

VULGARISATION DE LA CONSTRUCTION DE VOUTES ET COUPOLES AU SAHEL

PHASE 1: L'IDENTIFICATION DE BESOINS

JUILLET 1990

Rapport réalisé par

Development Workshop



Commandité par

**L'Alliance mondiale pour la Nature (UICN)
Programme Sahel**

*Photo couverture: logements et infrastructure du PCGRNAT, Iférouane;
vue aérienne d'une partie du complexe.*

SCU/90/9601

**VULGARISATION DE LA
CONSTRUCTION DE VOUTES ET
COUPOLES AU SAHEL**

PHASE 1: L'IDENTIFICATION DE BESOINS

JUILLET 1990

Rapport réalisé par

Development Workshop

John Norton

Peter Tunley

B.P. 13, 82110 Lauzerte, France

B.P. 11350, Niamey, Niger

Commandité par

**L'Alliance mondiale pour la Nature (UICN)
Programme Sahel**

Avenue de Mont Blanc, CH-1196 Gland, Suisse

Sommaire des conclusions et recommandations

10 ans après l'introduction des techniques de construction en voûtes et coupôles au Niger, ce rapport examine trois aspects de la situation actuelle de la construction de voûtes et coupôles au Niger et dans le Cercle de Ménaka, au Mali:

- Les méthodes utilisées pour introduire des constructions en voûtes et coupôles.
- Les bâtiments qui ont été construits et les personnalités et organisations responsables.
- L'intérêt actuel pour ce type de construction.

Conclusions

Nos observations au cours d'une mission de 4 semaines (entreprise en juin 1990) nous mènent à tirer les conclusions suivantes:

- Il existe une demande pour la construction en voûtes et coupôles et cette demande est en croissance.
- Ce type de construction est viable, mais il faut mettre en place un système de contrôle de qualité pour la conception des bâtiments et leur construction.
- Ces techniques de construction sont encore mal connues, voir mal comprises. Il est nécessaire de mieux informer et sensibiliser le public.
- Il existe une demande pour la formation - pour maçons, chefs de chantier et techniciens - qui correspond à un réel besoin.
- Actuellement, on ne trouve pas, au Niger, une organisation qui assure une bonne formation et un bon suivi technique.

Une stratégie pour la vulgarisation

Nous proposons une stratégie pour un effort de vulgarisation soutenu. Correctement introduites et bien perçues par les clients potentiels, ces techniques doivent maintenant entrer dans la pratique courante. La stratégie comprend -

- la formation,
- la sensibilisation,
- le service après formation: contrôle de qualité et assistance technique.

A court terme, cette stratégie comporte un quatrième objectif:

- développer les compétences des nigériens pour qu'ils puissent eux-mêmes prendre le relais dans la mise en place des trois actions mentionnées ci-dessus.

Recommandations

Nous proposons dans un premier temps -

- la création d'une 'unité' de formation et de sensibilisation (UFS) spécialisée.

Pour mettre en place l'UFS, il est maintenant besoin de procéder à une deuxième phase pour -

- l'identification préliminaire des sources de financement nécessaires au montage pratique et au fonctionnement de l'UFS;
- la réalisation effective, en collaboration avec des partenaires locaux, du montage institutionnel et pratique de l'UFS;
- la reprise de contacts avec les organisations et individus intéressés;
- le financement du programme.

Par la suite, une fois l'UFS est opérationnelle, il serait souhaitable d'envisager l'établissement d'une Association de Constructeurs Sans Bois (ACSB) dont un rôle important serait la poursuite mutuelle entre maçons d'un contrôle de qualité.

Rappel de Termes de Référence

PROGRAMME SAHEL

AMELIORATION DE L'ENVIRONNEMENT BATI

TERMES DE REFERENCE DE MISSION DE PROSPECTION MENEES PAR DEVELOPMENT WORKSHOP

Introduction

Cette mission se situe dans le cadre du Programme d'Amélioration de l'Environnement Bâti, décrit dans le document de projet du Programme Sahel de l'UICN (Novembre 1989).

Cette mission sera la première de deux missions prévues dans le cadre des objectifs 2.1 et 2.3 du document de projet.

Celles-ci sont:

2.1 Proposer une stratégie permettant d'assurer un suivi dans l'appui aux maçons et aux institutions ayant bénéficié d'une formation au niveau du projet IUCN/WWF Conservation et Gestion des Ressources Naturelles dans l'Aïr et le Ténéré (CGRNAT).

2.3 De formuler des plans d'action pour la mise en place d'une capacité locale institutionnelle capable à l'avenir d'apporter le soutien technique nécessaire aux besoins identifiés sous 2.1 et éventuellement pour d'autres programmes dans la région.

D'entente entre Development Workshop et l'UICN, la poursuite d'objectif 2.2 du document de projet est remise à une date ultérieure.

Objectifs de la mission

1. Identification des besoins

La mission prendra contact avec les institutions ayant envoyé pour formation des maçons au niveau du projet CGRNAT. Elle évaluera le niveau d'appui requis soit par les maçons, soit par les décideurs de ces institutions en vue de l'application des techniques de conception et de construction introduites dans le cadre du CGRNAT.

La mission évaluera également les besoins du projet CGRNAT, dès que celui-ci ne sera plus en mesure d'assurer le suivi technique requis.

2. Identification des partenaires

La mission prendra contact avec les partenaires potentiels (secteurs privé, non-gouvernemental, et gouvernemental) en mesure d'assurer le relais au niveau national d'un éventuel appui technique de Development Workshop.

Composition de la mission

La mission sera composée de deux consultants.

Mr. John Norton, Architecte, Directeur de Development Workshop

et

Mr. Peter Tunley, Conseiller en Développement Rural, projet CGRNAT jusqu'au mois de mai 1990, collaborateur à Development Workshop.

