. traditional earth renders) which adhere to earth walls without cracking or becoming unstuck; (avoid cement, or soil-cement renders: these may erode slowly, but they adhere badly to earth surfaces);
- check the state of the render regularly: at least once a year and after heavy rainstorms;
- carry out routine maintenance - regularly done, maintaining a correct render is cheap and easy.

## Resources

### Suitable soil

Are earth buildings common in the area? Are they in good condition? Do the local inhabitants regard them with pride? Are they happy to live in them? If the answer to such questions is "yes", it is highly probable that the local soil is suited to building with earth.

There are also simple field tests which can help you to decide if the local soil is suitable, but local knowledge is often an invaluable guide. Local masons can tell you where they obtain their soil for block-making and whether they add anything to it. What they can tell you can often be a short-cut to deciding whether you need to test at all, and if so for what.

### Equipment

The equipment needed can be very simple or relatively sophisticated.

For producing blocks, you need only:

- ordinary tools for digging;
- simple or multiple hand-moulds.

For construction work:

- common masonry tools;
- a water-level for levelling foundations;
- a plumb-line;
- for dome-building, a wire or string, or a rotating arm, to determine the angle and position of each brick;
- for vault-building, wire or string to trace the curve of the vault and to stretch guidelines during construction;
- scaffolding.

You might also choose to use:

- wooden or metal formworks to build various forms of arch.

*suitable soil...*



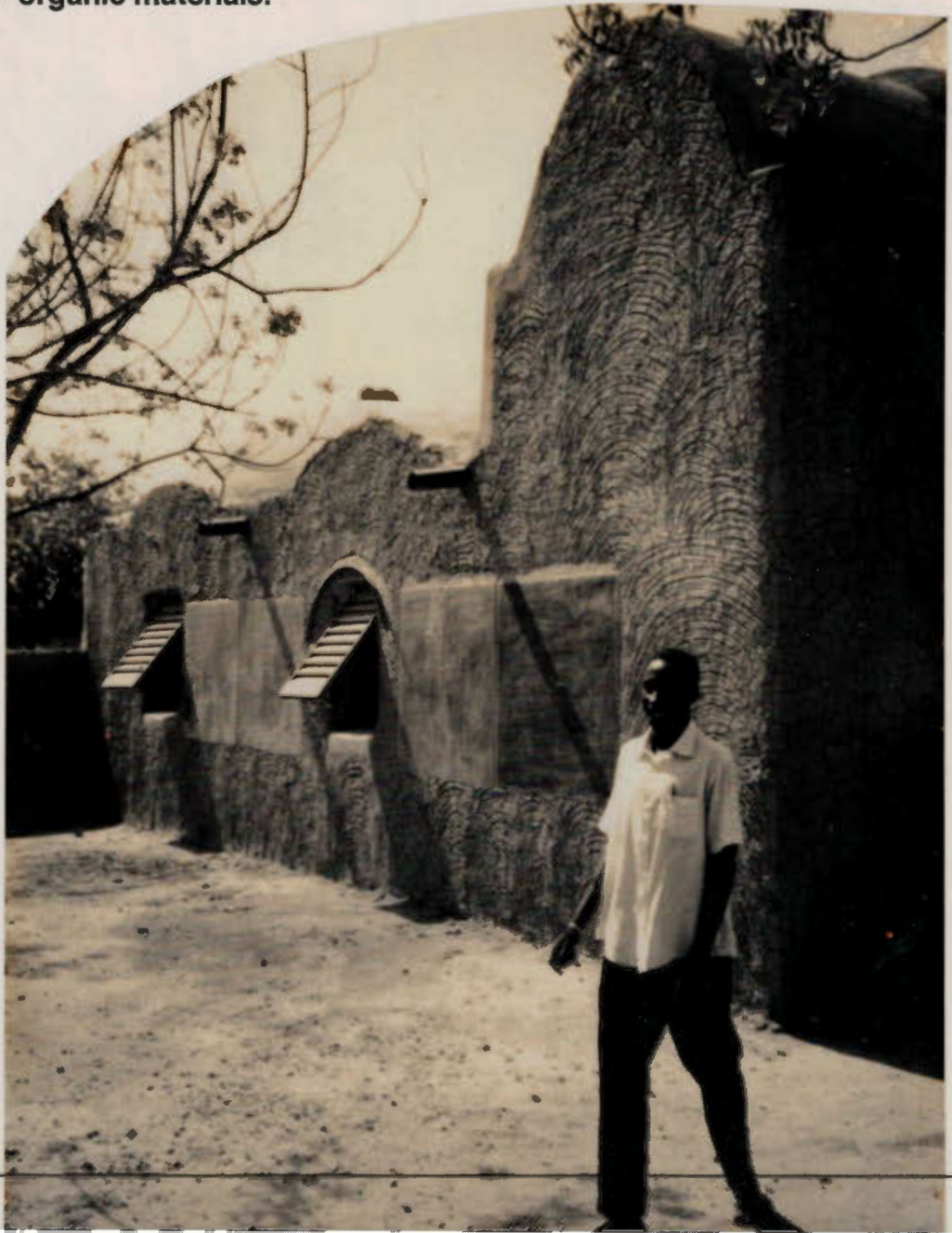
*... and very simple  
or more specialized  
equipment...*



## Lifestyle

No building system - however technically "appropriate" - will be assimilated into the local vernacular tradition unless it readily responds to people's needs and aspirations. As far as vaults and domes built in unstabilized mud bricks are concerned, our experience over 12 years in the Sahel suggests that:

- most people find domes and vaults intrinsically attractive and they have proved flexible enough to adapt to local architectural idioms;
- vault and dome buildings provide varying levels of climatic comfort and cleanliness, largely depending on the finishings used, but usually compare favourably with other local or "modern" building styles in this respect;
- costs (see sheet E) do not present an obstacle: often the basic material (unstabilized mud blocks) can be obtained much more easily than "traditional" organic materials.



# Introducing vaults & domes to your area

There are no "rules" about how to introduce woodless construction to a new area, except perhaps "slowly and cautiously, if at all". Introduce this building system only in areas and circumstances where it stands a real chance of being assimilated and replicated - of continuing to be used and to evolve when technical and financial support is over.

The notes below might help you to focus on important questions and perhaps to structure an approach. The case study overleaf illustrates some of these key issues and one approach which - after a slow start - seems to have worked.

What is the "problem" you are trying to address?

Make sure that the "problem" - both as you see it and as others express it - is truly one which should be addressed by constructing a building.

For example, you might be able to make better use of limited funds by building a good road to reach an existing hospital, than by building a new clinic in the village.

Does woodless construction have a role to play?

Woodless construction has a particularly useful role to play where (1) local building systems tend to rely heavily on the use of wood and (2) usable wood is becoming significantly more difficult or expensive to obtain.

It may not be particularly useful if only one of these factors exists - or is perceived to exist.

Is it technically viable?

Factors to take into account include the nature of the soil and the climate. (See section G).

At least as important, however, is the building process: are mud blocks made locally to the required size and quality? do most people use skilled masons to build at least part of their home? etc.

Will people be able to afford to build this way?

Evaluating costs is not easy, but there must be at least a reasonable chance that people will be able to afford a new way of building. A comparison with the cost of building the "usual" way is essential. (See section E for examples).

If it is likely to cost more, can people afford the extra cost? will they think that it is worth it?

Will they like domes and vaults?

People have clear images of what the buildings they use should look like. Vaults and/or domes might be linked with a particular function or image. In some areas, round houses, even with a "new-style" dome, are regarded as old-fashioned.

Putting up a small building and giving people time to react to it may be very useful.

## The house that Mounkaila built - a case study

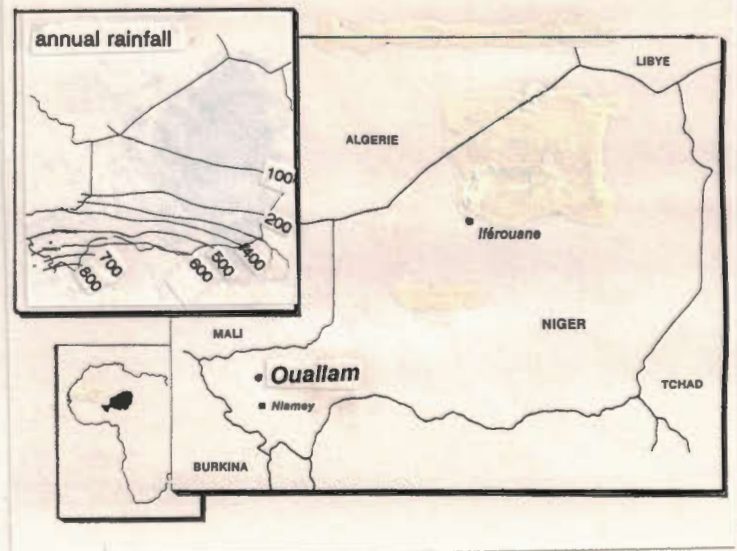
*Ouallam is a district capital some 100 kms north of Niamey, Niger. With a population of 5,000, it is the centre for numerous scattered Zarma villages. Recent rains have been lower than the map suggests, averaging 350 mm p.a. during the 80's, and this, together with population growth, has contributed to a rapid deterioration in the surrounding vegetation. One consequence of this deterioration is that the organic materials used for the flat roofs of traditional houses are increasingly difficult to obtain, whether by gathering or purchasing.*

### Initial training: project "push"

*In 1987, Ouallam was selected as a pilot centre for the African Food Systems Initiative (AFSI), a US Peace Corps programme funded by USAID. AFSI operates through teams of 5 to 10 volunteers working in the same district over a 10-year period. In their 2nd year of operation, the volunteers needed to build a hostel, but wanted to find a way to do this without using scarce and over-exploited wood. They had heard of the vaults and domes being built in other areas and selected 4 local masons to go on a training course being run in Iférouane, a considerable distance away.*

