

Atelier de travail et de sensibilisation

LA CONSTRUCTION SANS BOIS

10 - 14 décembre 1991

Agadez, Niger

Organisé par Development Workshop

Financé par l'UICN - l'Union Internationale pour la Conservation

En collaboration avec le Département d'Agadez

Programme

Atelier - LA CONSTRUCTION SANS BOIS

10 - 14 décembre 1991, Agadez, Niger

Jour 1: mardi 10 décembre

- 0830 - 0900 **Présentation du programme pour la semaine**
M. Peter Hilaire, Représentant UICN au Niger
- 0900 - 0930 **Discours de bienvenue**
M. Moustapha Tahy, le Maire d'Agadez
- 0930 - 0950 **Discours d'ouverture**
M. le Préfet d'Agadez ou son représentant
- 0950 - 1000 *Pause*
- 1000 - 1050 **Présentation du programme régional de l'UICN**
M. Peter Hilaire et M. Anada Tiega, UICN
- 1050 - 1100 *Pause*
- 1100 - 1200 **L'environnement et l'habitat humain**
M. John Norton, Directeur de Development Workshop
- 1200 *Pause déjeuner*
- 1500 - 1530 **Introduction: présentation du Projet PCGRNAT**
M. Oumarou Alassoum, Directeur du PCGRNAT
- 1530 - 1630 **Introduction: le programme de construction sans bois à Iférouane**
M. John Norton et M. Peter Tunley, Development Workshop

Jour 2: mercredi 11 décembre

- 0800 - 1230 **Visite de bâtiments existants et chantiers à Tchirozérine**
(Accompagnée et commentée par M. John Norton et M. Peter Tunley)
- 1230 *Retour à Agadez et pause déjeuner*
- 1500 - 1700 **Présentation des techniques de construction sans bois - potentiels et limitations**
M. Peter Tunley et M. John Norton, Development Workshop
- 1700 - 1900 *Libre*
- 1900 **Soirée amicale: Méchoui**

Jour 3: jeudi 12 décembre

- 0830 - 0930** **Présentation du bilan régional du programme construction sans bois à ce jour**
M. John Norton, Development Workshop
- 0930 - 0950* *Pause*
- 0950 - 1230** **Visite de l'URC artisanat à Agadez et de divers bâtiments à Azal**
(Accompagnée et commentée par M. John Norton et M. Peter Tunley)
- 1230* *Retour à Agadez et pause déjeuner*
- 1500 - 1600** **Présentation de l'Unité de Formation et de Sensibilisation (UFS)**
M. John Norton et M. Peter Tunley, Development Workshop
- 1600 - 1615* *Pause*
- 1615 - 1645** **Présentation et discussion des documents disponibles à ce jour**
M. John Norton et M. Peter Tunley, Development Workshop
- 1645 - 1700* *Pause*
- 1700 - 1800** **Débat ouvert:**
l'UFS

Jour 4: vendredi 13 décembre

- 0830 - 0930** **Présentation sur l'état actuel des formations forestières naturelles**
du département d'Agadez
Cdt. Salou Barmou, Directeur Départemental de l'Environnement d'Agadez
- 0930 - 0945* *Pause*
- 0945 - 1045** **Présentations des actions dans le domaine de l'habitat humain**
Travaux Publics, Génie Rural, ONGs
- 1045 - 1100* *Pause*
- 1100-1230** **Continuation des présentations des actions dans le domaine de l'habitat humain**
Travaux Publics, Génie Rural, ONGs
- 1230* *Pause déjeuner*
- 1500 - 1600** **Présentation du Programme Habitat Humain de l'UICN/Development Workshop,**
avec des exemples au Mali et au Niger
M. John Norton, Development Workshop
- 1600 - 1615* *Pause*
- 1615 - 1800** **Débat ouvert:**
Les problèmes de l'habitat humain et son impact sur
l'environnement: identification des problèmes (urbanisme, migration
gestion de ressources, financement...)

Jour 5: samedi 14 décembre

- 0830 - 1000** **Discussion sur les présentations et visites de la semaine:**
la construction sans bois, le Projet Habitat Humain, l'UFS etc.
- 1000 - 1030* *Pause*
- 1030 - 1130** **Sommaire des conclusions**
M. John Norton, Development Workshop
- 1130 - 1230** **Clôture**
M. Peter Hilaire, Représentant UICN au Niger

Publications - bon de commande

Nom:

Organisation:

Adresse:

.....

.....

.....

tél.:.....fax:.....

Je souhaite recevoir les publications suivantes et je joins mon paiement par chèque ou mandat postal en Francs français libellé à l'ordre de Development Workshop.

	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, (en collaboration 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 coupoles au Sahel: L'identification des besoins</i> Development Workshop, (mission pour l'UICN) 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, (mission pour l'UICN) 1991, 45 pages		50 FF	
+ FRAIS DE PORT: 20% France et Europe / 25% ailleurs dans le monde			
TOTAL			

A retourner à:

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

Liste de fiches

- A** Pourquoi la 'Construction sans Bois?'
- B** Programme environnemental de l'UICN
- C** Le Programme Habitat Humain de l'UICN
- D** Voûtes et coupoles - les techniques
- E** Voûtes et coupoles - l'architecture
- F** Voûtes et coupoles - les coûts
- G** Construire en terre crue non-stabilisée
- H** Voûtes et coupoles - conviennent-elles?
- I** Voûtes et coupoles - problèmes à éviter
- J** Voûtes et coupoles - la demande
- K** Unité de Formation et de Sensibilisation
- L** Association Constructeurs Sans Bois

DW Development Workshop

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'Air 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 confronté 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 de maison en terre crue - utilisation massive de bois...

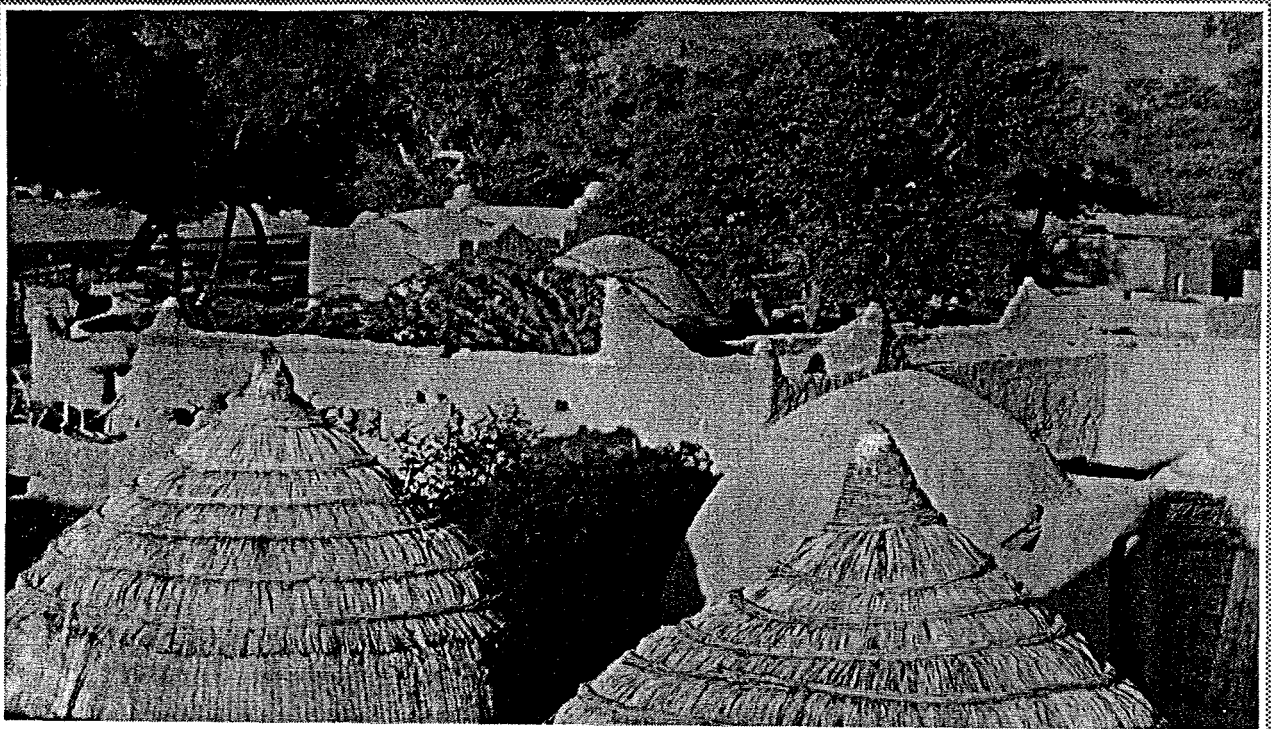


coupole en briques de terre crue non-stabilisée - aucune utilisation de bois...