Durée de la mission

La mission durera 7 semaines. Voir plan de travail ci-joint.

Rapport

Les consultants fourniront un rapport de mission à l'UICN pour le 30 juillet au plus tard. Ce rapport portera sur les informations obtenues par la mission, et, le cas échéant, fera des recommandations de termes de référence d'une deuxième mission en automne 1990 et dont l'objectif serait de formuler une proposition de projet pour la constitution et la mise en place, à terme, d'une capacité nationale ou régionale d'appui et de formation en matière d'habitat.

Table des matières

1. Les conditions physiques et socio-économiques	
1.1 Contexte géographique	1
1.2 Situation socio-économique	2
2. Le problème de l'utilisation de bois pour la construction	
2.1 Tel qu'il est perçu par les agences de développement et de conservation	4
2.2 Tel qu'il est perçu par la population	5
2.3 Tel qu'il est perçu par l'Etat	7
3. La construction sans bois: les voûtes et coupes en terre crue	
3.1 Origine et justification de ces techniques	8
3.2 Le but de ce transfert de technologie	9
4. Les méthodes d'introduction	
4.1 La formation 'sur le tas'	10
4.2 Les bâtiments de démonstration	12
4.3 Les stages de formation pour maçons	13
4.4 La formation de cadres et de techniciens	14
4.5 Les outils techniques de soutien	14
5. Le bilan des activités de construction	
5.1 Des bâtiments construits	15
5.2 Des maçons initiés	15
5.3 Des organisations pour la promotion et la vulgarisation de ces techniques	15
5.4 Des commanditaires	18
5.5 La construction spontanée	21
5.6 La qualité des réalisations: réussites et difficultés	24
5.7 L'évolution des formes	26
5.8 Le coût	28
5.9 La performance climatique	31

6. Evaluation de la demande

6.1 Résumé de la demande en bâtiments en voûtes et coupoles	32
6.2 Les obstacles à la vulgarisation des bâtiments en voûtes et coupoles	33
6.3 Diffusion de ces techniques dans le secteur public	34
6.4 Analyse de l'intérêt pour la construction en voûtes et coupoles	35
6.5 Critiques de la construction sans bois	39

7. Une stratégie pour une action d'appui: sensibilisation et formation

7.1 Conclusions à tirer de la situation actuelle	41
7.2 Une stratégie pour la diffusion des techniques de construction sans bois	42
7.3 L'unité spécialisée: Unité de Formation et de Sensibilisation (USB)	42
7.4 L'Association de Constructeurs Sans Bois (ACSB)	45

7.5 Les personnalités potentielles

45

8. Les actions à entreprendre

46

Annexes

Annexe 1: Personnes rencontrées (mission Mali/Niger juin 1990)	49
Annexe 2: Coûts comparatifs de quatre types de bâtiments	53
Annexe 3: Bilan de bâtiments construits en voûtes et coupoles au Niger/Mali	57

3 portraits

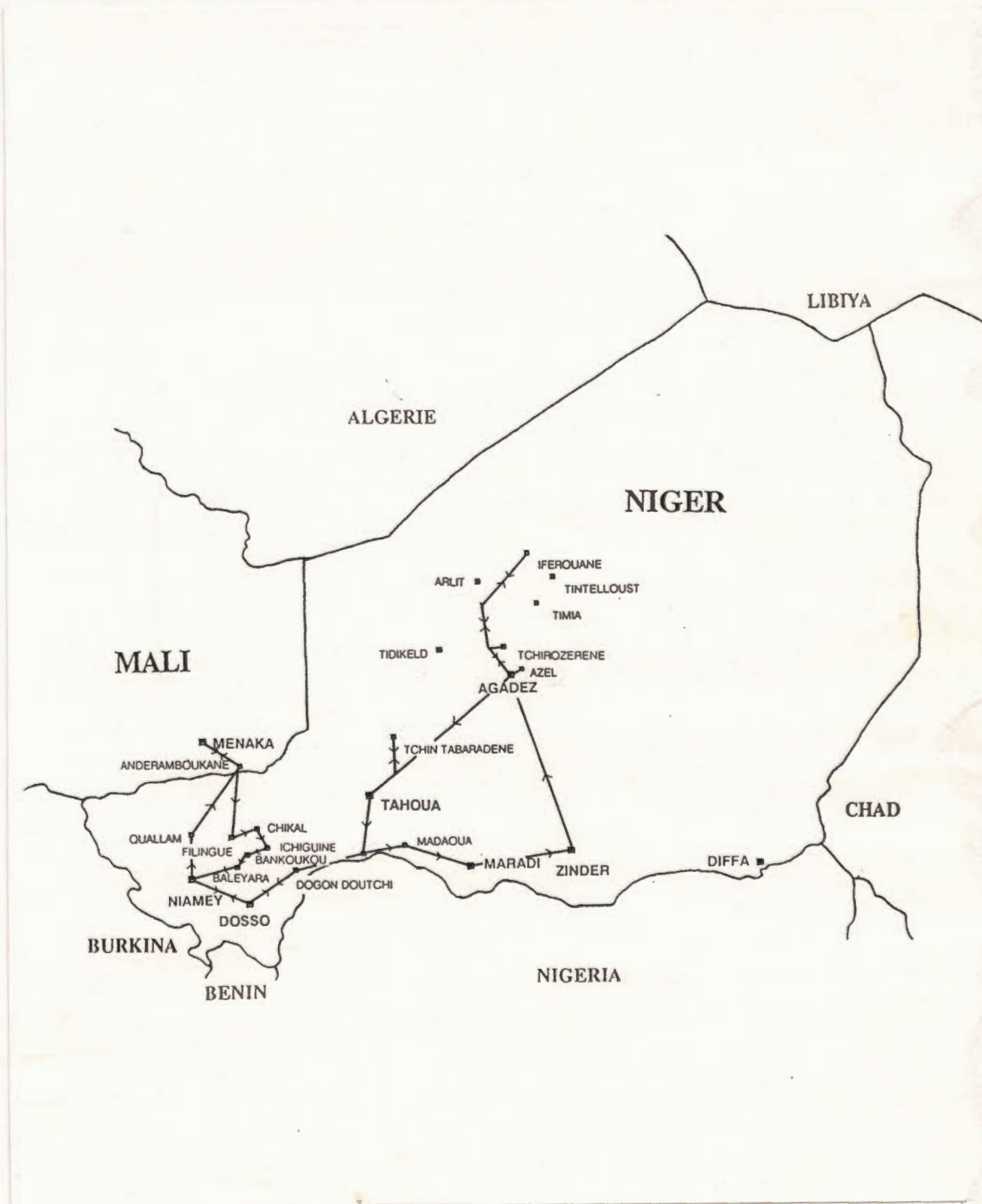
Mallam Abdou	16
Moussa Amgar	23
Mouloul Amoumoun	30