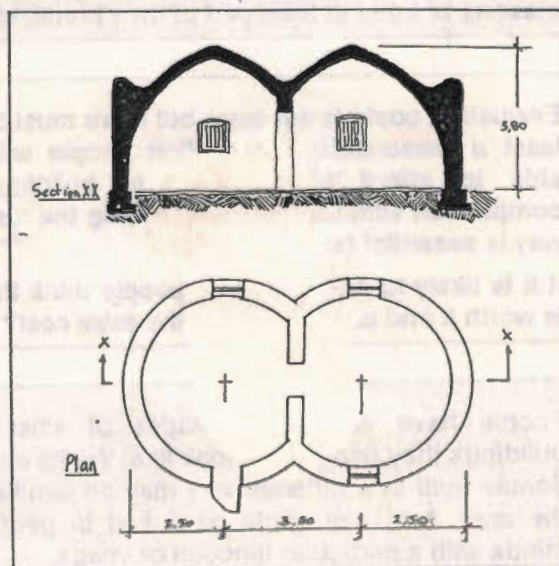
*The masons, it was hoped, would return to build the hostel using their new skills; the hostel would serve as an example of how to build without wood; local people would be convinced and want to build this way for themselves and the village would have its own trained masons to meet this demand.*

*The reality was rather different.*



### 1st project-funded demonstration - technically sound, but economically and socially unconvincing

*The masons did build the hostel, after many delays and at a cost which, by village standards - though not by most project standards - was exorbitant, mainly because of inflated labour and transport rates. Nevertheless, although simple, it proved a strong and comfortable building which withstood the intermittent, but often violent rains of the Sahel well. But 2 years later, no other houses had been built in this way and the masons were beginning to lose confidence in their ability to remember what they had learnt. The AFSI volunteers continued to discuss building without wood when the opportunity arose, but there was little real enthusiasm. This was in part because the hostel was designed as two interlocking circular rooms, simple to build and structurally extremely stable. Local people's idea of a "modern" house, however, was one with rectangular rooms.*



Meanwhile, Development Workshop kept in touch. Peter Tunley, DW Associate, had trained the 4 Ouallam masons in Iférouane whilst working for an IUCN/WWF project for the conservation of natural resources. He invited one of the AFSI volunteers, Cindy Bullard, to visit Iférouane to see other "woodless" buildings and talk to the masons there who were using the building system, unaided, for themselves and their clients. She returned full of enthusiasm, and organized a 3-day tour for two of the Ouallam trained masons, Mounkaila and Souley. Together they visited other buildings in villages north of Ouallam and - most important - talked to other masons who were using the techniques regularly. Mounkaila and Souley were particularly keen to quiz their hosts about building rectangular domed houses, which they had not done on their course.

### **2nd self-funded demonstration - the house that Mounkaila built**

The short tour proved to be a turning point. 2 days after they returned, on their own initiative, the two friends set about building a two-room domed house for Mounkaila - but this time with rectangular walls. With a team of 5 men, the house was finished in 14 work days (after brick-making) at a daily cost of only 225 Fcfa (4.5 French francs or 80 US cents) for giving cola nuts and cigarettes to the helpers. The result was a sound domed house finished to village standards.



Word spread rapidly. Within a month people from neighbouring villages were dropping by to see the rumoured "house with no wood". Mounkaila was famous! Government forestry workers visited his home to see its relevance to their work. AFSI volunteers were approached by more masons asking where they could learn. AFSI agreed to fund a training course in Ouallam itself, but only when they had first carried out a careful survey to make sure of both the personal motivation of the masons and the genuine commitment of the village leaders. Thus each mason agreed to

donate his labour after training to build one building in his home village and the village leaders undertook to find a suitable opportunity, and to provide a site and materials, for this to happen.

### **A tailor-made course: village "pull"**

16 masons from Ouallam and neighbouring villages (and 4 from further afield) attended the one-month course, designed and run by Development Workshop in late 1991.

The training itself was carried out by 4 experienced masons from other areas of Niger. It combined theoretical sessions and practice building with the "start-to-finish" construction of 6 public buildings.

These had been selected with the help of the district government services, who had only to provide finishings (doors, windows, etc.) after the course was over.

All 6 were structurally complete by the end of the course: a bus/taxi station; a school library; a medical ward; an office; a cooperative store and a depot.

The trainees and the villages were as good as their word. A fortnight after the end of the course, four further buildings were well underway in four separate villages; a good number of the masons were planning to build their own houses; and several villagers were amassing mud bricks in readiness for hiring the masons.

Luck played its part in this surge of enthusiasm: there had been a good rainy season and an excellent harvest: the men were able to stay in the region and build rather than be forced further afield to find work.

At the time of writing (June 1992), AFSI volunteers report that woodless construction is continuing to spread in the Ouallam district. And that Mounkaila is still nicknamed "the-man-who-built-his-house-without-wood"...



## **The Ouallam experience → Some tentative guidelines**

In Ouallam, the first training exercise (sending 4 masons to Iférouane) did not result immediately in any spontaneous building activity, even after a technically sound building had gone up in the village and been seen to perform well.

**A technically viable solution to a genuine problem, and the capacity to provide it (e.g. trained masons) does not in itself generate demand for that solution.**

The initial project-funded demonstration building (the AFSI hostel), although built to a design which did not prove very attractive to local people, nevertheless established the technical viability of the building system in this new area.

**Limited external funds can be used for a simple demonstration building. This absorbs the financial risk involved in trying out something new and enables the performance of the building - and people's reactions to it - to be observed over time (e.g. through a rainy season), before major funds and efforts are committed.**

The masons' visit to other areas with experienced masons working regularly with woodless construction proved a turning point.

**The opportunity to inspect built examples and talk with other masons is invaluable.**

The second self-funded "demonstration" building (Mounkaila's house), made significantly more impact, partly because it matched people's aspirations (rectangular walls), but mainly because it was built using friends to help and finished to village standards.

**Form is often as important as function. A demonstration should be seen to be within people's reach and to match their aspirations.**

Unlike the first training experience (sending 4 masons to Iférouane), the 2nd (the Ouallam training course, including 6 buildings) was followed by a great deal of building activity.

**Personal motivation and public commitment should be established before training.**

**A range of built examples with different functions, and of varying size and shape, helps to show the possibilities of the techniques.**

**Structured "on-the-job" training, combined with formal teaching of the principles, is both efficient and generates confidence and pride amongst the trainees.**

Without the long-term presence of development workers it is unlikely that woodless construction would have ever come to Ouallam.

**A flexible, careful approach, carried out in stages, may seem slow, but is more likely to yield results than a "force-fed" pace.**

# For further information and help...



## Publications and video-cassette

Development Workshop has prepared a range of publications and produced a short video-cassette on various aspects of Woodless Construction, with funding from IUCN (The World Conservation Union). At present, these are available only in French, but many are heavily illustrated with photographs and diagrams and may still be of interest even if French is not your working language.

This sheet can be detached or photocopied and used as an order form - see over.

Requests for free copies of documents from genuine cases will be treated sympathetically. Please write explaining your situation and interest.

## Contact us direct

Development Workshop would be pleased to hear from individuals and organizations who have read this document and who have an interest in woodless construction. Please send your comments, questions, or observations from your own experience to John Norton or Peter Tunley at the address below.

**Development Workshop,  
B.P. 13,  
82110 Lauzerte,  
France.**

**tel. (33) 63 95 82 34  
fax. (33) 63 95 82 42**

Name: .....

Organization: .....

Address: .....

.....

.....

tel.:.....fax:.....

**I wish to order the following and I enclose payment by cheque or international money order in French francs payable to Development Workshop. (Prices include postage and packing.)**

Signed: .....date: .....

	quantity	price	total
<i>Guide Pratique: Les Toitures sans Bois</i> Development Workshop, 1990, revised 1991, 77 pages.		85 FF	
<i>Une méthode de communication aux maçons.</i> <i>Fiches techniques et dessins</i> Development Workshop, 1991, 25 pages.		30 FF	
<i>Iférouane - habitat en évolution</i> Diana Hammer & Peter Tunley, with Development Workshop, 1991, 30 pages.		35 FF	
<i>Etude Economique: Bâtiments en adobe, Niger</i> Peter Tunley, Development Workshop, 1991, 31 pages.		35 FF	
<i>Etude Technique: Bâtiments en adobe, Niger</i> Alexandre Douline, Development Workshop, 1991, 106 pages.		110 FF	
<i>Vulgarisation de la construction de voûtes et coupoles au Sahel: L'identification des besoins</i> Development Workshop, (IUCN mission report) 1990, 59 pages		65 FF	
<i>Programme Habitat Humain: Evaluation des bâtiments et des techniques de construction, Cercle de Youvarou, région de Mopti, Mali</i> Development Workshop, (IUCN mission report) 1991, 45 pages		50 FF	
<b>video-cassette: LA CONSTRUCTION SANS BOIS,</b> Development Workshop and IUCN, 1992, 19 mins, PAL/SECAM		300 FF	

please specify : PAL / SECAM

TOTAL (payment enclosed with order)

# Liste des fiches

- A Pourquoi la 'Construction sans Bois'?**
- B Voûtes et coupoles - les techniques**
- C Voûtes et coupoles - l'architecture**
- D Construire en terre crue non-stabilisée**
- E Voûtes et coupoles - les coûts**
- F Voûtes et coupoles - problèmes à éviter**
- G Voûtes et coupoles - conviennent-elles?**
- H Comment introduire ces techniques?**
- I Pour en connaître plus...**

# Pourquoi la 'Construction sans Bois'?

## Origines

En 1980, un programme de développement rural intégré au sud du Niger, (Projet Tapis Vert, IEADI, Chikal), a reconnu les difficultés d'obtenir les matériaux végétaux utilisés pour la construction, et en particulier le bois pour les toitures plates des maisons en terre crue.