Constat

Après plus de 10 ans nous sommes en mesure d'affirmer que -

- il existe une demande réelle et croissante pour la 'Construction sans Bois';
- les toitures en voûtes et coupôles de terre crue non-stabilisée sont viables et s'intègrent petit à petit dans le "vocabulaire" local de construction, mais sont encore insuffisamment connues, voir mal comprises.



habitat en évolution - Iférouane, 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.

Programme environnemental de l'UICN

L'UICN (Union Internationale pour la Conservation) est une Union de membres créée en 1948. C'est une organisation unique en ce sens qu'elle regroupe en son sein des Etats membres et des organisations non gouvernementales sur un pied d'égalité. Les membres se retrouvent tous les trois ans en Assemblée Générale et arrêtent le programme de travail de l'Union. Le siège de l'UICN se trouve à Gland, en Suisse. L'UICN compte actuellement environ 665 membres dont 60 états et 120 organismes d'état (Ministères et Directions techniques) et 485 ONGs (Instituts de recherche, ONGs de développement, universités, parcs zoologiques, etc). Au Niger, l'état est membre depuis 1987, et depuis 1990 l'Organisation Nigérienne des Volontaires pour la Préservation de l'Environnement (ONVPE) est également membre.

Le programme de l'Union est exécuté au travers de trois structures:

- Commissions,
- Programmes Thématiques, et
- Programmes Régionaux.

Ces structures et leurs composantes sont créées par l'Assemblée Générale.

Commissions

Les commissions sont des réseaux d'experts travaillant ensemble, à titre volontaire, sur des sujets jugés d'intérêt particulier. Actuellement, il y a six Commissions regroupant quelques 3000 experts du monde entier. Il s'agit de:

- Commission sur la Planification des Stratégies environnementales,
- Commission sur la Survie des espèces,
- Commission sur les Parcs Nationaux et Aires Protégées,
- Commission sur l'Education et la Communication Environnementales,
- Commission sur l'Ecologie,
- Commission sur la Loi de l'Environnement.

Les Commissions constituent une réserve de ressources humaines dans laquelle puisent les Programmes Thématiques et Régionaux.

PROGRAMME DE L'UICN AU NIGER

1. Projet Air Ténééré

L'UICN, en collaboration avec le Fonds Mondial de la Nature, fournit un appui technique et financier à la DFPP dans le cadre de l'élaboration du Plan d'Aménagement de la Réserve Naturelle Nationale.

2. ALAM

Projet de Sensibilisation Environnementale en Milieu Scolaire.

Publication d'un bulletin trimestriel "ALAM", destiné aux élèves des classes CM1 et CM2. Avec l'appui de l'IEPD et la DDE.

3. Conservation des Ressources Naturelles Sauvages

Appui à la DFPP et au Code Rural pour la définition d'une démarche visant à valoriser et, par ce biais, conserver les ressources naturelles sauvages et leurs habitats. Collaboration avec le Code Rural sur les questions de droits d'usage et accès aux ressources naturelles sauvages.

4. Appui au Code Rural

Appui au Code Rural pour la rédaction d'une Loi sur l'Environnement, définissant les droits et devoirs de l'Etat et des usagers par rapport aux ressources naturelles. Examen de l'adéquation entre les Conventions Internationales de Protection des Ressources Naturelles ratifiées par le Niger et la législation nationale en vigueur.

5. Appui à l'IPDR

Appui à l'IPDR pour l'intégration de notions d'écologie fonctionnelle dans le tronc commun. Développement de modules de formation en diagnostic écologique des terroirs.

6. Appui à l'ORTN

Appui à la Voix du Sahel pour la production d'émissions radio-diffusées sur des sujets d'intérêt environnemental.

Le Programme Habitat Humain de l'UICN

L'homme et l'environnement - des liens complexes et fragiles en évolution

L'interdépendance entre l'homme et l'environnement qui lui fournit ses ressources de vie est actuellement en évolution très rapide par rapport aux siècles précédents partout dans le monde. Au Sahel, les demeures traditionnelles, qui étaient bien adaptées à la région de tous points de vue, (mode de vie, ressources...), ne le sont plus: elles dépendaient en grande partie de la disponibilité de végétaux (par exemple le palmier doum) qui sont actuellement épuisés ou en voie de disparition, d'une population plus mobile, et d'autres facteurs socio-économiques complexes.



l'avenir de nos enfants ... que penseront-ils de nos actions d'aujourd'hui?

De nos jours, les constats suivants sont parmi les plus importants:

- la croissance naturelle et la tendance à la sédentarisation des populations mènent à une demande plus grande et plus concentrée en construction;
- la demande en ressources naturelles utilisées soit dans la construction même, soit dans la production de matériaux de construction contribue à la sur-consommation de ressources naturelles renouvelables, à la détérioration des habitats animaliers dépendants de ces mêmes ressources, et au processus de désertification progressive;
- la pénurie toujours croissante en ressources naturelles (arbres et végétaux) rendent difficile la construction et l'entretien d'un environnement bâti décent.

Objectifs

Les objectifs du Programme Habitat Humain sont:

- **Evaluer tous les programmes - en cours ou en projet - du Programme Sahel de l'UICN du point de vue de leur impact sur l'habitat humain et vice versa.**
- **Et ce faisant, renforcer (ou éventuellement créer) une capacité locale pour:**
 - **identifier de façon général les zones d'interdépendance, voire de "conflit", entre l'environnement naturel et l'environnement bâti;**
 - **identifier de façon plus précise les problèmes liés à l'habitat humain dans le cadre de la gestion des ressources naturelles;**
 - **élaborer des stratégies et des solutions pour y faire face;**
 - **mettre en oeuvre ces stratégies et solutions.**
- **Divulguer les résultats et les pratiques des actions menées.**

Actions

Pays par pays, au sein de chaque programme national du Programme Sahel, s'établit un volet Programme Habitat Humain.

Ce volet doit impérativement être étroitement adapté aux priorités nationales et au contexte local.

De manière générale, cependant, il y a deux étapes de base à réaliser avec les partenaires locaux:

- **action d'identification:**
 - **les problèmes,**
 - **les atouts,**
 - **les ressources,**
 - **les stratégies et les actions éventuelles;**
- **action pratique:**
 - **mise en oeuvre des actions éventuelles en fonction de besoins clairement identifiés.**

Un équilibre indispensable

Ainsi le Programme Habitat Humain de l'UICN avec Development Workshop vise à promouvoir un équilibre entre:

- **les besoins en abri de la population du Sahel, et**
- **les besoins en gestion et conservation des ressources naturelles,**

de façon à contribuer à la création de conditions de vie décentes pour les habitants de la région... et de sauvegarder l'avenir de leurs enfants.