Sigles des organisations figurant dans le rapport

ACSB	Association des Constructeurs Sans Bois (<i>proposée</i>)
AFVP	Association Française des Volontaires du Progrès
ANV	Alliance Niger Vert
BIT	Bureau International du Travail
CND	Conseil National de Développement
DDE	Direction Départementale de l'Environnement
DDE/A	Direction Départementale de l'Environnement - Agadez
DED	Service de Volontaires Allemands
DFPP	Direction des Faunes-Pêche Pisciculture
DW	Development Workshop
EIRENE	Service Chrétien International pour la Paix
GAP	Groupement des Aides Privées
IEADI	Institut pour l'Etude et l'Application du Développement Intégré
MTP	Ministère des Travaux Public (Niger)
ONVPE	Organisation Nigérienne de Volontaires pour la Préservation de l'Environnement
PCGRNAT	Projet pour la Conservation et la Gestion des Ressources Naturelles dans l'Aïr et le Ténéré
PGRN	Projet Gestion des Ressources Naturelles
PNUD	Programme des Nations-Unies pour le Développement
PTV	Projet Tapis Vert
SCS	Solidarité Canada Sahel
SIM	Mission Intérieure Sudan
SONICHAR	Société Nigérienne du Charbon d'Anou Araren
UFS	Unité de Formation et de Sensibilisation (<i>proposée</i>)
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
URC	Union Régionale des Coopératives
VM	Vision Mondiale
WWF	Le Fonds Mondial pour la Nature

Mission juin 1990

Localisations des endroits visités figurant dans la rapport et itinéraire



1. Les conditions physiques et socio-économiques

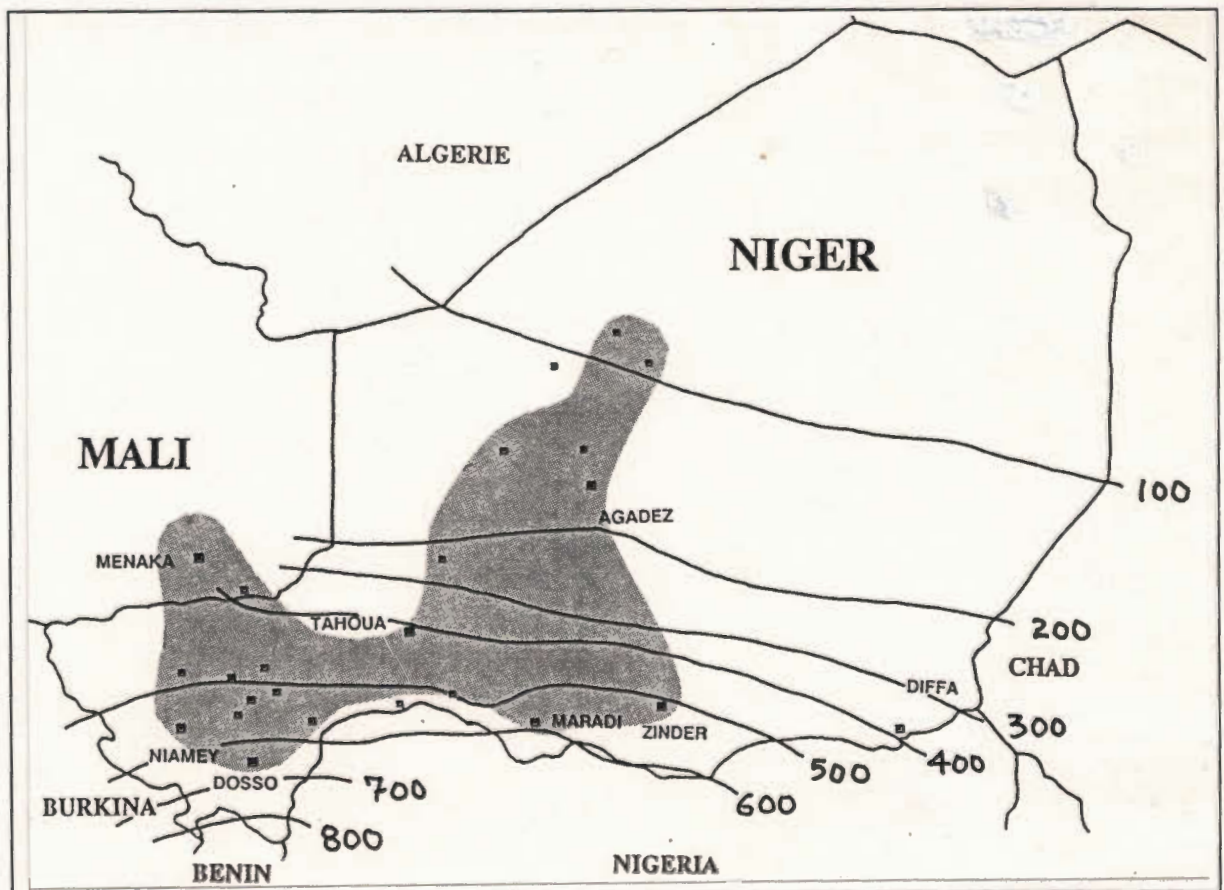
1.1 Contexte géographique

Les activités de construction sans bois, en blocs et briques de terre non stabilisés, qui font l'objet de ce rapport, se situent dans une zone comprenant environ 30% du Niger et une partie du nord-est du Mali centré sur le Cercle de Ménaka (voir carte ci-dessous).