On proposa un système de construction de toitures sans bois, à savoir les voûtes et coupoles en briques de terre crue non-stabilisée, qui fut introduit au cours d'un programme de formation pour maçons mené par Development Workshop.

Par la suite, le Projet Conservation et Gestion des Ressources Naturelles dans l'Aïr et le Ténéré (PCGRNAT) de l'UICN/WWF et du Gouvernement du Niger a retenu ces mêmes techniques. Pourquoi?

D'une part, pour satisfaire à leurs propres besoins en infrastructure - en commençant par le bureau de Projet à Iférouane - sans consommer de bois. D'autre part, dans l'espoir qu'il y aurait là une solution possible aux problèmes de construction auxquels sont confrontés les habitants locaux.

Les bâtiments du Projet ont suscité de l'intérêt auprès de la population et des maçons locaux, ainsi que des services gouvernementaux. Le Projet a donc été convaincu du besoin d'inclure un volet spécifique 'Construction sans Bois' dans ses activités.

Ce volet continua jusqu'en 1990 d'entreprendre des programmes de formation, des recherches techniques, des démarches de vulgarisation, ainsi que de nombreuses constructions.



*toiture plate typique de beaucoup de régions - utilisation massive de bois...*



*coupole en briques de terre crue non-stabilisée - aucune utilisation de bois, ni de coffrage...*



*case ronde avec coupole, construite entièrement en terre crue non-stabilisée: sa forme rappelle celle de la tente (éhan) en matériaux végétaux...*

## **Le problème humain: comment est-il perçu par la population?**

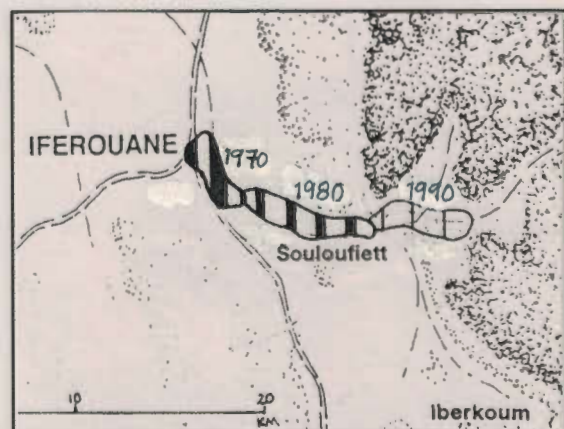
La plupart de familles des pays en voie de développement vont utiliser les matériaux les plus faciles à obtenir et à mettre en oeuvre, et les moins chers, pour construire un abri. Un logement simple avec murs en briques de terre crue et toiture plate en bois, branches et terre, reste en de nombreux endroits une méthode de construction simple et peu onéreuse, même si les performances (confort, hygiène, durabilité...) sont parfois médiocres. Or, dans de nombreux endroits, notamment du Sahel, la population constate que -

- le prix du bois augmente (en certains pays il faut un permis de coupe pour certaines espèces);
- le bois de qualité est souvent introuvable là où il se trouvait en abondance par le passé;
- pour s'approvisionner, il faut parcourir des distances de plus en plus grandes.

**On ne peut plus construire comme avant:**

- les pièces sont plus étroites parce qu'il n'y a plus de poutres assez longues,
- on est obligé d'improviser un poteau central, guère commode.

**En certains endroits, beaucoup de maisons neuves restent sans toit et beaucoup de toits végétaux abimés ne peuvent être entretenus, faute de bon bois.**



*à quelle distance se trouve le bois?*

*un exemple - le palmier doum (H. Thebaïca) existait en 1970 aux alentours d'Iférouane; dès 1990, il faut faire 12 à 18 kms pour en trouver...*

## **Le problème de l'environnement: comment est-il perçu par les autorités et les agences?**

Dans le cadre de la lutte contre la désertification, dans laquelle s'engagent tous les pays du Sahel, on cherche à:

- réduire la consommation de bois et de matériaux organiques et ainsi -
- combattre la disparition de certaines espèces et la dégradation de l'environnement.

A cela viennent s'ajouter d'autres objectifs:

- faciliter l'acquisition et l'utilisation de matériaux de construction locaux;
- réduire l'importation - très coûteuse pour l'Etat - de matériaux et de fuel pour la production de matériaux;
- promouvoir des demeures saines et confortables accessibles à la population et des bâtiments publics performants.



*construction 'traditionnelle' d'une mosquée (Niger) -*

*la structure de la toiture demande l'utilisation de poutres; d'autres éléments, plus petits, sont posés sur les colonnes, prêts à recevoir des branches qui seront recouvertes par de la terre.*

*construction sans bois d'une coupole sur base rectangulaire (Niger) -*

*les murs sont montés en briques de terre crue non-stabilisée avec un mortier de terre; la coupole également; le tout sera revêtu d'un enduit de terre.*



## Constat

Après 12 ans d'activité sur le terrain nous sommes en mesure d'affirmer que -

- il existe une demande réelle et croissante pour la 'Construction sans Bois';
- les toitures en voûtes et coupoles construites en terre crue non-stabilisée sont viables et s'intègrent petit à petit dans le "vocabulaire" local de construction de certaines régions du Niger et du Mali; elles demeurent, cependant, encore insuffisamment connues, voire mal comprises.



*habitat en évolution - Iférouane (Niger), constructions "traditionnelles" et constructions sans bois*

## Promouvoir la 'Construction sans Bois'

Il s'ensuit les besoins suivants:

- mieux informer et sensibiliser le public à tous niveaux;
- continuer et augmenter la formation de maçons et de main d'oeuvre;
- introduire la formation plus spécifique de techniciens et de chefs de chantier;
- mettre en place un système de contrôle de qualité pour la conception des bâtiments et leur construction;
- assurer une assistance technique après formation.

Promouvoir la 'Construction sans Bois' consiste désormais en la réalisation de ces objectifs.

# Voûtes et coupoles - les techniques

## Origines

Les voûtes et coupoles, construites sans coffrage, sont issues d'une longue tradition de construction dans les zones arides du Moyen Orient. Face à une pénurie de bois, les maçons d'Iran et d'Egypte ont développé - au cours des siècles - cette solution en terre qui a permis de construire aussi bien des palais que des maisons simples. Il existe de nombreuses variantes, dont celles dites "nubiennes" de la région sèche de la vallée du Nil, qui ont connu un renouveau d'intérêt au 20ème siècle grâce en grande partie aux efforts du grand architecte égyptien, Hassan Fathy.

## Justification

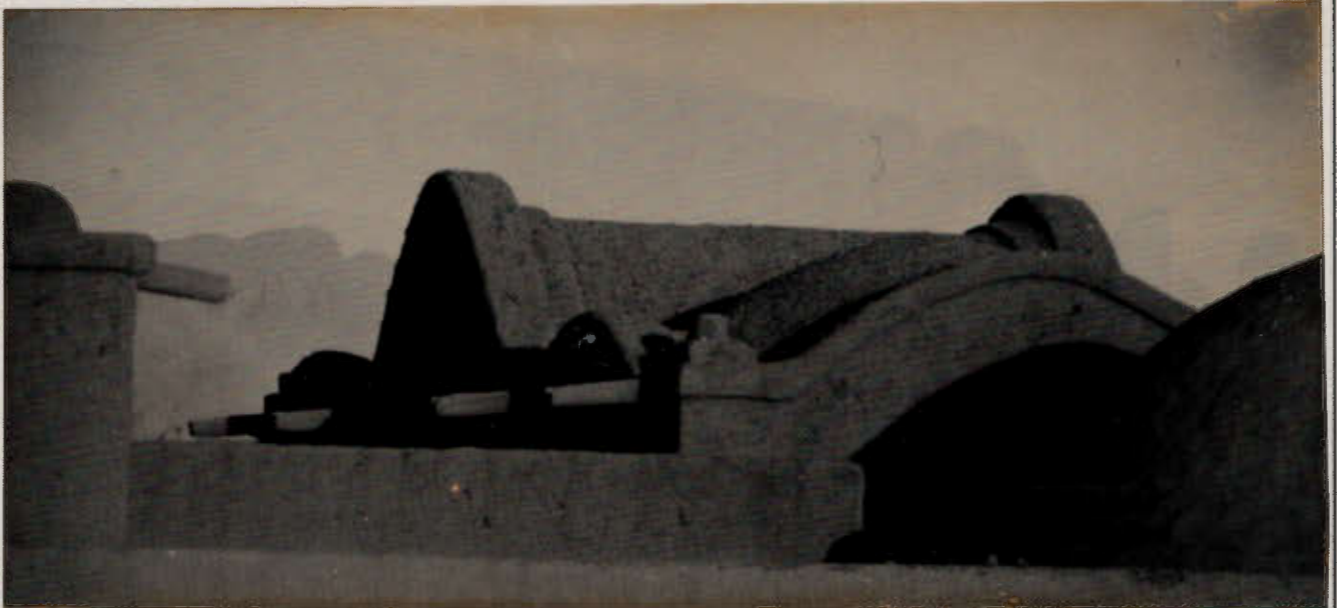
Les conditions de sécheresse qui ont donné lieu à ces techniques ressemblent aujourd'hui à celles d'une bonne partie du Sahel, ainsi que beaucoup d'autres régions arides ou semi-arides du monde. Au Niger, les techniques nubiennes ont été retenues par Development Workshop (organisation internationale avec une longue expérience de recherche et d'application dans ce domaine, y compris auprès de Hassan Fathy) pour un programme de formation de maçons à Chikal en 1980. Par la suite un programme pour la conservation et gestion des ressources naturelles dans l'Aïr-Ténéré, souhaitant sauvegarder certaines espèces végétales menacées, a également décidé de les promouvoir en raison de:

- leur facilité (relative) d'apprentissage;
- le fait qu'elles étaient parfaitement adaptées à la construction en briques de terre crue non-stabilisée déjà couramment utilisées dans la région;
- le constat que la forme de la coupole était bien connue au Niger, dans des palais, des mosquées et des maisons privées (grâce à l'utilisation du bois pour la structure porteuse), ainsi que des cases et des greniers.