Voûtes et coupoles - les techniques

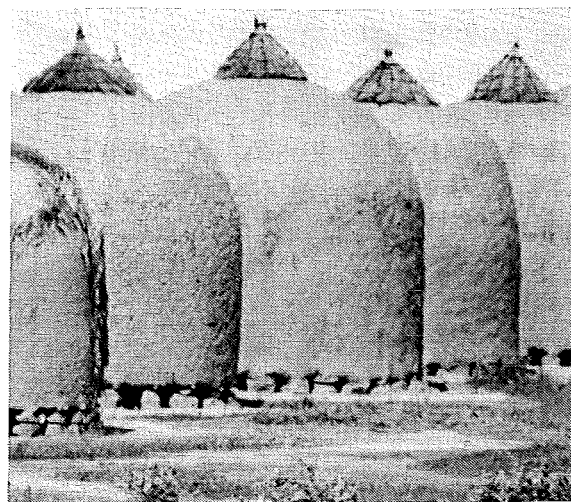
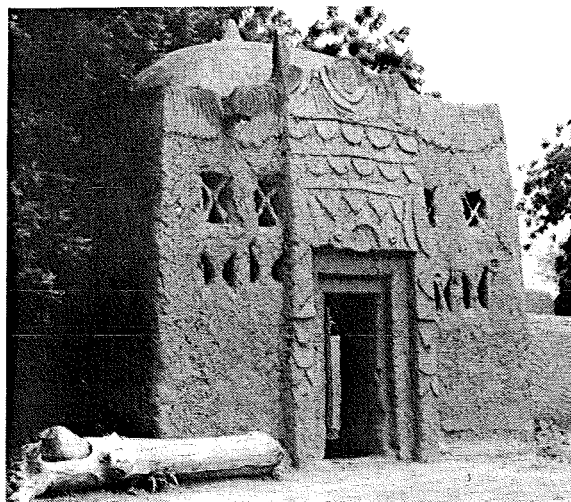
Origines

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'Égypte 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 techniques, 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

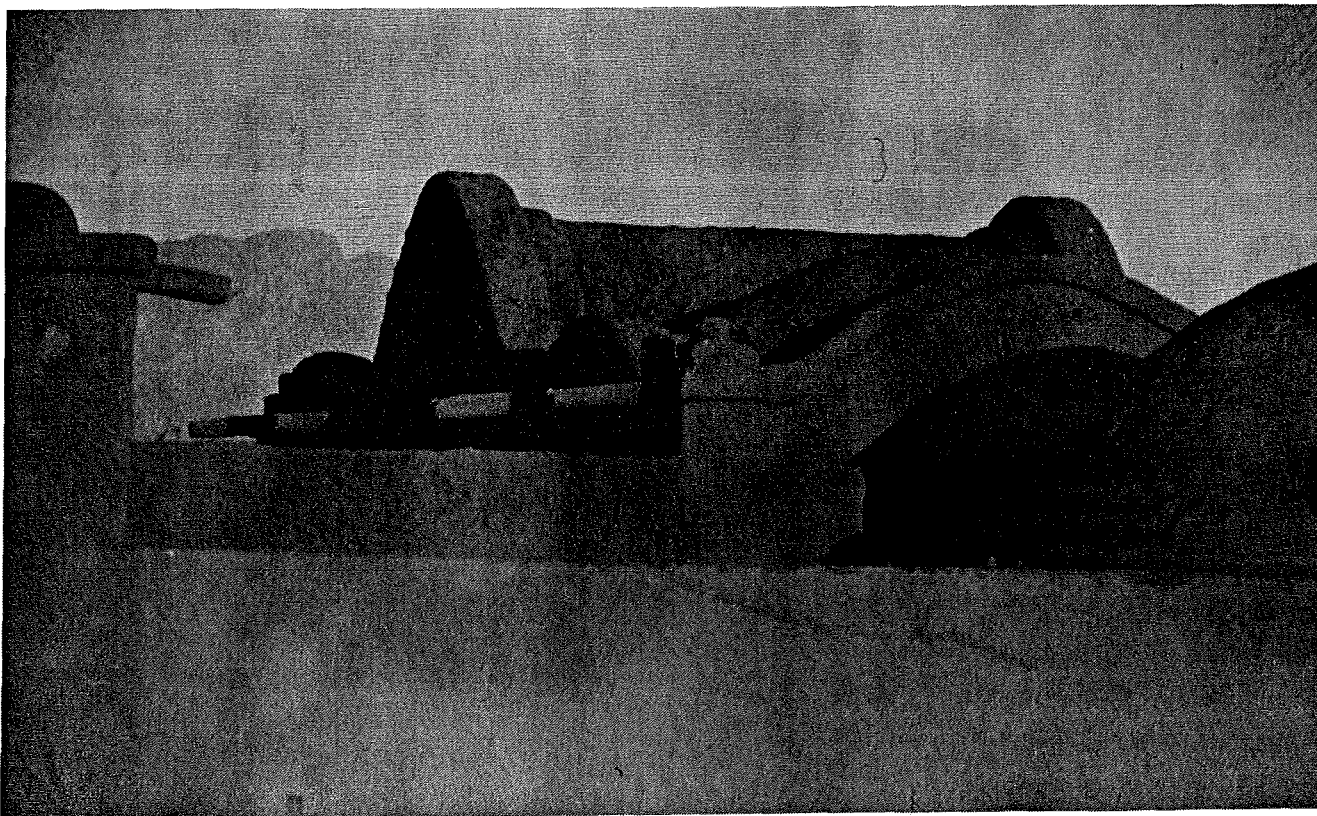
Les conditions de sécheresse qui ont donné lieu à ces techniques ressemblent aujourd'hui à celles d'une bonne partie du Sahel. Les techniques nubiennes ont été retenues par Development Workshop pour un programme de formation de maçons à Chikal en 1980 (Projet Tapis Vert), et par la suite par le volet Construction Sans Bois de l'UICN/WWF et du Gouvernement du Niger au cours des dernières années dans l'Aïr-Ténéré (Projet Conservation et Gestion des Ressources Naturelles dans l'Aïr-Ténéré), en raison de:

- leur facilité (relative) d'apprentissage;
- le fait que les formes nubiennes sont parfaitement adaptées à la construction en briques de terre crue non-stabilisée;
- le fait que la forme de la coupole est bien connue au Niger, ayant été employée pour la construction de palais, de mosquées et de maisons privées (grâce à l'utilisation du bois pour la structure porteuse), ainsi que de cases et de greniers.



la forme de la coupole est déjà bien connue au Niger, comme dans les pays du Sahel en général.

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

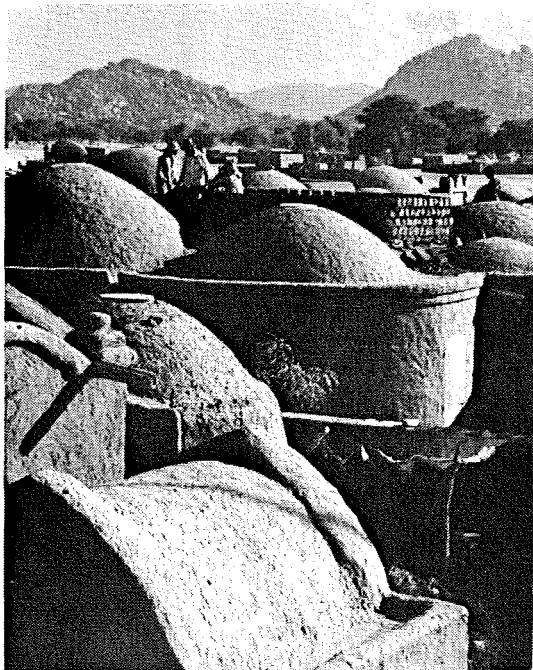


L'introduction de ces "nouvelles" méthodes de construction de toitures en terre crue non-stabilisée, sans bois et sans coffrage, vise les buts suivants:

- **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 organiques 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 sur place pour la construction, notamment 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 et d'énergie pour leur production;**
- **rétablir un équilibre "main d'oeuvre - matériaux" plus adapté à la plupart des régions du Sahel, c'est à dire un système constructif qui demande plus d'investissement en main d'oeuvre et moins en matériaux.**

Voûtes et coupoles - l'architecture

Diversité architecturale



Une voûte couvre habituellement une pièce rectangulaire.

Une coupole peut couvrir des espaces de formes et de tailles diverses (le plus souvent rondes 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. Des coupoles de 6m de portée et une salle de réunion voûtée de 4,4 m de large figurent parmi les constructions sans bois d'Iférouane. Des portées plus grandes sont possibles.