Cette zone est caractérisée par sa faible pluviométrie (progressivement plus faible vers le nord-est).

Elle a été, dans l'ensemble, gravement touchée par les années de sécheresse dont l'un des effets néfastes fut de réduire la quantité de plantes et d'arbres qui servaient de matériaux de construction. (En effet, tant d'arbres sont morts que cela a donné paradoxalement pendant un certain temps l'illusion d'une abondance de bois, facile à ramasser.)

Carte de la zone d'activités de construction sans bois, avec isohyètes de pluviométrie



En même temps, les pluies, même si elles sont globalement très faibles, tombent plutôt en déluges, provoquant souvent des dégâts importants sur les bâtiments et les terres nues.

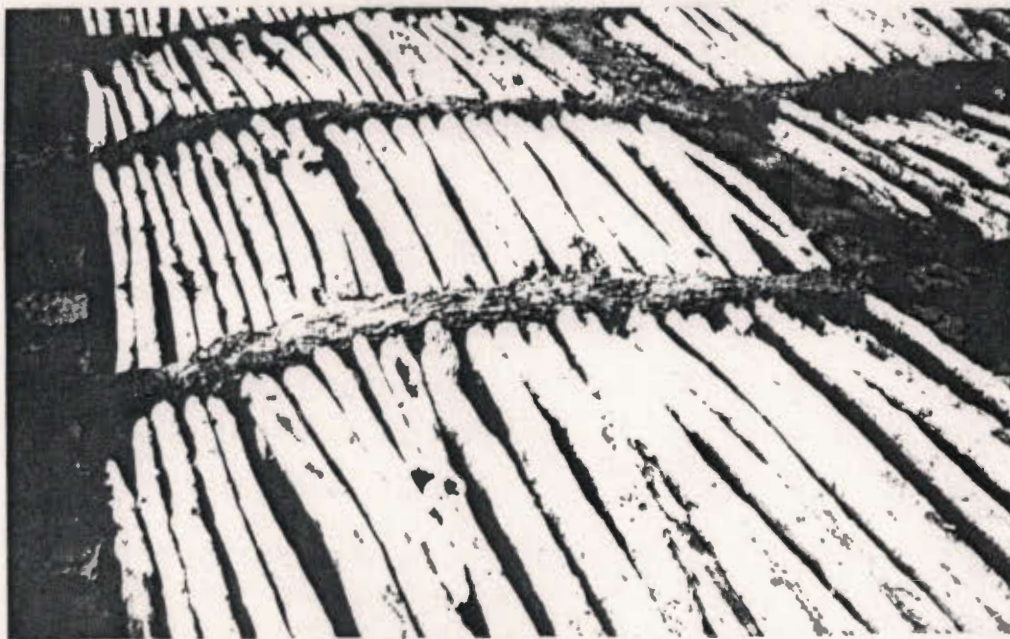
1.2 Situation socio-économique

La zone est principalement peuplée au nord par des Touaregs et, au sud, par des Haoussas, Kanouris et Djermas.

Surtout dans la partie nord, les années de sécheresse et l'avancée du désert ont poussé une population de pasteurs nomades, traditionnellement mobiles, vers une vie sédentaire. Ce changement de mode de vie s'est traduit par une concentration de familles autour des points d'eau, là où l'on peut irriguer la terre pour le jardinage (culture de contre-saison) et aux endroits où l'on peut trouver des emplois, même si ces derniers sont très rares. En même temps, les difficultés de survie dans les zones rurales ont contribué à l'agrandissement des villes. Aujourd'hui, même si au cours des dernières années les pluies ont été relativement bonnes, le nombre de gens qui pratique la transhumance reste très réduit par rapport à ce qu'il était. Dans la partie sud, la densité de la population est plus élevée et l'activité principale est l'agriculture.

La situation financière des gens est très difficile. Pour la majorité des ménages, les revenus restent très faibles, et pour de nombreuses familles quasiment inexistantes.

Dans ce contexte socio-économique, beaucoup d'activités sont menées dans un esprit d'aide mutuelle, surtout dans les communautés rurales. Et les travaux



Lattes en bois, maison neuve au sud d'Agadez

peuvent durer plusieurs mois, en particulier quand ils impliquent la collecte de matériaux. Il est donc parfois 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. Ainsi, en ce qui concerne la construction dans le secteur privé, et notamment dans un milieu rural, il serait difficile d'évaluer la viabilité d'une méthode de construction uniquement sur la critère du coût monétaire. Entre autres, la facilité d'acquisition des matériaux et de leur mise en oeuvre sont des critères aussi importants et, souvent, difficiles à évaluer ou chiffrer. De plus, il est important de noter que si la récolte d'une année a été mauvaise, pendant la saison suivante, il y aura beaucoup moins de constructions qu'après une année productive. C'est ainsi qu'en 1989/1990, dans le village de Chikal, les activités de construction ont quasiment cessé à cause de la très mauvaise récolte de 1989.