*la forme de la coupole est bien connue au Sahel surtout dans les greniers à parois minces*

## **Le but de ce "transfert sud-sud" de technologie**

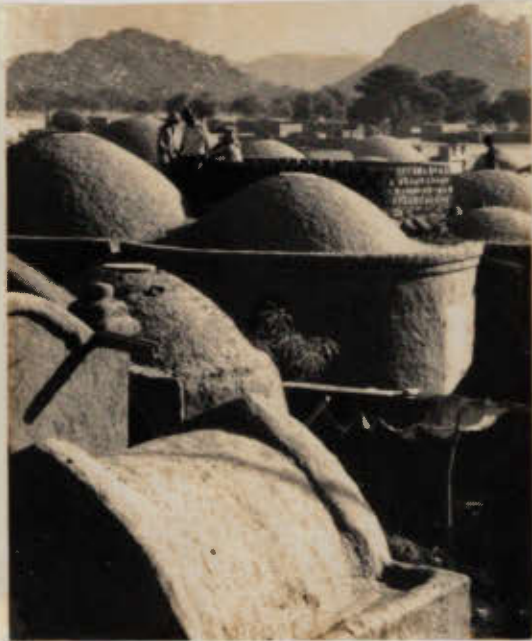


**Le potentiel de la construction sans bois dans beaucoup de pays est énorme. L'introduction de ces "nouvelles" méthodes de construction de toitures en terre crue non-stabilisée, sans bois et sans coffrage, vise les buts suivants:**

- **mettre à la disposition et à la portée des habitants des techniques adaptées au contexte local et aux ressources disponibles;**
- **permettre la construction de cases et de maisons lorsque les ressources traditionnelles de matériaux végétaux ne sont plus facilement disponibles;**
- **promouvoir la construction de bâtiments publics de dimensions moyennes qui sont performants et adaptés aux exigences des besoins modernes;**
- **stimuler l'économie et les compétences locales en utilisant les matériaux et les maçons déjà implantés dans la filière construction, notamment pour la construction de bâtiments publics (souvent construits avec une forte proportion de matériaux importés et une main d'oeuvre extérieure);**
- **réduire l'importation - très coûteuse pour l'Etat - de matériaux de construction et d'énergie pour leur production;**
- **rétablir un équilibre "main d'oeuvre - matériaux" plus adapté à beaucoup de pays en voie de développement qui disposent d'une importante main d'oeuvre sous-employée, mais peu de moyens d'investissement: ce système constructif favorise l'emploi de main d'oeuvre non-qualifiée, ainsi que de maçons et d'artisans, mais ne dépend d'aucun matériel spécial.**

# Voûtes et coupoles - l'architecture

## Diversité architecturale



Une voûte couvre habituellement une pièce rectangulaire.

Une coupole peut couvrir des espaces divers, le plus souvent ronds ou rectangulaires.

Plusieurs coupoles et/ou voûtes peuvent être associées de façon plus ou moins complexe pour couvrir des espaces très divers.

Les portées possibles sont souvent méconnues. Les maçons formés d'Iférouane (Niger) ont récemment construit avec des équipements très simples des coupoles de 6m de portée et une voûte de 4,4m de large. Avec l'expérience, des portées beaucoup plus grandes sont possibles.

Ainsi, les voûtes et les coupoles en terre crue non-stabilisée s'adaptent à :

- des abris simples;
- des villas privées de haute qualité;
- des équipements publics (dispensaires, coopératives, entrepôts...), des mosquées etc.;
- des complexes administratifs (bureaux, logements, infrastructure...)

## Avantage bioclimatique

L'inertie thermique due à l'épaisseur de la structure en terre protège les pièces de l'écart de température diurne, qui est parfois très grand dans les zones arides ou semi-arides. Ainsi on peut obtenir des températures intérieures très stables. De plus, la forme de la coupole favorise la ventilation naturelle. Ces avantages, associés à une conception climatique passive, (orientation et protection des ouvertures, ventilation naturelle, cours intérieures, etc.), permettent d'obtenir de bons niveaux de confort intérieur sans avoir recours à la climatisation ou à la ventilation artificielle.

## Souplesse esthétique

La souplesse des formes et la diversité des finitions possibles permettent une adaptation et une évolution vers des styles locaux, voir individuels, répondant aux goûts et aux aspirations des utilisateurs.

## ... De petits abris simples...



*abri simple d'une femme sans ressources (Iférouane)*



*le propriétaire de ce logement (toiture terrasse en bois) a préféré l'agrandir en construisant une pièce avec coupole (Tchirozerine)*



*logement construit pour sa propre famille (sans aide extérieure) par un maçon formé (Tchirozerine)*



*case de gardien: forme et finition modifiées par le maçon - un exemple d'une adaptation locale (Dosso)*



*grâce à l'utilisation d'un enduit décoratif traditionnel, ce petit bâtiment s'intègre bien dans la culture locale (Dosso)*



*la qualité inférieure de la terre justifia ici l'utilisation d'un enduit semi-dur sur le toit et la façade est: 10 ans plus tard, l'enduit résiste bien...*

**... des bâtiments plus grands, plus sophistiqués...**



*le fils d'un maçon formé lui a demandé son aide pour construire ces logements (Iférouane)*



*bureau, Projet Tapis Vert (Chikal)*



*villa privée de standing commanditée à un maçon local par un particulier; porte d'entrée et intérieur (Iférouane)*



*centre artisanal (Agadez)*



*logements en voutes et coupôles (Mission Catholique, Tchirozerine)*

**... destinés à des usages très divers.**



*ce village a choisi de confier la construction de sa mosquée à l'un des rares maçons de la région formé en la "Construction sans Bois" (Bonkougou); en arrière-plan à gauche, de rares voûtes traditionnelles avec structure en bois*



*intérieur, centre touristique (Iférouane)*



*la concession d'un maçon formé: toutes les formes y sont représentées (Iférouane)*



*infrastructure du PCGRNAT:  
bureau, logements,  
magasin, garage ...  
(Iférouane)*

# Construire en terre crue non-stabilisée

## Qu'est-ce que la stabilisation?

Le but de la stabilisation est d'améliorer de façon permanente une terre. La stabilisation se fait le plus souvent (mais pas nécessairement):

- en ajoutant un matériau (ciment, chaux, pozzolane, bitume...) qui modifie le comportement de la terre;
- à l'aide d'une presse pour augmenter la compacité du bloc.

Stabiliser une terre représente inévitablement un surcoût, au niveau du matériel, de la main d'oeuvre et de l'expertise nécessaires. Avant d'avoir recours à la stabilisation, il est donc logique de se poser les questions suivantes:

- les performances de la terre disponible, sont-elles adéquates pour la construction en question?
- peut-on compenser les déficiences éventuelles d'une terre autrement que par la stabilisation, par exemple en modifiant la conception du bâtiment?
- peut-on limiter la stabilisation aux surfaces extérieures les plus exposées?

## Les inconvénients de la stabilisation:

- le surcoût des adjuvants, de la presse et du travail de main d'oeuvre rendent les briques produites hors de prix pour la plus grande partie de la population. Les bâtiments construits en blocs stabilisés sont souvent économiquement peu viables, le prix des blocs étant équivalent à celui des parpaings en ciment;
- en ce qui concerne la construction de voûtes et coupôles en terre stabilisée, une mauvaise maîtrise des enduits qui conviennent entraîne souvent de graves problèmes de fissuration et d'étanchéité, problèmes qui sont par la suite chers et difficiles à rectifier;
- en général, vu le prix élevé des blocs de terre stabilisés, par souci d'économie il faut une plus grande expertise pour la conception et la mise en oeuvre du bâtiment, et surtout un contrôle technique très suivi; si ceux-ci font défaut - et c'est souvent le cas - les bâtiments de qualité inférieure qui résultent donnent une mauvaise image aux constructions en terre.

## Les avantages de la terre crue non-stabilisée:

- la production des briques reste facile (utilisation de moules simples) et leurs coûts abordables; une famille les confectionnera souvent elle-même;
- ce fait permet de construire des murs épais qui isolent mieux et qui conviennent bien aux climats avec un grand écart diurne de température;
- les enduits de terre conviennent le mieux aux constructions en terre crue: ils adhèrent parfaitement à la structure et leur entretien est peu onéreux, à condition d'être fait régulièrement et attentivement.

# Voûtes et coupoles - les coûts

## Comment évaluer les coûts de construction?

Pour évaluer les coûts de la construction avec voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée nous avons pris le cas réel de plusieurs bâtiments très divers, construits à Iférouane (Niger) à la fin des années 80, et dont les chantiers ont été rigoureusement suivis (consommation de matériaux, main d'oeuvre...). Les chiffres obtenus ont ainsi surtout une valeur comparative entre eux.

Les coûts sont exprimés en Fcfa/m<sup>2</sup> de surface habitable (SH) et sont présentés séparément pour le gros-oeuvre [■] et le second-oeuvre [▨].

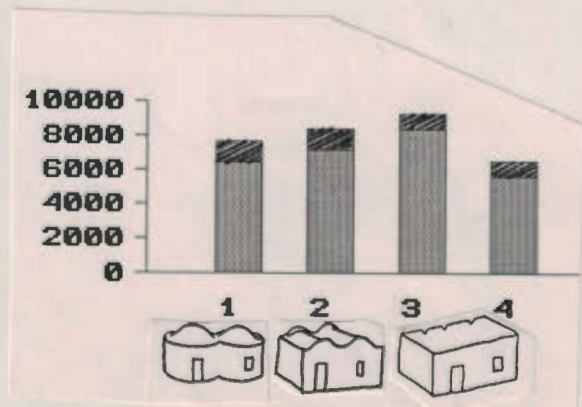
Une maison simple avec une toiture en coupoles (sur bases rondes) ou en voûtes, revient sensiblement au même prix qu'une maison avec toiture terrasse en bois.