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

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

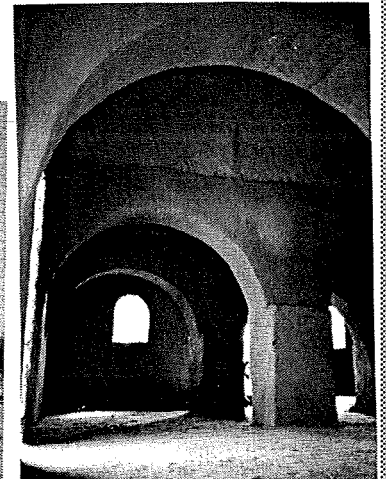
Avantage bioclimatique

L'inertie thermique due à l'épaisseur de la structure en terre protège les pièces de l'écart de température diurne, parfois très grand. Ainsi l'on obtient 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 recours à la climatisation ou à la ventilation artificielle: ainsi dans une pièce souterraine, nous avons relevé une température stable de 30°C, contre 47°C à l'extérieur.

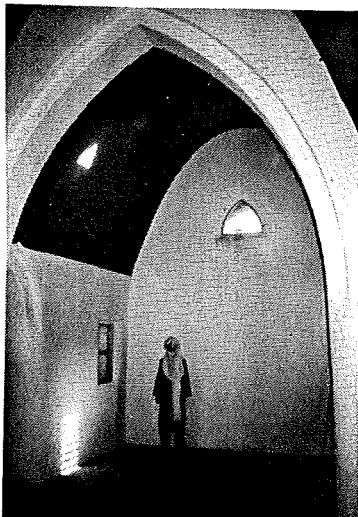
Souplesse esthétique

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

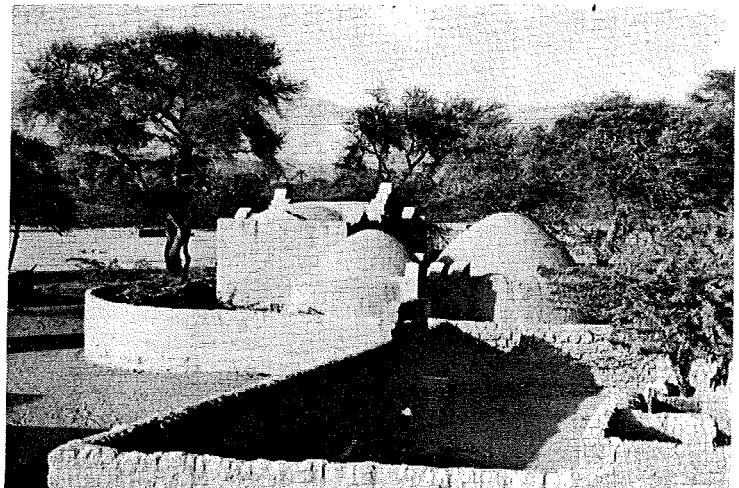
... destinés à des usages très divers.



ce village a choisi de confier la construction de sa mosquée à l'un des rares maçons de la région formé en à la "Construction sans Bois" (Bonkoukou); 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)

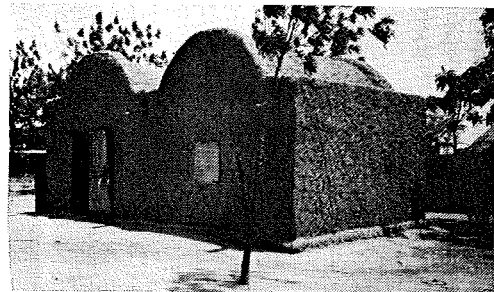
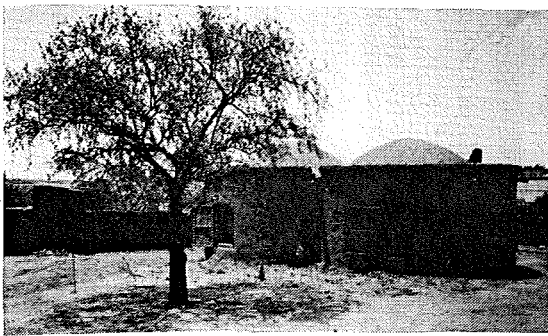
Voûtes et coupoles - les coûts

Comment évaluer les coûts de construction?

Les coûts de la construction en voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée sont présentés ici en prenant l'exemple des plusieurs bâtiments très divers qui existent à Iférouane. Ces chiffres ont surtout une valeur comparative, puisqu'ils ont été calculés à partir des mêmes bases. Ils nous permettent d'avancer quelques observations, se basant sur des cas réels.

Les coûts relevés sont donnés en Fcfa/m² de surface habitable (SH) et en séparant le gros-oeuvre  et le second-oeuvre . (Voir graphiques).

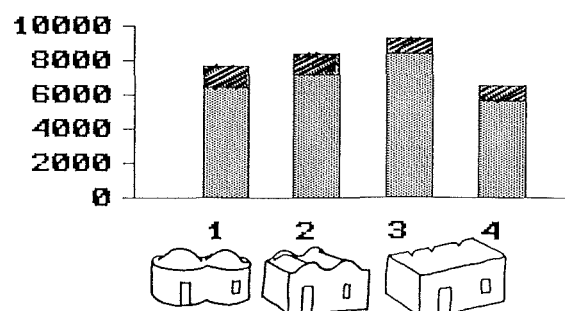
Une maison simple avec une toiture en coupoles (sur bases rondes) ou en voûtes, revient sensiblement au même prix qu'une maison avec toiture terrasse en bois.



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/m² de SH pour:

1. maison à 2 pièces rondes avec coupoles, murs de 40 cm (30 m² SH)
2. maison à 2 pièces rectangulaires avec voûtes, murs de 40 et 60 cm (24m² SH)
3. maison "traditionnelle" à 2 pièces rectangulaires avec toiture terrasse, en bon bois (28m² SH)
4. maison "traditionnelle" à 2 pièces rectangulaires avec toiture terrasse, en supposant l'utilisation de mauvais bois sans permis de coupe (28m² SH)



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-chiffrable: un bâtiment simple, peu cher peut être très performant sur certains critères; en revanche un prix élevé ne présente aucune garantie...

Constuire 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, pozzolanes, bitume...) qui modifie le comportement de la terre, et
- à l'aide d'une presse (manuelle, mécanique ou motorisée) pour augmenter la compacité du bloc.

Stabiliser une terre représente inévitablement un surcoût, au niveau du matériel, de la main-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 ainsi construits sont souvent économiquement peu (ou pas) viables, le prix des blocs étant équivalent à celui de parpaings en ciment;
- en ce qui concerne la construction de voûtes et coupoles 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 réparer;
- en général, vu le prix élevé des blocs en terre stabilisée, 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; celui-ci faisant souvent défaut, on trouve parfois des bâtiments de qualité inférieure qui donnent une mauvaise image aux constructions en terre en général...

Les avantages de la terre crue non-stabilisée

- la production des briques en terre non-stabilisée reste facile (utilisation de moules simples) et leur coût abordable pour la population;
- le faible coût des briques permet de construire des murs épais qui isolent mieux contre le froid et la chaleur et conviennent à un climat où l'écart diurne de température est souvent très grand;
- les enduits de terre, qui sont ceux qui conviennent le mieux aux constructions en terre crue, adhèrent parfaitement à la structure du toit et leur entretien, ou réparation éventuelle, est peu onéreux, à condition d'être fait régulièrement et avec soin.

Construction en blocs de terre comprimée et stabilisée - les coûts.
Les exemples suivants sont donnés à titre indicatif...

Village d'Enfants SOS, Sanakoroba (Mali), 1985-87.

Matériaux:

Blocs de terre comprimée stabilisée, produits à l'aide de presse motorisée Semi-Terstomatique, associés au moellon hourdé au mortier de ciment pour les fondations et soubassements, au béton pour les dalles de sol et au bac d'acier galvanisé pour les couvertures.