Dans les régions où l'on pratiquait la transhumance par le passé, le processus de sédentarisation provoque la construction de logements moins transitoires. De plus en plus, les abris légers (tentes, paillottes) sont, dans les limites des moyens disponibles et des connaissances techniques locales, remplacés par des maisons. En général, ce sont des maisons avec des murs en banco (bloc de terre crue) et des toitures en poutres et lattes couvertes de nattes et de terre. A l'exception d'un type de construction traditionnelle dans le sud du Niger (greniers à parois minces en terre), la plupart des constructions traditionnelles et contemporaines consomme des quantités importantes de matériaux organiques, y compris des herbes, de la paille, des branches et des troncs d'arbres.



Structure pour un abri léger à Tin Telloust

2. Le problème de l'utilisation de bois pour la construction

2.1 Tel qu'il est perçu par les agences de développement et de conservation

Depuis les années '70, un nombre croissant d'agences internationales et organisations étrangères de conservation et de développement¹ dans le cadre de la lutte contre la désertification au Sahel, considèrent la consommation de bois et de matériaux organiques dans la construction comme responsable, en partie, de la disparition des arbres et plantes et de la dégradation de la végétation.

En plus, il est clair que là où l'on construit de plus en plus de bâtiments à toiture plate avec du bois, le problème s'aggrave. En effet, si la construction de tentes et de paillottes demande beaucoup d'éléments renouvelables (tiges, petites branches), la construction d'une maison typique en banco à toiture plate nécessite, elle, la coupe des troncs et des branches principales, non-renouvelables. Et même si l'on préconise l'utilisation d'arbres morts, le manque de ceux-ci mène à la coupe d'arbres vivants, bien que ce soit illégal.

C'est ainsi que - anticipant le jour où l'acquisition de bois, de branches et de nattes pour la construction présentera des difficultés quasi-insurmontables - les agences ont lancé des actions pour protéger l'environnement en réduisant la difficulté d'approvisionnement en bois. D'une part, on plante (là où le sol convient) des arbres destinés, en partie, à la construction (souvent l'eucalyptus). D'autre part, on propose des techniques de construction qui diminuent ou remplacent complètement l'utilisation des matériaux organiques par d'autres matériaux (parmi lesquels figure le plus souvent la terre).

Les objectifs de cette dernière approche sont multiples:

- protéger l'environnement;
- faciliter l'acquisition de matériaux de construction;
- réduire la consommation de matériaux importés et, en particulier, de fuel (utilisé pour la production des matériaux);
- réduire le coût de la construction;
- permettre la construction d'habitations décentes et confortables pour la population.

1. A titre d'exemple: WWF/UICN, IEADI, PGRN.

2.2 Tel qu'il est perçu par la population

Pour la population, il s'avère que la perception du problème est différente.

Dans la partie nord de la zone, les habitants, touchés directement par les problèmes de sécheresse, sont conscients, pour la plupart, de la dégradation de l'environnement. Néanmoins, sur le plan pratique, quand il s'agit de construire sa propre maison, une famille utilisera ce qui est le plus facile à obtenir et à mettre en oeuvre, et aussi ce qui coûte le moins cher.

Ceci reste vrai dans le sud, même si les détails de construction de la toiture sont différents. Ainsi, la construction d'un simple logement avec murs en banco de 20 cm, avec toiture en bois, branches, et terre reste en de nombreux endroits la méthode de construction la plus simple et la moins onéreuse, même si les performances (confort et durabilité) sont parfois médiocres.

Cependant, au cours des enquêtes menées dans le cadre du présent programme en juin 1990, nous avons constaté que, à l'exception des endroits bénéficiant de plantations importantes d'arbres², l'utilisation du bois et des matériaux organiques est devenue de plus en plus difficile:

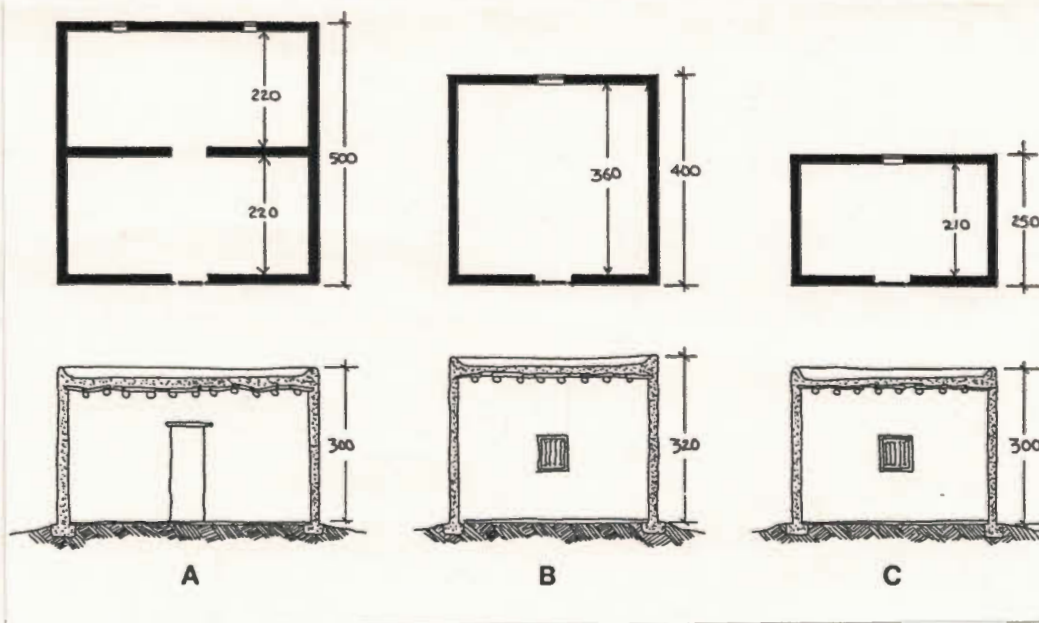
- Le prix du bois augmente, tandis que la qualité baisse: à Iférouane une poutre en doum de 3.5 - 4 mètres coûtait 2 000 Fcfa en 1982, contre 5 000 Fcfa aujourd'hui, auxquels il faut maintenant ajouter le prix du permis pour la coupe (12 000 Fcfa/arbre).
- Le bois de qualité est devenu très difficile à trouver: le bois qu'on trouve couramment est peu résistant et a une courte durée de vie. A titre d'exemple, le bois du palmier doum de bonne qualité (bois 'noir') est devenu très rare, obligeant ainsi les constructeurs à utiliser soit du palmier doum à bois blanc (moins durable), soit d'autres espèces, comme l'*Acacia radiana*, qui sont encore moins durables et moins résistantes. Les occupants constatent qu'il faut changer le bois du toit de plus en plus souvent (après trois ans, actuellement, au lieu de dix ou beaucoup plus auparavant), et ils sont sensibles au fait que ce besoin de remplacer fréquemment le bois au cours des années augmente sensiblement le prix. D'autres tirent une conclusion simple: il n'existe plus de bon bois et il faut donc trouver une autre solution pour la construction des toits.
- Pour s'approvisionner en bois et branches, il faut aller de plus en plus loin: on parle à Agadez d'importer du bois de Gaya, à 972 kms de distance.
- La difficulté de trouver du bon bois, capable de supporter sur une longue portée le poids de la couverture, a un effet sur l'architecture des maisons: les pièces deviennent plus étroites, jusqu'au point qu'il ne reste guère la place pour mettre un lit. (Voir l'exemple des maisons