Même en supposant l'utilisation de mauvais bois, obtenu sans permis de coupe, le coût des constructions sans bois reste concurrentiel, voire avantageux si l'on tient compte du fait que le mauvais bois devra être remplacé au moins tous les deux ans, parfois même annuellement.

Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:

1. maison à 2 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 cm (30 m<sup>2</sup> SH)
2. maison à 2 pièces rectangulaires avec voûtes, murs de 40 et 60 cm (24 m<sup>2</sup> SH)
3. maison "traditionnelle" à 2 pièces rectangulaires avec toiture terrasse, en bon bois (28 m<sup>2</sup> SH)
4. maison "traditionnelle" à 2 pièces rectangulaires avec toiture terrasse, en supposant l'utilisation de mauvais bois sans permis de coupe (28 m<sup>2</sup> SH)



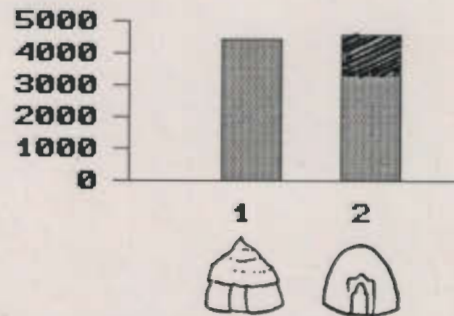
**La paillote peut être remplacée par une coupole simple sur base ronde pour un prix comparable.**

En outre, si l'on tient compte de la pénurie croissante en matériaux végétaux et des besoins en entretien plus onéreux de la paillote, la coupole revient déjà, en réalité, moins cher.



**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**

1. paillote traditionnelle (1 pièce) construite entièrement en matériaux végétaux (12 m<sup>2</sup> SH)
2. coupole simple sur base ronde, murs de 20 cms (11m<sup>2</sup> SH)



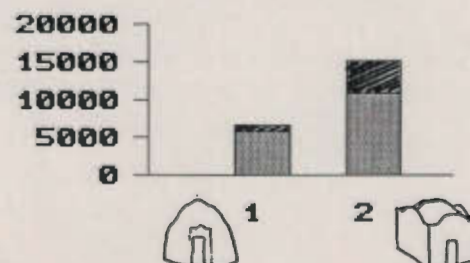
**Une coupole sur base rectangulaire revient en général plus cher qu'une coupole sur base ronde.**



Le coût supplémentaire est dû au temps de construction plus long que demande la coupole sur base rectangulaire et à l'utilisation moins économique du matériau. Néanmoins celle-ci est préférée pour des raisons pratiques et de prestige et donc retenue par les clients qui peuvent se le permettre.

**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**

1. pièce ronde avec coupole, murs de 40 cm (13m<sup>2</sup> SH)
2. pièce carrée avec coupole, murs de 40 cm (14m<sup>2</sup> SH)



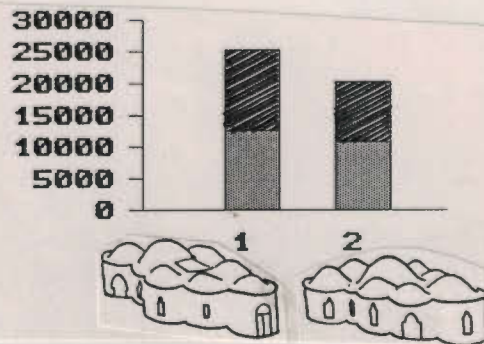
**Les second-oeuvre peut varier de 15% à 50% du coût total.**



Pour des bâtiments de standing, (comme les 2 villas privées montrées et chiffrées ici), qui demandent un travail de haute qualité et des finitions plus sophistiquées, le travail de second-oeuvre prend une proportion beaucoup plus importante par rapport au coût total, à savoir environ 50% contre environ 15 à 30% pour les autres bâtiments chiffrés sur ces pages.

**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**

1. 8 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm (89m<sup>2</sup> SH, cour intérieure non-comprise)
2. 8 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm, (98m<sup>2</sup> SH)

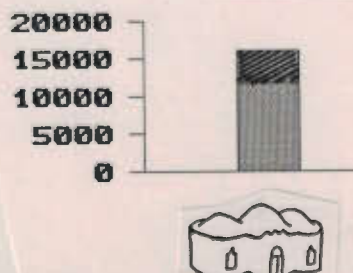


**Un équipement de petite taille, avec des finitions de haute qualité, confère un certain prestige au bâtiment malgré un coût relativement modeste.**

C'est le cas du Conseil Villageois de Développement d'Iférouane, qui est montré ci-contre et dont les coûts de construction sont cités.



**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**  
3 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm (45m<sup>2</sup>)



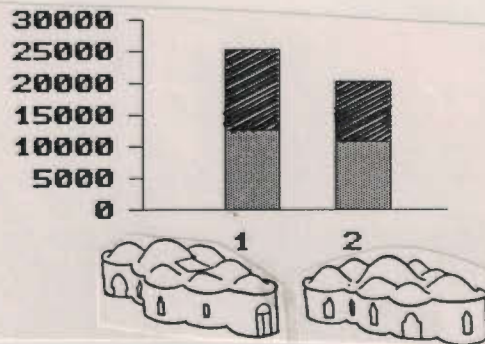
**Les second-oeuvre peut varier de 15% à 50% du coût total.**



Pour des bâtiments de standing, (comme les 2 villas privées montrées et chiffrées ici), qui demandent un travail de haute qualité et des finitions plus sophistiquées, le travail de second-oeuvre prend une proportion beaucoup plus importante par rapport au coût total, à savoir environ 50% contre environ 15 à 30% pour les autres bâtiments chiffrés sur ces pages.

**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**

1. 8 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm (89m<sup>2</sup> SH, cour intérieure non-comprise)
2. 8 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm, (98m<sup>2</sup> SH)

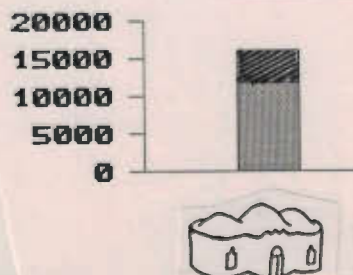


**Un équipement de petite taille, avec des finitions de haute qualité, confère un certain prestige au bâtiment malgré un coût relativement modeste.**

C'est le cas du Conseil Villageois de Développement d'Iferouane, qui est montré ci-contre et dont les coûts de construction sont cités.



**Coûts en Fcfa/m<sup>2</sup> de SH pour:**  
3 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 et 60 cm (45m<sup>2</sup>)



## **Quelques remarques**

Les chiffres cités ici appellent quelques remarques importantes.

### **Pour les constructions "traditionnelles" -**

- beaucoup d'activités sont menées dans un esprit d'aide mutuelle, surtout dans les communautés rurales;
- les matériaux sont souvent collectés ou confectionnés pendant plusieurs mois par la famille;
- il est très difficile de mettre une valeur monétaire sur un produit ou sur un travail réalisé grâce à une participation non-rémunérée et à l'utilisation de matériaux non-payés.

Pour tenter une comparaison juste entre les bâtiments construits à l'aide d'une main d'oeuvre non-rémunérée et les autres, nous avons inclus dans les exemples cités de ces premiers une valeur équivalente appropriée.

### **Pour les constructions en général -**

- la qualité du travail, des matériaux, des finitions et donc leur coût varient énormément, même entre des bâtiments apparemment semblables;
- nous avons utilisé un coût standard d'eau, de briques (transport compris), et de main d'oeuvre correspondant à la réalité moyenne à Iférouane;
- les marges de bénéfice des entreprises et des tâcherons varient beaucoup; parfois il est même difficile d'obtenir des renseignements objectifs dans ce domaine; dans les chiffres cités ici, les "profits" de l'entrepreneur en sus des salaires payés sont exclus;
- l'entretien après construction du bâtiment est aussi très important: combien il coûtera, sa fréquence et la réparation des dégâts éventuelles;
- pour une méthode de construction peu répandue, il y a nécessairement au début une période de "marché artificiel" avec des prix plus élevés que la normale; il faut former des maçons en nombre suffisant et les premiers maçons compétents peuvent demander des rémunérations au-dessus de la norme.

Enfin, la satisfaction des besoins et des aspirations des occupants (confort, santé, standing...) est non-chiffable: un bâtiment simple, peu cher peut être très performant sur certains critères; en revanche un prix élevé ne présente aucune garantie...

# Voûtes et coupoles - problèmes à éviter

## Qualité des réalisations

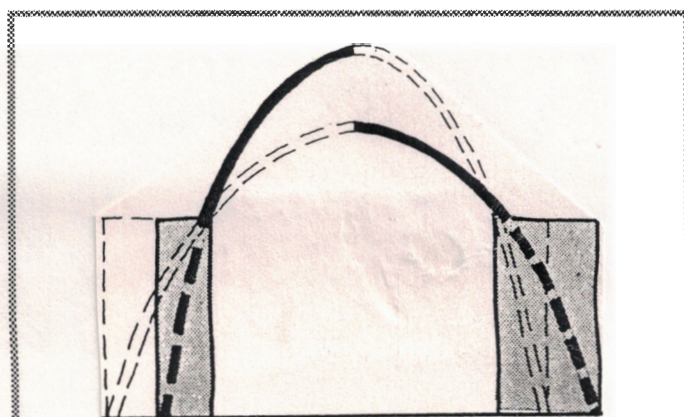
En 1990, Development Workshop a pu visiter presque toutes les 307 constructions que nous savions avaient été réalisées avec des toitures en voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée au Niger et au Mali depuis que ce système fut introduit dans cette région 10 ans auparavant. Il s'agissait pour 21% du total de constructions "spontanées", c'est à dire accomplies par des maçons formés construisant pour leurs propres familles, leurs amis, ou leurs clients (y compris parmi ces derniers des autorités locales, des organisations villageoises...), sans assistance technique ou financière extérieure. Ceci nous a donc permis de vérifier ce qui se passe au niveau de la qualité de travail quand un système constructif "nouveau" commence à se répandre spontanément, et d'identifier les problèmes éventuels les plus courants. Parmi les 304 bâtiments examinés:

- la grande majorité (297, ou 97%) étaient en bon état (absence de problèmes structuraux);
- 5 seulement avaient de graves problèmes structuraux (toitures totalement ou partiellement effondrées);
- 2 étaient sérieusement fissurés.