Surface construite:

1 882 m² habitables

Coût total de construction annoncé:

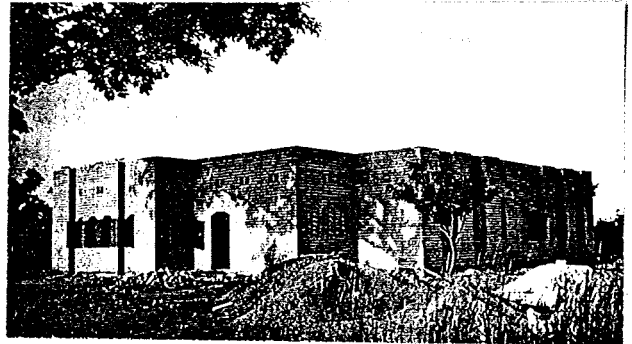
78 000/m² (en moyenne):

- 42 500 Fcfa/m² (local entretien)
- 92 500 Fcfa/m² (centre administratif)
- 50 000 Fcfa/m² (logement du gardien)
- 57 500 Fcfa/m² (cellule familiale)

Gros-oeuvre et charpente-couverture:

70 - 82% des coûts (maçonnerie seule = jusqu'à 40%)

Source: "Modernité de l'Architecture de Terre en Afrique. Réalisations des années 80", CRATerre, 1989.



Centre Gabriel Cissé, (centre d'éducation), Ségou (Mali), 1986-88.

Matériaux:

Blocs de terre (latéritique et argileuse) comprimée stabilisée à la chaux (4%) et au ciment (2%), produits à l'aide de presse motorisée type PACT 500, associés au béton cyclopéen et au béton armé pour les fondations et soubassements. Les étanchéités des toitures et les enduits muraux sont traités au mortier de latérite-sable-ciment-chaux artisanal.

Surface construite:

1 300 m² habitables (1988, de 1 600m² prévus)

Coût de gros-oeuvre annoncé:

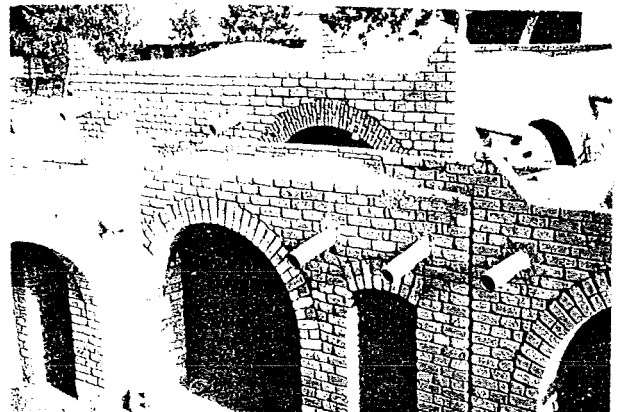
50 000 Fcfa /m² (en 1988)

(finitions non-comprises, non-évaluées en 1988)

Décomposition de coût du bloc:

terre 18%; stabilisant (ciment) 25%; matériel 36%;
main d'oeuvre 21%.

Source: "Modernité de l'Architecture de Terre en Afrique. Réalisations des années 80", CRATerre, 1989.



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

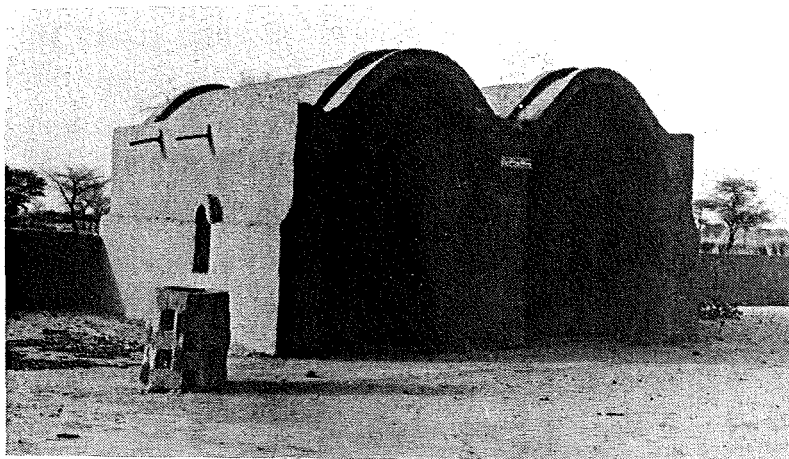
On considère souvent - à tort - qu'on ne peut construire des voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée que dans les régions les plus arides. Il suffit pourtant de se référer à la durabilité des greniers à parois minces (3 cm) en terre crue, dont on trouve des exemples partout dans le Sahel, pour 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 (recrépissage en terre) en 1990. Pendant ces 7 ans, ils n'ont subi aucun dégât structurel.



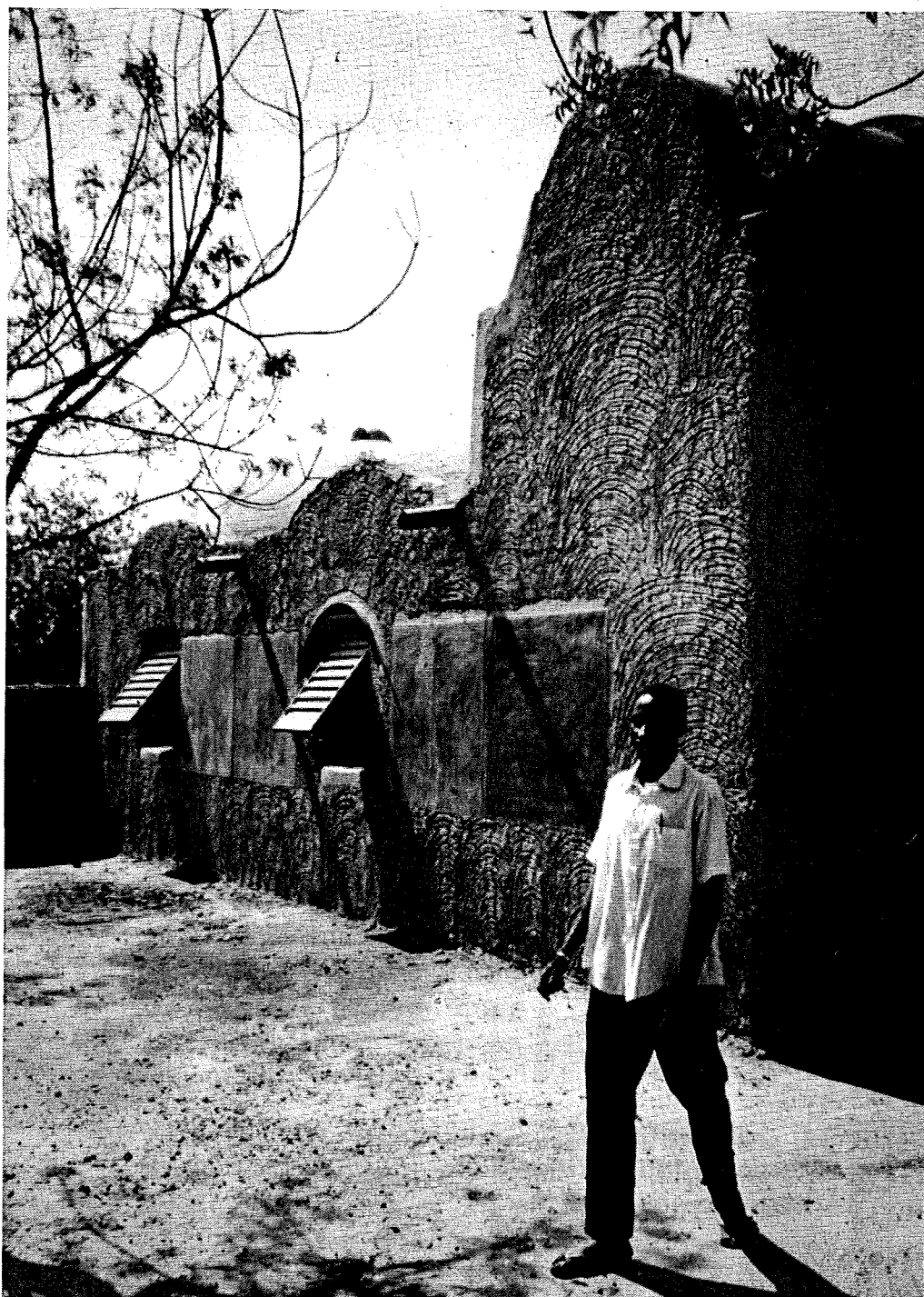
Avec un crépis en terre, et une bonne construction, ce bâtiment (Filingué, Niger) n'a demandé aucun entretien pendant 7 ans.

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.