2. Notons qu'il y a peu d'endroits où cette approche soit réaliste.

relevées à Garbey Malonkwarra (Ouallam) dans le cadre ci-dessous).

La situation est telle que, dans les endroits où la population a vu des constructions sans bois (toitures en voûtes et coupoles), on constate un fort intérêt populaire pour ces techniques. Il faut toutefois mentionner une exception: les endroits proches du Nigéria, où l'on trouve des matériaux de construction clandestins (comme la tôle et le ciment) à des prix très réduits et, ainsi, beaucoup plus abordables pour la population.

L'impact de l'utilisation de mauvais bois sur les dimensions des pièces



Une portée intérieure d'environ 3m 60 est considérée souhaitable, et était courante lorsqu'il était facile de trouver du bon bois. Les exemples A, B, et C ci-dessus ont été relevés à Garbey Malonkwarra (Ouallam): A et C montre les portées réduites à cause de la pénurie en poutres de bonne qualité et/ou à prix abordables; B montre la portée souhaitable, construite avec des poutres de plus en plus chères et difficiles à trouver.

2.3. Tel qu'il est perçu par l'Etat

Dans le cadre de la lutte contre la désertification au Niger, les services de l'Etat sont, eux aussi, concernés par la dégradation de l'environnement. Ils constatent, parmi les causes du processus de désertification 'les prélèvements excessifs de bois de chauffe, de bois de service et de bois d'oeuvre'³.

D'une manière très directe, les services concernés par la protection de l'environnement⁴ sont confrontés à la difficulté de contrôler les prélèvements illégaux de bois pour la construction. Cette situation rend la protection des ressources forestières très difficile et elle souligne la nécessité de mettre à la disposition de la population des alternatives, à la fois abordables et pratiques, permettant de réduire la demande de bois.

C'est dans ce sens que, autant à Niamey qu'à Agadez, les autorités⁵ témoignent de leur souhait de promouvoir et d'appuyer les techniques de construction sans bois.

3. Conseil National de Développement, "Engagement de Maradi sur la Lutte contre la Désertification," Maradi (Niger), 21-28 mai 1984.

4. M. Anada Tiega, DFPP; M. Salifou Mahamadou, DDE/A; M. Abdoul Karim Hassan, Secrétaire-Général Adjoint, Agadez; M. Hakan Dalla, Maire, Agadez; etc.

5. M. Briji Rafini, Secrétaire-Général, CND; M. Manzo Mahamane, Directeur Habitat et M. Sidi Ahmed Askia, Directeur Urbanisme, Ministère des Travaux Publics et de l'Habitat; M. Abdoul Karim Hassan, Secrétaire-Général Adjoint, Agadez; M. Hakan Dalla, Maire, Agadez.

3. La construction sans bois: les voûtes et coupoles en terre crue

3.1 Origine et justification de ces techniques

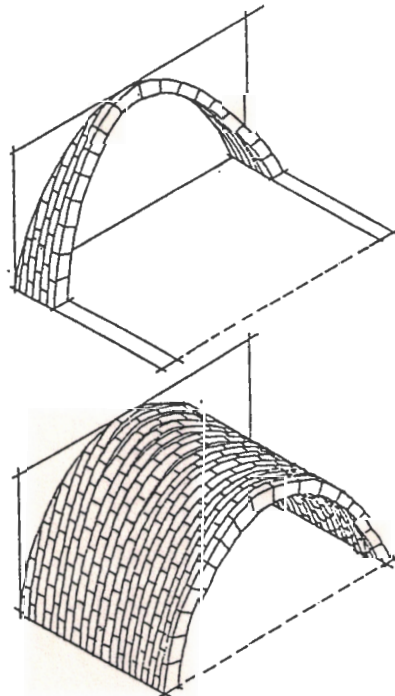
Des techniques de construction de voûtes et de coupoles en terre crue sans coffrage furent introduites au Niger en 1980¹, à Chikal, au sud de Filingué. Il s'agit de techniques d'origine nubienne, du sud de l'Égypte, où l'on les pratique depuis plusieurs siècles, à cause de la pénurie de bois dans cette région sèche de la vallée du Nil. Ces conditions de sécheresse ressemblent, aujourd'hui, à celles du Niger et d'une bonne² partie du Sahel. Parmi les diverses techniques de construction de ce genre² permettant d'économiser le bois, ces techniques nubiennes ont été choisies par Development Workshop en raison de leur facilité (relative) d'apprentissage, et du fait que les formes nubiennes de voûtes et de coupoles sont parfaitement adaptées à la construction en briques de terre crue non stabilisée.