## Les problèmes

Dans ces 7 bâtiments instables, nous avons constaté au moins un - et plus souvent plusieurs - des problèmes suivants:

- fondations insuffisantes (ou dans 1 cas inexistantes);
- mauvaise construction des murs, notamment l'appareillage des blocs;
- une coupole montée trop rapidement qui s'est donc déformée et a exercé ensuite trop de poussée latérale sur les murs;



*Il y a un rapport à respecter entre la flèche et la portée de la voûte et la largeur des murs (voir ci-dessus). Il en va de même pour la portée de la coupole.*

- une mauvaise évacuation des eaux de pluie (gargouilles insuffisantes ou bouchées...)
- de mauvais enduits extérieurs (soit en terre mal préparée, soit en ciment).

Seulement en 2 cas sur les 304 visités avons-nous constaté un problème lié à une mauvaise maîtrise des principes de la construction de voûtes et coupoles:

- des dimensions de murs trop faibles pour résister aux poussées latérales.

## A l'origine des problèmes

- une formation insuffisante ou incomplète;
- une mauvaise qualité de travail;
- une "pression" à tort pour travailler plus vite ou économiser les matériaux.

D'où un besoin en formation formalisée et en contrôle de qualité.

### Quelques règles de l'art....



*Un bon appareillage, sur de bonnes fondations...*



*Une bonne évacuation des eaux de pluie, et un enduit qui convient....*



*Un chantier bien suivi, un contrôle de qualité*

# Voûtes et coupoles - conviennent-elles?

Comment arriver à la décision de construire des voûtes ou des coupoles en terre crue non-stabilisée? Comme pour toute architecture, il faut être très sûr qu'elles conviennent réellement aux conditions locales et aux besoins et aspirations des utilisateurs. Certains critères peuvent influencer ce choix, parmi eux le climat, les ressources disponibles, et le mode de vie des utilisateurs, ...

## Climat

On considère souvent - à tort - qu'on ne peut construire des voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée que dans les régions les plus arides. Il suffit pourtant de se référer à la durabilité des greniers à parois minces (3 cm) en terre crue, dont on trouve des exemples partout dans le Sahel, pour réaliser que ces constructions résistent bien et qu'il existe un savoir-faire local pour leur construction et leur entretien.

L'exemple ci-contre se trouve au sud du Niger, dans une région d'environ 400mm/an de pluviométrie. Des constructions semblables sont loin d'être rare dans des régions de 500 mm/an de pluviométrie.



*Grenier typique de beaucoup de régions du Sahel avec parois très minces en terre crue non-stabilisée. Le savoir-faire local existe pour qu'il résiste au climat...*

En ce qui concerne notre propre expérience, à Filingué, Niger, où la pluviométrie est de 350mm/an, deux bâtiments construits en terre crue non-stabilisée (à la demande du Préfet) en 1983 et revêtus d'un enduit en terre, ont reçu leur premier entretien (recrépiage en terre) en 1990. Pendant ces 7 ans, ils n'ont subi aucun dégât structurel.



*Avec un crépis en terre, et une bonne construction, ce bâtiment (Filingué, Niger) n'a demandé aucun entretien pendant 7 ans.*

Si ces exemples sont rassurants, soulignons qu'ils dépendent d'une bonne maîtrise des techniques de construction et d'un entretien correct du bâtiment, notamment du crépis.

## La construction

La pluie en soi ne présente pour ainsi dire pas de problème ni pour les toitures ni pour les murs (construits en une terre qui convient), mais les eaux de pluie doivent impérativement être évacuées rapidement. Il est donc très important:

- de construire sur un site qui ne s'inonde pas (par exemple, sur une petite pente ou l'eau s'écoulera naturellement);
- de faire des fondations et des remblais de façon à ce que l'eau ne reste pas au pied des murs;
- de concevoir les toitures pour que l'eau s'en écoule rapidement -
  - remblais de terre sur la toiture pour créer ou accentuer les pentes;
  - pose de gargouilles (assez grandes pour ne pas se boucher);
  - éviter que les acrotères ou autres finitions ne retiennent l'eau.

## Le crépis

La fonction du crépissage extérieur doit également être bien comprise: elle n'est pas d'assurer l'étanchéité du bâtiment qui (au moment de sa construction) est étanche. Sa fonction est plutôt de protéger la structure (blocs et mortier) de l'érosion en présentant une surface qui, une fois érodée, sera plus facilement entretenue.



Il faut surtout éviter la fissuration et le décollement du crépis qui favorisent l'infiltration d'eau pouvant être retenu entre le crépis et la structure. Ceci est très nuisible et entraîne des dégâts importants qui sont par la suite difficiles et chers à rectifier.

Il faut donc:

- n'utiliser que les matériaux (par exemple un mélange traditionnel) qui adhèrent à la terre crue sans se fissurer ou se décoller; (le ciment, ou un mélange terre-ciment s'érode peut-être moins rapidement, mais adhère mal à la terre, se fissure, et est donc fortement déconseillé);
- vérifier l'état du crépis régulièrement, au moins une fois par an, et après de fortes pluies;
- entretenir le crépis consciencieusement: une tâche peu onéreuse et peu coûteuse, à condition d'être faite régulièrement.

## Ressources

### Une terre qui convient

Existe-il déjà des bâtiments en terre dans la région? Sont-ils en bon état après plusieurs années? Les habitants de la région en sont-ils contents et fiers? Si la réponse à ces questions est "oui", il est fort probable que la terre locale convient.

Il existe aussi des essais faciles à réaliser sur le terrain qui aideront à décider si la terre convient, mais le savoir-faire local compte pour beaucoup. Les maçons locaux, où prennent-ils la terre pour fabriquer leurs blocs? Y ajoutent-ils quelque chose? Leurs réponses en diront souvent plus long que les tests...

### Matériaux

On utilisera des matériaux plus ou moins sophistiqués selon les bâtiments qu'on construit. Au minimum il faut:

- des outils courants pour extraire la terre et pour le travail de maçonnerie;
- des moules pour fabriquer les blocs;
- un niveau à eau pour niveler les fondations;
- un plomb pour que les murs montent droit;
- pour les coupôles, une corde ou un bras rayon pour pouvoir poser les briques correctement;
- pour les voûtes, une corde ou un fil de fer pour tracer la courbe et pour guider la construction;
- un échafaudage.

Pour des bâtiments plus sophistiqués, on utilisera également:

- des coffrages en bois ou en métal pour former des arches de formes diverses.

*une terre qui convient...*

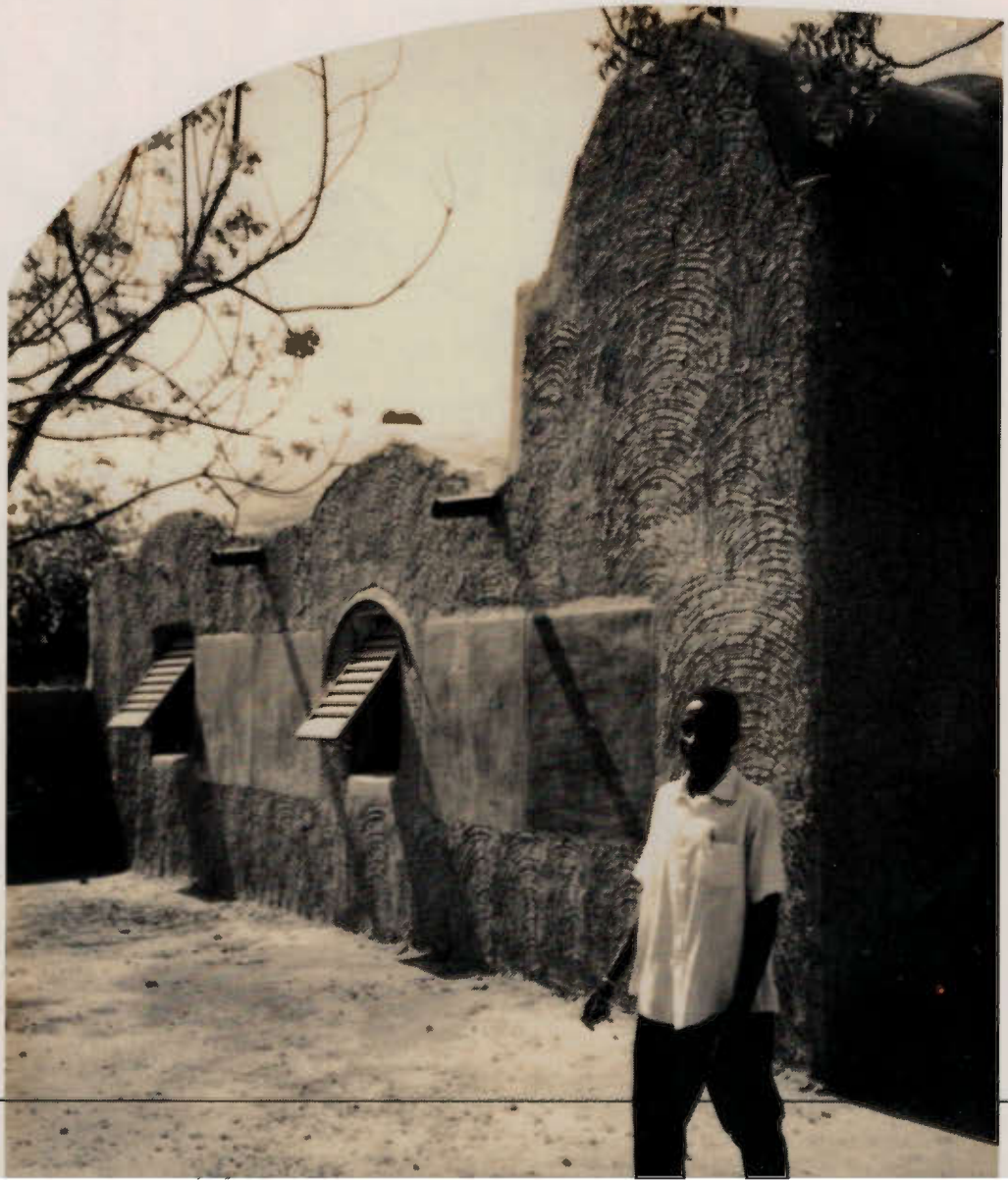
*... et des matériaux très simples ou plus sophistiqués...*