Mode de vie

Une architecture ne s'impose pas. Elle doit répondre aux besoins et aux aspirations des utilisateurs. Pour ce qui est des voûtes et coupôles en terre crue non-stabilisée, notre expérience au cours des 10 années de construction de bâtiments très divers suggère que:

- les formes sont appréciées de la population;
- le niveau de confort et d'hygiène, qui varie principalement selon les finitions, est généralement bon.



Voûtes et coupoles - problèmes à éviter

Qualité des réalisations

En 1990, nous avons visité la majorité des constructions en terre crue non-stabilisée réalisées au cours des 10 dernières années et évalué la qualité des voûtes et coupoles au Niger et au Mali (Cercle de Ménaka).

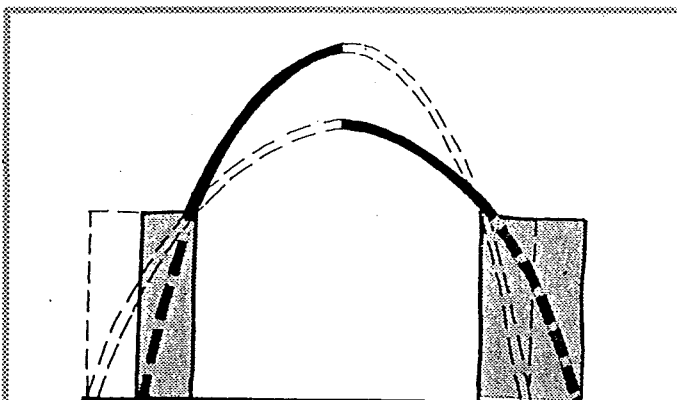
Parmi quelques 307 bâtiments:

- la grande majorité (297, soit 97%) était en bon état (absence de problèmes structuraux);
- 5 avaient de graves problèmes au niveau de la structure (toitures totalement ou partiellement effondrées);
- 2 étaient fissurés (l'un à cause d'une fondation insuffisante, l'autre à cause d'un mauvais appareillage des blocs des murs).

Les problèmes

Les problèmes que nous avons relevés venaient essentiellement de:

- une insuffisance (ou même absence) de fondations;
- une mauvaise construction des murs, notamment un mauvais appareillage des blocs;
- une coupole construite trop rapidement, qui s'est déformée et a exercé ensuite trop de poussée sur les murs latéraux;
- une mauvaise évacuation des eaux de pluie (gargouilles insuffisantes ou bouchées, etc.);
- de mauvais enduits extérieurs (soit en terre mal préparée, soit en ciment).



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.

Enfin, mais rarement, nous avons constaté une mauvaise conception pour des constructions sans bois:

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

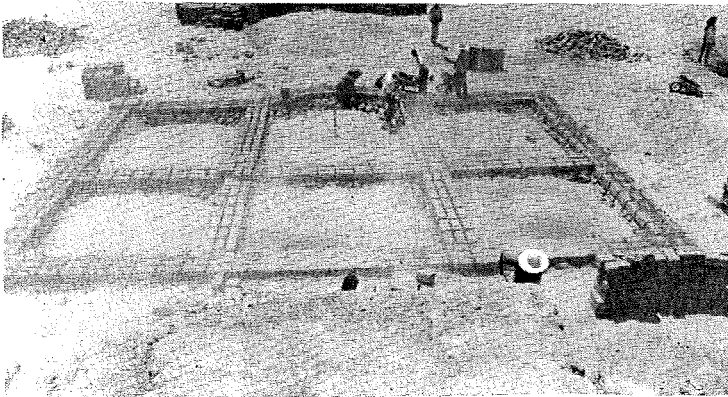
(2 bâtiments seulement sur les 307 que nous avons visités.)

A l'origine des problèmes

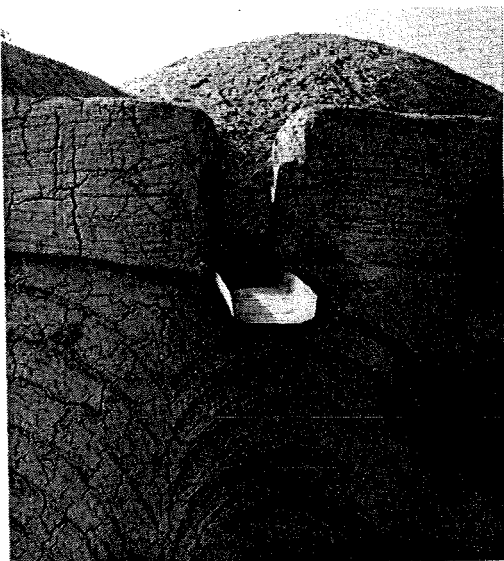
- une formation insuffisante ou incomplète;
- une mauvaise qualité de travail;
- une "pression" à tort pour travailler plus vite ou économiser les matériaux.

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

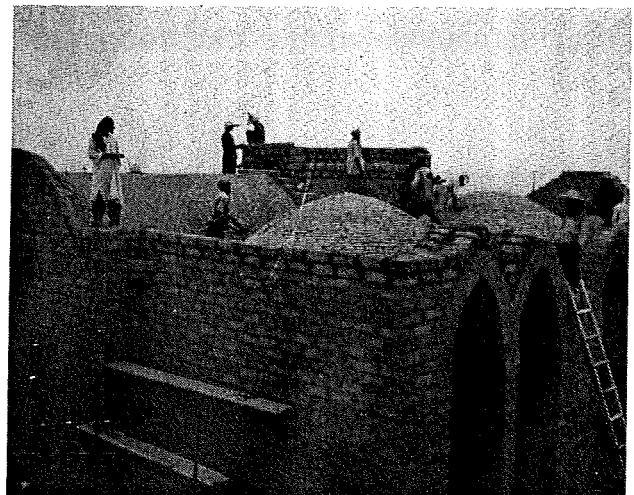
Quelques règles de l'art....



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 - la demande

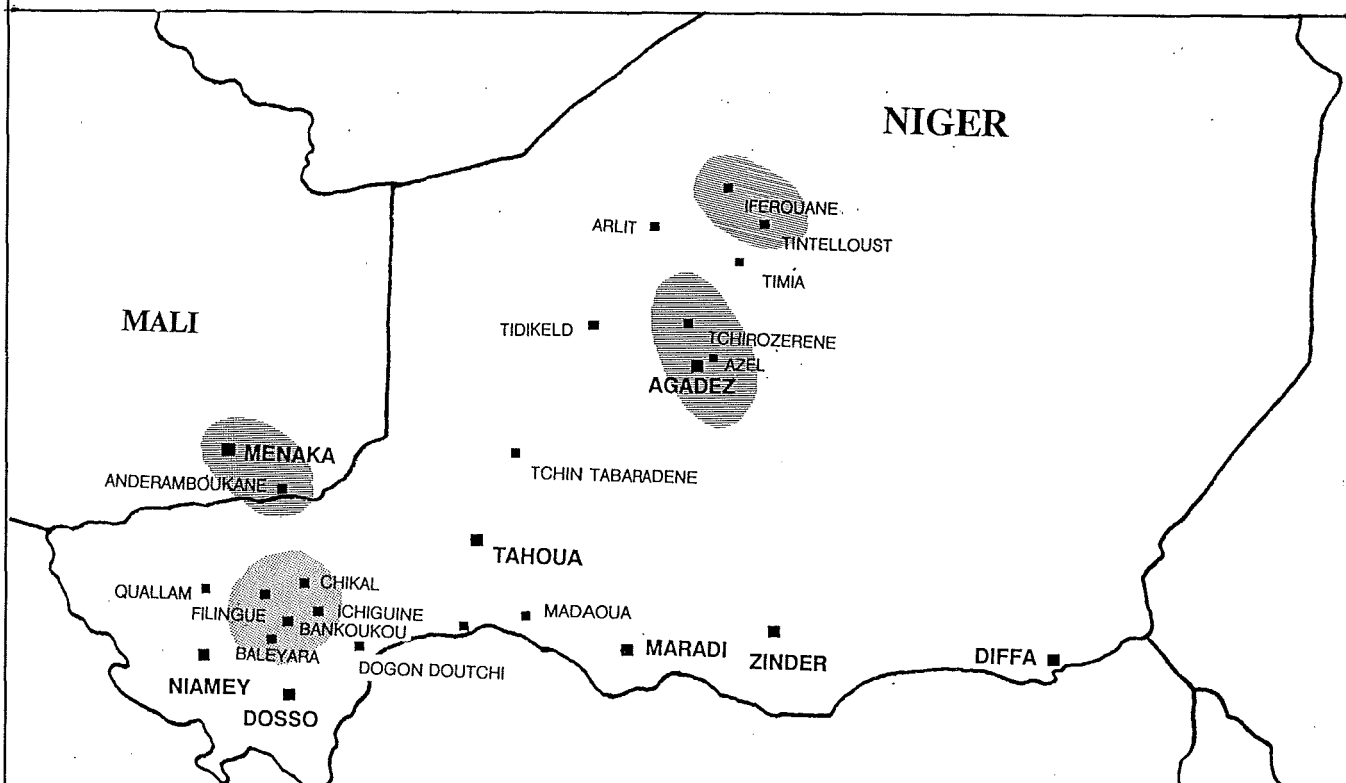
La demande pour les voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée évolue. Nous avons fait le bilan de la situation en 1990, mais celle-ci pourrait changer rapidement.