La voûte nubienne

Une voûte en forme de parabole, construite en rangées verticales inclinées vers un mur d'appui.

La forme de la voûte et l'inclinaison des rangées permet de poser les briques sans qu'elles tombent pendant la construction et sans recours à un coffrage.

Grâce à sa forme parabolique, la voûte qui en résulte est très résistante, malgré sa faible épaisseur.



1. A l'invitation de l'IEADI, l'ONG Development Workshop a réalisé un programme de formation de 6 semaines aboutissant à la construction d'un centre d'alphabétisation.

2. Il existe, par exemple, d'autres techniques de construction de voûtes et coupoles en Iran et en Tunisie.

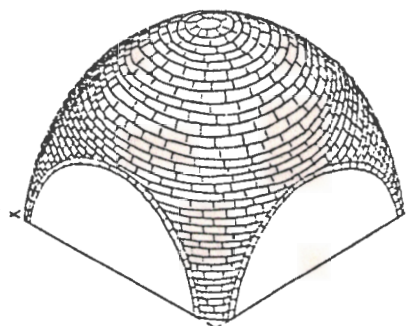
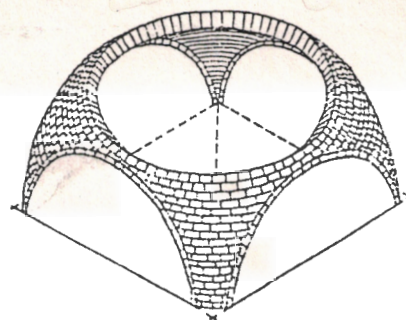
La coupole nubienne

Une coupole dont les petites briques de toiture sont placées en rangées horizontales concentriques.

Les rangées successives sont inclinées vers le centre. La position et l'angle d'inclinaison de chaque brique est montré par un fil de fer ou un bras radial qui tourne autour d'un point au centre de la structure.

Les coupoles peuvent couvrir des pièces de diverses formes, rondes ou rectangulaires.

Bien que la construction de la coupole elle-même soit relativement facile, la construction de murs adéquats demande beaucoup de soin.



Les formes de coupoles et de voûtes sont bien connues au Niger, ayant été employées dans la construction de palais, de mosquées et de maisons privées (grâce à l'utilisation du bois pour la structure), ainsi que de cases et de greniers.

3.2 Le but de ce transfert de technologie

Outre les objectifs cités ci-dessus, l'introduction des 'nouvelles' méthodes de construction de toitures avec la terre crue vise les buts suivants:

- Mettre à la disposition et à la portée des habitants des techniques adaptées au contexte local et aux ressources disponibles, visant surtout une application dans la construction de cases et de maisons lorsque les ressources traditionnelles de végétation et de bois ne sont plus facilement disponibles.
- Permettre la construction de bâtiments publics de dimensions moyennes, dans les endroits où ces techniques sont adaptées aux conditions matérielles et climatiques locales.
- Promouvoir l'économie et les compétences locales en utilisant les matériaux et les maçons de l'endroit pour la construction de bâtiments publics qui, sinon, sont souvent construits avec une forte proportion de matériaux importés, comme le ciment, et une main-d'oeuvre qualifiée venue de l'extérieur.

4. Les méthodes d'introduction

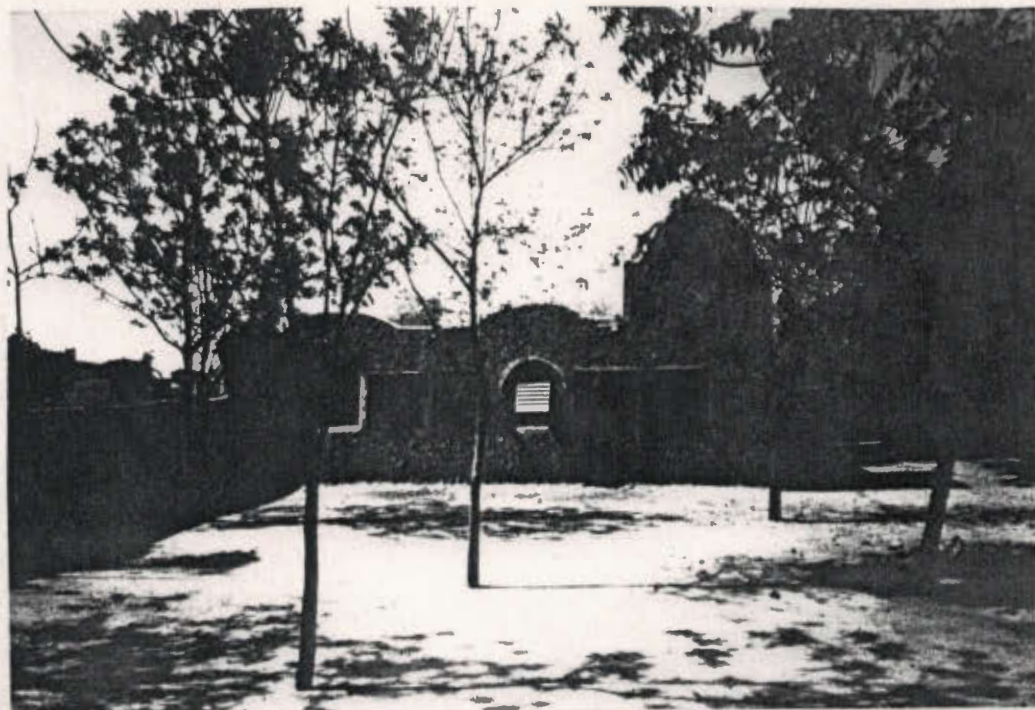
4.1 La formation 'sur le tas'