## Mode de vie

Aucun système constructif - si "approprié" qu'il soit - ne sera assimilé dans les traditions de construction s'il ne peut pas répondre aux besoins et aux aspirations de la population. En ce qui concerne les voûtes et les coupoles en terre crue non-stabilisée, notre expérience au cours de 12 années de recherche et de pratique sur le terrain nous encourage à penser que:

- les voûtes et les coupoles peuvent répondre à une large gamme de besoins et leur souplesse architecturale leur permet d'être rapidement adaptées aux contextes locaux;
- le niveau de confort climatique et d'hygiène varie - surtout en fonction des finitions et donc en rapport avec le coût - mais en générale est comparable à celui des autres manières locales de construire, y compris "en dur", et souvent plus élevé;
- le coût de la construction sans bois ne présente pas d'obstacle: souvent le matériau de base (le bloc de terre crue) est de loin plus facile à obtenir que les matériaux "traditionnels" d'origine végétale.



# Comment introduire ces techniques?

On ne peut pas généraliser sur la façon d'introduire la construction sans bois dans une nouvelle région, sinon de procéder lentement et avec précaution. Comme toute autre innovation, cependant, elle ne doit être introduite que lorsqu'il existe une réelle chance qu'elle soit utilisée par les maçons locaux et la population, même quand il n'y a plus d'apport technique ou financier de l'extérieur.

Les points soulevés sur cette page serviront peut-être à rappeler les questions les plus importantes. L'étude de cas sur les pages suivantes décrit une approche qui, ayant démarré lentement, semble aujourd'hui aboutir à un bon résultat.

Quel est le vrai problème sur lequel vous vous penchez?

Il faut être très sûr que le "problème" tel que vous le concevez et tel que les autres l'expriment pourra être résolu par une solution constructive.

Une nouvelle route pour atteindre un hôpital serait peut-être plus efficace que de construire un dispensaire dans le village...

La construction sans bois a-t-elle un rôle à jouer?

La construction sans bois peut jouer un rôle particulièrement utile lorsque (1) on emploie une quantité importante de bois pour construire et (2) le bois utilisable devient sensiblement plus difficile ou plus cher à obtenir.

Si seulement une de ces conditions existe - ou est perçue - son rôle pourrait être limité.

Est-elle viable sur le plan technique?

Il faut tenir compte des caractéristiques de la terre disponible, du climat, etc. (Voir fiche G).

Egalement importante est la façon dont la filière construction est organisée. Fait-on des blocs de la taille et la qualité requises? Une famille, utilise-t-elle un maçon pour l'aider à construire au moins une partie de sa maison?

Les gens pourront-ils construire ainsi sur le plan financier?

L'évaluation des coûts est problématique. Néanmoins, une nouvelle façon de construire doit être à la portée des gens. Il est donc essentiel de comparer son coût probable avec le coût des constructions habituelles. (Voir fiche E.)

Les gens seraient-ils éventuellement prêts à payer plus cher? Peuvent-ils se le permettre?

La construction sans bois, sera-t-elle à leur goût?

On a tous une image de ce à quoi les bâtiments qu'on utilise doivent ressembler. Les voûtes et/ou les coupes pourraient être liées à une fonction ou une image particulière. Par endroits, une maison ronde est considéré comme suranné.

Il faut fournir un exemple, même simple, et donner aux gens le temps d'y réagir.

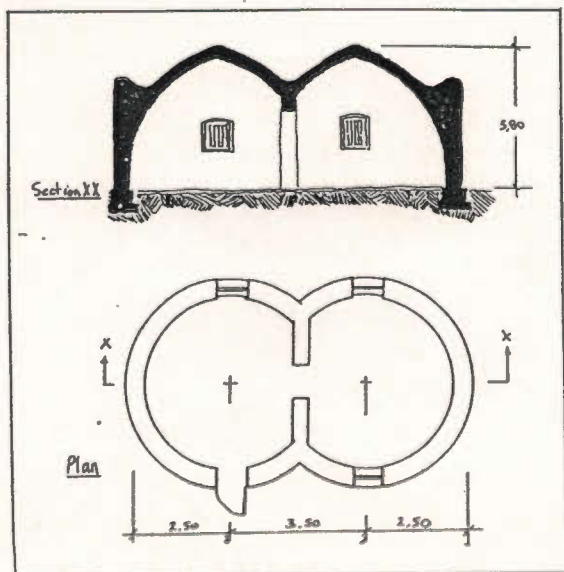
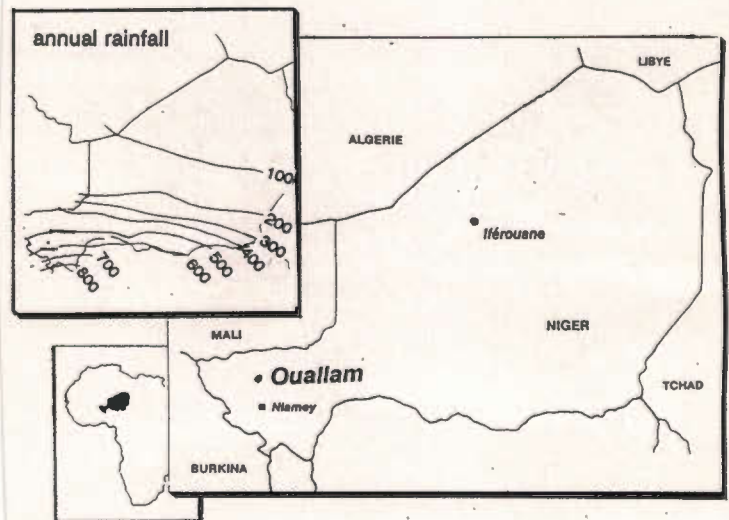
## "Mounkaila - l'homme au toit sans bois" - une étude de cas

Quallam, pop. 5 000, se trouve à une centaine de kilomètres au nord de Niamey, Niger, et sert de centre pour de nombreux petits villages Zarma éparpillés tout autour. Les pluies des années récentes ont été moins bonnes que ne le suggère la carte isométrique: une moyenne de 350 mm par an pour les années 80. Ce fait, ainsi que la croissance importante de la population, a contribué à la détérioration rapide de la végétation aux alentours. Une conséquence de cette détérioration est que les matériaux végétaux utilisés couramment pour les toitures plates deviennent de plus en plus difficiles à obtenir, que ce soit en s'approvisionnant soi-même ou en les achetant.

### 1ère initiative de formation

En 1987, Ouallam fut retenu comme centre pilote pour la "American Food Systems Initiative" (AFSI), un programme du Corps de la Paix des Etats-Unis financé par l'USAID. AFSI réalise ses actions à travers des équipes de 5 à 10 volontaires qui travaillent dans une même région pendant une dizaine d'années. Au cours de leur seconde année d'activité, les volontaires à Ouallam avaient besoin d'une maison de passage, et souhaitaient la construire sans utiliser de bois déjà sur-exploité. Ayant entendu parler des voûtes et coupoles "sans bois" qu'on construisait ailleurs, ils ont envoyé 4 maçons de Ouallam à un stage de formation à Iférouane, bien au nord du pays.

Ils espéraient ainsi que les maçons reviendraient construire la maison de passage sans bois, mais aussi que celle-ci servirait d'exemple à la population locale, qui - convaincue - reprendrait ces mêmes techniques avec leurs propres maçons, déjà formés. La réalité fut quelque peu différente.



### 1er bâtiment (financement projet) -

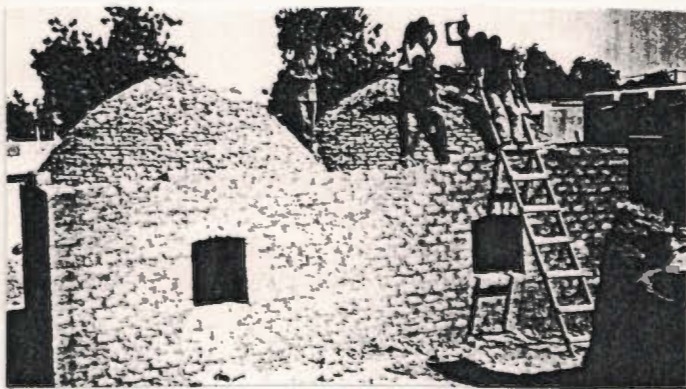
viable sur le plan technique, mais non pas sur le plan économique ou social

La maison fut en effet construite, après plusieurs délais et à un prix qui paraissait exorbitant aux villageois, (qui avaient "forcé" sur les coûts de main-d'oeuvre et de transport), mais qui n'étaient pas hors du commun pour un projet. Bâtiment simple, il était néanmoins robuste et confortable et résista bien aux violentes averses de la saison des pluies. Mais 2 ans plus tard, personne n'avait pris la relève en construisant une autre bâtiment semblable et les maçons commençaient à oublier ce qu'ils avaient appris. Interrogés par les volontaires, les villageois montraient peu d'enthousiasme, en partie, il est vrai, parce qu'ils préféraient les murs rectangulaires aux murs ronds de la maison de passage, mais aussi par simple méfiance du "nouveau".