Où a-t-on construit jusqu'ici en voûtes et coupoles?

En 1990, nous avons effectué un relevé des 307 constructions "sans bois" au Niger et dans le Cercle de Ménaka au Mali. Elles étaient pour la plupart regroupées en 4 régions assez bien définies:

- 61 - région d'Iférouane, (Iférouane, Tin Telloust...);
- 45 - région de Chikal, (Chikal, Filingué, Shiwil, Baleyara, Itchegin, Bankoukou, Koni Beri, Kabé...);
- 17 - région d'Agadez, (Agadez, Tchirozéréne, Azel...);
- 116 - région de Ménaka au Mali, (Ménaka, Andaramboukane, ...)

Le 68 autres étaient plus réparties, se trouvant à Niamey (4), Dosso (5), Zinder (2), Tchinn Tabaraden (3)...



Cette répartition géographique est due principalement, soit aux activités d'un projet avec un volet "construction sans bois" (Iférouane, Chikal, Ménaka), soit à la présence d'un maçon formé par un des projets dans la localité. Plus les exemples bâtis et les maçons formés se multiplient, plus le nombre de constructions et la gamme de "clients" s'élargit...

Obstacles à la vulgarisation

Sensibilisation insuffisante

Beaucoup d'individus, d'organisations et d'autorités ignorent l'existence des voûtes et coupes en terre crue non-stabilisée, même quand on en trouve des exemples dans leur localité.

D'autres connaissent peu ou mal leurs possibilités architecturales, leurs coûts etc. Par exemple, on croit souvent qu'on ne peut construire que des petites cases rondes, et que les équipements publics et les villas de standing ne sont pas concernés...

Il faut donc multiplier les bons exemples bâtis et les informations.

Manque de maçons formés

Comme nous l'avons déjà noté, là où il existe un ou plusieurs maçons expérimentés, ils ne sont pas toujours en mesure de satisfaire la demande locale. De plus, on emploie le plus souvent un maçon "de la famille". Et enfin, bien évidemment là où il n'y a pas de maçons formés, les techniques ne peuvent pas se répandre...

Il faut donc un effort soutenu de formation formalisée.

Une double démarche: sensibilisation et formation

D'où le besoin d'une double démarche de sensibilisation et de formation.

En effet, il serait inutile d'augmenter la demande par des activités de sensibilisation sans pouvoir la satisfaire.

Par contre, former des maçons qui ne vont pas par la suite trouver du travail parce que la construction sans bois est méconnue dans leur région serait faire un pas en arrière: l'enthousiasme et le sens de vocation des maçons formés ont joué un rôle fondamental jusqu'ici.

Unité de Formation et de Sensibilisation

Après 10 ans de pratique, la construction de voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée au Niger et au sud du Mali n'en est plus à sa phase d'essai, bien qu'elle continue à évoluer. Cependant, malgré l'intérêt qu'elle suscite, elle pourrait tomber en désuétude s'il n'y a pas maintenant un effort soutenu de vulgarisation.

Nous estimons qu'une étape clé a été atteinte: ces techniques de construction sans bois - correctement introduites et bien perçues par les clients potentiels - peuvent maintenant entrer dans la pratique courante.

D'où l'initiative de créer une "unité" spécialisée, (Unité de Formation et de Sensibilisation ou UFS) avec les objectifs de formation, de sensibilisation, et de service "après formation" (contrôle de qualité et assistance technique). A court terme, cela sous-entend un quatrième objectif: développer les compétences locales pour la réalisation de ces trois actions.

Son rôle en matière de formation

L'UFS proposera ses services aux particuliers, aux organisations et aux institutions privées et publiques, tant au Niger que dans les autres pays du Sahel. Une petite équipe de techniciens et de maçons expérimentés dans la construction et la formation assurera:

- la formation de maçons aux techniques de construction "sans bois" et la conception (adaptée) de bâtiments;
- la formation de chefs de chantier (choix de matériaux dans la production des blocs, organisation et suivi du chantier, contrôle de qualité);
- la formation de cadres: conception de bâtiments en voûtes et coupoles adaptée au contexte environnemental (confort, entretien...);
- la formation de formateurs.

La formation aura lieu soit dans les locaux de l'UFS, soit sur les lieux où il y a suffisamment de demande, grâce à une équipe mobile.

STAGE DE FORMATION POUR MAÇONS, IFÉROUANE, 1988/89

Ci-contre, perfectionnement des techniques de construction de voûtes à même le sol.

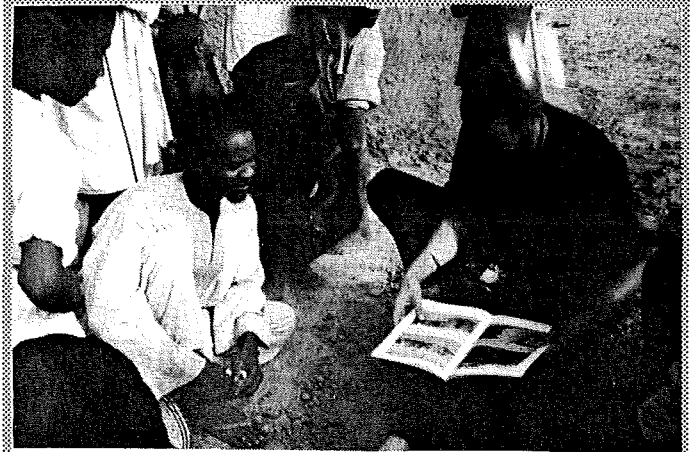
Les participants ont pu apprendre la logique derrière la pratique, (cours de théorie) et chacun effectuer toutes les étapes de la construction d'une petite habitation (travaux pratiques par équipe de 2). Ceci est rarement possible avec la formation "sur le tas".



Son rôle en matière de sensibilisation

L'UFS assurera la sensibilisation auprès du public et auprès d'organisations de la construction "sans bois", c'est à dire fera connaître les réalisations et aussi les potentialités de ces techniques de construction.

Cela suppose l'utilisation de divers media adaptés au groupe visé: publications plus ou moins techniques, vidéos, réunions et discussions, expositions, posters...



On publie un article sur la Construction sans Bois au Niger: c'est l'occasion à la fois d'informer les professionnels ... et d'en parler dans le village!

Service "après formation"

Ce service de contrôle de qualité et assistance technique prendra deux formes:

- visites sur les chantiers pour un contrôle de qualité et une évaluation des réalisations (soutien technique et moral pour le maçon);
- disponibilité permanente du personnel de l'UFS pour répondre aux appels des maçons et des techniciens confrontés à des difficultés techniques.



Une gamme de publications... certains pour appuyer la formation et pour servir d'aide-mémoire aux participants; d'autres pour répondre aux questions des techniciens et des décideurs.

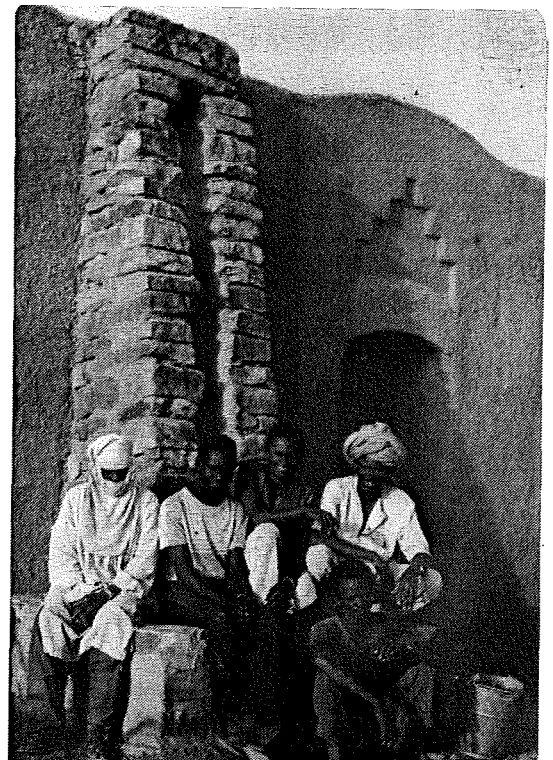
Pourquoi une Association?

Dans la vulgarisation des voûtes et coupoles en terre crue non-stabilisée, chaque maçon joue un rôle clé auprès de la population -

- la sensibilisation de ses clients,
- la construction d'exemples,
- la formation d'autres maçons.

Il est donc très important que son travail soit de bonne qualité, sinon la réputation et l'image de la Construction sans Bois souffrira.

Ainsi l'UFS encouragera la création d'une Association de maçons spécialisés - les Constructeurs Sans Bois.



Objectifs de l'Association

- généraliser un travail de qualité;
- améliorer la qualité de la construction;
- permettre aux maçons de convaincre leurs clients du besoin d'un bon travail avec de bons matériaux;
- donner au maçon une image de professionnel de haut niveau;
- faciliter le contact entre clients et maçons expérimentés;
- faciliter le contact entre maçons pour des travaux importants;
- faciliter l'échange d'informations.

Un maçon souhaitant appartenir à l'Association ne sera admis que s'il effectue un travail de qualité (contrôle mutuel de qualité).

Development Workshop

Development Workshop est une organisation indépendante qui, depuis 20 ans, cherche à améliorer l'habitat - et les conditions de vie en général - dans les pays en voie de développement.

Nous ne croyons pas aux solutions "toutes faites". Ce qui marche pour un pays - ou même pour un village - ne convient pas forcément à un autre. Nos recherches techniques et nos activités sur le terrain sont toujours spécifiques à la situation particulière.

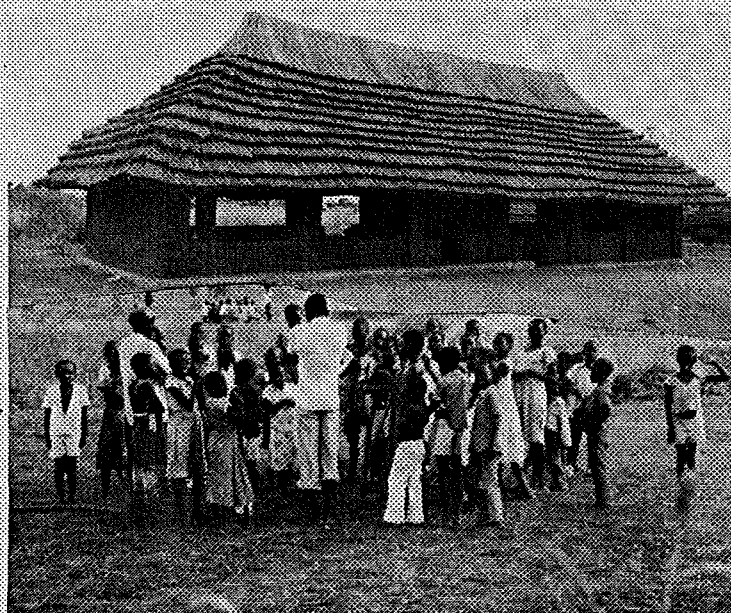
Notre approche fondamentale reste toujours la même:

- se familiariser, souvent sur plusieurs années, avec un pays, une région, une ville, un village ... les habitants, leurs moeurs, leur façon de voir les choses;
- étudier avec objectivité le "problème": est-il vraiment tel qu'il a été exprimé? ou peut-on l'aborder de façon différente - (par exemple, construire une route pour atteindre un hôpital existant plutôt que de construire un autre hôpital qui entamerait les mêmes ressources médicales);
- intervenir seulement avec une démarche concrète et réaliste, qui a de vraies chances d'être répliquée spontanément quand les fonds d'aide sont épuisés;
- pour cela, impliquer pleinement nos confrères locaux dans nos activités et mettre en place une capacité locale;
- aider le processus de vulgarisation à l'aide de divers media que nous produisons nous-mêmes.

Formation de cadres, construction de petits équipements en matériaux locaux, mobilisation de la population et communication ...

DEVELOPMENT WORKSHOP AU SOUDAN ET EN D'AUTRES PAYS

... où comme dans beaucoup de pays africains, il existe une ressource de valeur inestimable - le travail communautaire.



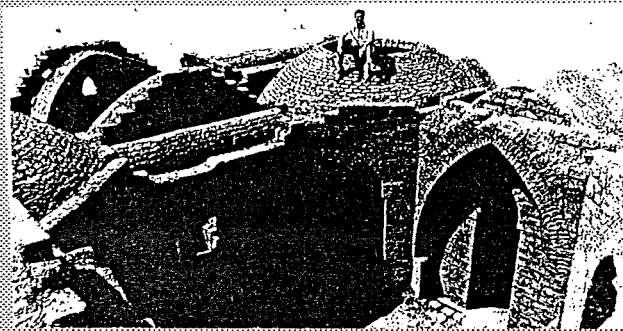
Prendre un cas réel (le village de Munuki, près de Juba) pour former les animateurs ruraux - des services d'Etat et des agences d'aide - à la mobilisation de la communauté.

Convoquer les villageois pour décider sur quel problème se pencher - il choisissent l'école. Organiser les villageois - y compris les enfants - pour la construction d'une école en matériaux locaux, en insistant sur la qualité du travail et une conception adaptée.

Préparer un petit manuel illustré.

Environnement et construction ...

DEVELOPMENT WORKSHOP AU NIGER ET AU MALI



Voûtes et coupôles en terre crue non-stabilisée pour tenter de remplacer la toiture plate en bois d'une façon qui est répliquable par la population.

Stages de formation, constructions pour "clients" locaux ... les techniques se répandent aussi "spontanément" et évoluent selon le goût des utilisateurs.

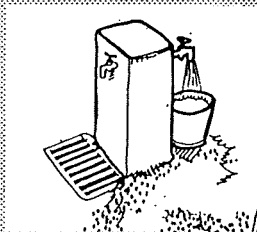
Pour nous, réussir, c'est espérer que, au terme de notre intervention, pour ce problème-là, on n'aura plus besoin de nous...

Une bonne solution, c'est une solution -

- qui marche au plan technique,
- qui s'intègre au plan social,
- qui peut se répandre spontanément au plan économique et
- qui continuera d'évoluer sur le plan culturel et esthétique.

Approvisionnement en eau, sanitation, équipements médicaux ...

DEVELOPMENT WORKSHOP AU LAOS ET AU VIETNAM...



Projets de développement rural, en mettant l'accent toujours sur les capacités et les ressources locales (matérielles, humaines, et économiques); la formation à tous les niveaux; la sensibilisation et l'information de la population.

Equipements scolaires: planification, construction, réhabilitation et entretien...

DEVELOPMENT WORKSHOP EN ANGOLA, AU SENEGAL, AU PAKISTAN, AUX ILES COMORES.



En collaboration avec les services des Ministères de l'Education, des interventions diverses: étude de besoins en équipements scolaires; conception adaptée au climat et aux ressources locales; système informatisé pour la réhabilitation; manuel d'entretien pour instituteurs et parents d'élèves...