Pendant ce temps, Development Workshop restait en contact. Peter Tunley, Associé de DW, avait formé les 4 maçons d'Ouallam lorsqu'il travaillait pour un programme UICN/WWF pour la conservation et la gestion des ressources naturelles à Iférouane. Il proposa à un des volontaires, Cindy Bullard, de venir visiter d'autres constructions sans bois à Iférouane et de parler avec les maçons qui employaient régulièrement ce système de construction pour eux-mêmes et à la demande de leurs clients. Elle revint de son enquête enthousiasmée et organisa un voyage de trois jours pour deux des maçons formés, Mounkaila et Souley. Ceux-ci visitèrent d'autres bâtiments dans des villages situés au nord d'Ouallam et interrogèrent longuement des maçons plus expérimentés sur la construction de coupoles sur plan rectangulaire qu'eux-mêmes n'avaient pas eu l'occasion de construire.

### **2ème bâtiment (auto-financé) - la maison de Mounkaila**

Seulement 2 jours après leur retour, les deux amis ont commencé de construire une maison - deux pièces rectangulaires avec coupoles - pour Mounkaila. Avec une équipe de 5 copains, la maison fut achevée en 14 jours (sans compter la confection des briques) et ne coûta que 225 Fcfa (4.5 FF) par jour, le prix des noix de cola et des cigarettes distribuées parmi ceux qui aidaient. Le résultat: une structure robuste et plaisante et des finitions simples, typiques du village.



Le bruit courut rapidement. En moins d'un mois on venait des villages avoisinants pour voir le "toit sans bois". Mounkaila était célèbre! Les animateurs du service forestier lui rendirent visite pour comprendre l'intérêt de ce système de construction. De plus en plus de maçons vinrent demander aux volontaires AFSI comment apprendre. Ayant d'abord vérifié la motivation personnelle des maçons et le soutien pratique de leurs représentants de village grâce à une enquête rigoureuse, AFSI décida de financer un programme de formation à Ouallam même. Chaque maçon s'engagea à construire sans rémunération une maison dans son village une fois sa formation terminée, et les représentants des villages entreprirent de leur en fournir l'occasion, le site et les matériaux.

### **2ème initiative de formation**

16 maçons de Ouallam et des villages avoisinants (ainsi que 4 venus de plus loin) ont participé au stage d'un mois qui fut conçu et mené par Development Workshop, fin 1991. 4 maçons nigériens avec une grande expérience de la construction sans bois et de la formation ont assuré la formation même, qui associa cours "théoriques" sur les principes, exercices pratiques et toutes les étapes de la construction (par équipe de 4) de 6 bâtiments. Ces bâtiments avaient été retenus avec le concours des services gouvernementaux de la région, qui s'engagèrent à fournir les finitions une fois le stage terminé. Le gros-œuvre des 5 bâtiments (une station de taxi, une bibliothèque scolaire, une pièce commune pour malades au dispensaire, un bureau, une coopérative et un entrepôt) était terminé comme prévu à la fin du stage.



Les stagiaires et les villageois tinrent parole. 15 jours après la fin du stage, quatre nouveaux chantiers étaient déjà bien avancés dans quatre villages différents; plusieurs maçons se préparaient à construire leur propre maison "sans bois" et un villageois préparait son chantier en accumulant ses briques. Le temps aidant - Il y avait eu de bonnes pluies et une excellente récolte et les hommes ont pu rester dans leurs villages plutôt que d'aller chercher du travail ailleurs - la construction sans bois paraissait lancée.

Aux dernières nouvelles des volontaires AFSI, les constructions sans bois continuent d'apparaître un peu partout. Et Mounkaila porte toujours le surnom, selon la coutume du pays, de "l'homme-au-toit-sans-bois"...

## L'expérience de Ouallam → Quelques conclusions

A Ouallam, le fait d'avoir formé 4 maçons à Iférouane n'a pas donné lieu dans l'immédiat à des constructions spontanées, même quand un bâtiment viable sur le plan technique avait pu être observé de tous.

**Une solution à un problème réel qui est viable sur le plan technique, et la possibilité de la fournir (dans ce cas les maçons formés) ne résulte pas en soi à une demande pour cette solution.**

Le premier bâtiment (la maison de passage d'AFSI), bien que ne répondant pas aux possibilités financières et aux aspirations de la population, établit néanmoins la viabilité technique de cette nouvelle méthode de construire dans la région.

**Des fonds extérieurs limités peuvent permettre la construction d'un bâtiment simple de démonstration. Celui-ci absorbe le risque financier de lancer un "essai", et permet d'observer la performance du bâtiment - et la réaction de la population - quelque temps (ex. pendant au moins une saison de pluie) avant d'engager des fonds et des efforts importants.**

La visite des maçons de Ouallam aux maçons qui construisaient régulièrement des voûtes et des coupoles dans d'autres villages fut décisive.

**La possibilité de visiter des exemples bâtis et d'interroger des maçons est d'une valeur inestimable.**

Le 2ème bâtiment auto-financé (la maison de Mounkaila) fit beaucoup plus d'impression que le 1er, en partie parce qu'il avait des murs rectangulaires, mais aussi parce qu'il était construit pour et par des villageois s'entraidant et avec des finitions simples, typiques du village.

**La forme du bâtiment est aussi importante que sa fonction ou sa performance technique. De plus, un bâtiment de démonstration doit être perçu comme accessible à tous.**

Contrairement à la 1ère initiative de formation (les 4 maçons envoyés à Iférouane), la 2ème (le stage à Ouallam, y compris la construction de 6 bâtiments) donna lieu à une activité intense de construction.

**Il est souhaitable de vérifier la motivation des stagiaires et le soutien des villages qui les parrainent avant d'entreprendre de la formation.**

**Il est utile de multiplier les exemples bâtis, de forme, de taille et de fonction diverses, pour montrer le potentiel des techniques.**

**La formation "sur-le-tas" bien suivie, associée au cours théoriques sur les principes, s'avère efficace et donne confiance aux stagiaires.**

Sans la présence à long-term des animateurs, il est peu probable que la construction sans bois ne soit jamais arrivée à Ouallam.

**Une approche réfléchie, se déroulant par étapes et permettant de réagir selon les résultats de chaque étape, paraît lente, mais sera plus sûre.**

### **Publications et cassette-vidéo**

Development Workshop, avec le financement et la collaboration de l'UICN (Union mondiale pour la nature), a préparé une gamme de publications, ainsi qu'une cassette-vidéo, sur divers aspects de la construction sans bois.

Vous pouvez vous servir de cette page comme bon de commande (voir au verso).

Pour recevoir des copies gratuites de ces documents, adressez-nous un courrier en nous exposant votre cas et pourquoi vous vous intéressez à la construction sans bois et nous essayerons de répondre à votre demande.

### **Contactez nous directement**

Vous avez lu ce document et la construction sans bois vous concerne? Development Workshop aimerait recevoir vos commentaires, vos questions ou vos observations éventuelles à partir de votre propre expérience. Ecrivez à John Norton ou Peter Tunley à l'adresse ci-dessous.

**Development Workshop,  
B.P. 13, 82110 Lauzerte, France.  
tel. (33) 63 95 82 34  
fax. (33) 63 95 82 42**

## Publications et cassette-vidéo

Development Workshop, avec le financement et la collaboration de l'UICN (Union mondiale pour la nature), a préparé une gamme de publications, ainsi qu'une cassette-vidéo, sur divers aspects de la construction sans bois.

Vous pouvez vous servir de cette page comme bon de commande (voir au verso).

Pour recevoir des copies gratuites de ces documents, adressez-nous un courrier en nous exposant votre cas et pourquoi vous vous intéressez à la construction sans bois et nous essayerons de répondre à votre demande.

## Contactez nous directement

Vous avez lu ce document et la construction sans bois vous concerne? Development Workshop aimerait recevoir vos commentaires, vos questions ou vos observations éventuelles à partir de votre propre expérience. Ecrivez à John Norton ou Peter Tunley à l'adresse ci-dessous.

**Development Workshop,  
B.P. 13, 82110 Lauzerte, France.  
tel. (33) 63 95 82 34  
fax. (33) 63 95 82 42**

Nom: .....

Organisation: .....

Adresse: .....

.....

.....

tél:..... fax:.....

**Je souhaite recevoir le(s) document(s) et/ou cassette-vidéo suivant(s) et je joins mon règlement en francs français libellé à l'ordre de Development Workshop. (Frais d'emballage et de port compris dans les prix.)**

	quantité	prix	total
<i>Guide Pratique: Les Toitures sans Bois</i> Development Workshop 1990, révisé 1991, 77 pages.		85 FF	
<i>Une méthode de communication aux maçons.</i> <i>Fiches techniques et dessins</i> Development Workshop 1991, 25 pages.		30 FF	
<i>Iférouane - habitat en évolution</i> Diana Hammer et Peter Tunley, avec Development Workshop, 1991, 30 pages.		35 FF	
<i>Etude Economique: Bâtiments en adobe, Niger</i> Peter Tunley, Development Workshop 1991, 31 pages.		35 FF	
<i>Etude Technique: Bâtiments en adobe, Niger</i> Alexandre Douline, Development Workshop 1991, 106 pages.		110 FF	
<i>Vulgarisation de la construction de voûtes et coupôles au Sahel: L'identification des besoins</i> Development Workshop, (rapport de mission) 1990, 59 pages		65 FF	
<i>Programme Habitat Humain: Evaluation des bâtiments et des techniques de construction, Cercle de Youvarou, région de Mopti, Mali</i> Development Workshop, (rapport de mission) 1991, 45 pages		50 FF	
<b>cassette-vidéo: LA CONSTRUCTION SANS BOIS,</b> Development Workshop/UICN, 1992, 19 mins, PAL/SECAM		300 FF	

préciser svp : PAL / SECAM

TOTAL (à joindre à la commande)