Jusqu'à présent l'introduction de ces techniques de construction de voûtes et de coupes s'est faite dans le cadre de divers programmes liés au développement rural,¹ à la gestion et conservation de ressources locales,² ou à la promotion de l'emploi.³ (Une exception: le projet Habitat Economique du Ministère des Travaux Publics à Niamey en 1983, entièrement consacré à la construction.) La 'formation' se faisait surtout 'sur le tas', avec des maçons (de niveaux de qualification et d'expérience très variés) travaillant sur la construction d'un ou de plusieurs bâtiments. On profitait des besoins de construction pour former des gens, et l'objectif principal a été souvent la construction plutôt que la formation. Par conséquent, sur les tâches complexes, les maçons expérimentés reprennent parfois le travail, mettant de côté les maçons 'apprentis'.

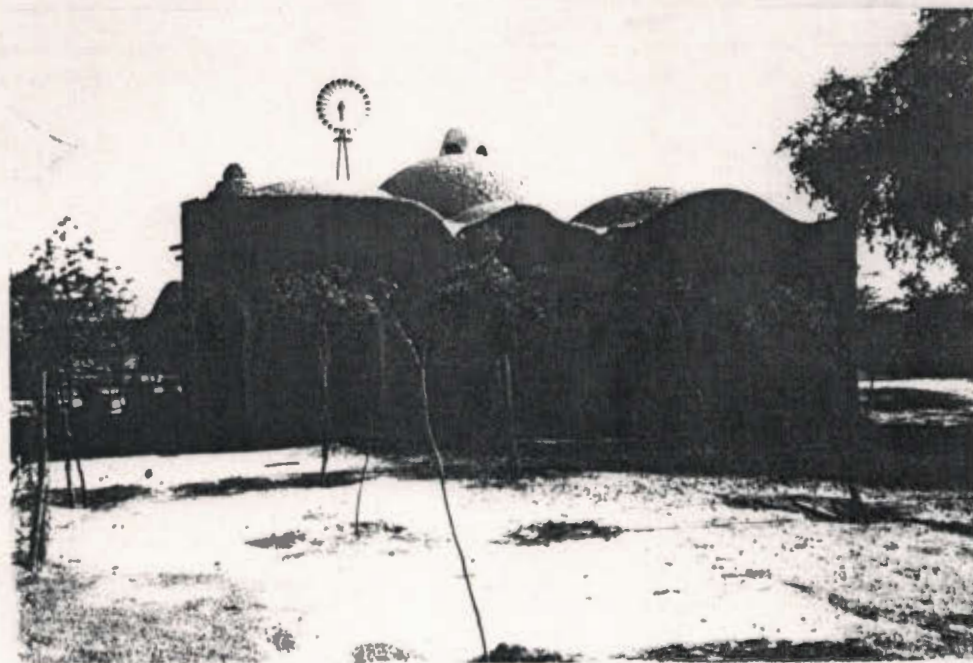
Dans la plupart des cas, (et surtout pendant les 6 premières années suivant l'introduction de ces techniques en 1980), les bâtiments sur lesquels les maçons apprentis travaillaient étaient relativement grands. Il s'agissait soit d'équipements publics, (la station météo et le centre d'alphabétisation à Chikal...), soit de bâtiments servant comme infrastructure de projets (bureaux, maisons de passage et logements du personnel des projets...). A titre d'exemple, ce n'est que récemment (en 1987) que le PCGRNAT, dans le cadre de la formation de maçons, a lancé la construction de petits bâtiments de style et de dimensions semblables à ceux des habitations locales.

La pratique de ces activités de construction au sein de programmes à vocations diverses a eu souvent pour conséquence que le personnel chargé, entr'autres choses, des activités de construction sans bois manquait d'expérience dans ce domaine. Dans plusieurs cas, après une initiation parfois brève par une personne spécialisée dans ces techniques (par exemple, Allan Cain (DW) dans le cas de Chikal, Peter Tunley dans le cas du PCGRNAT à Iférouane et ailleurs), le suivi des chantiers et même la formation des maçons ont été poursuivis par le personnel des projets (étrangers et nationaux) qui, lui-même, a dû "apprendre" sur le tas. Cette situation a entraîné parfois des problèmes graves de structure et de conception de bâtiments, à cause d'un manque d'expérience.

1. Vision Mondiale; Krüger.
2. PCGRNAT; PTV; PGRN.
3. Projets BIT.



Centre d'alphabétisation, Chikal.



Bureau du Projet Tapis Vert, Chikal.

La formation sur le tas faite grâce à la construction de bâtiments relativement importants présente certains inconvénients:

- La construction d'un seul bâtiment ne permet pas de bien former tous les participants à toutes les étapes de la construction - de l'implantation jusqu'aux finitions et l'aménagement du site. En effet, s'il n'y a pas la possibilité de répéter plusieurs fois les diverses opérations (implantation, décision sur l'appareillage des briques, construction de voûte ou de coupole), le maçon sort avec une formation incomplète. Il a de bonnes notions des principes pour faire la couverture, mais, par manque de pratique, il possède une mauvaise compréhension de l'ensemble.

Or, une compréhension de l'ensemble des opérations et de l'importance de chaque élément est essentielle pour une utilisation correcte de ces méthodes de construction. En effet, il ne suffit pas de savoir bâtir la voûte ou la coupole, il faut aussi être capable de faire des fondations et des murs de bonne qualité pour la soutenir.

Cette compréhension de l'ensemble devient plus problématique quand il s'agit de la construction d'un grand bâtiment qui, pour le maçon, peut avoir peu de rapport avec les besoins en constructions dans son village.

4.2 Les bâtiments de démonstration

Si les grands bâtiments (tels bâtiments de projet et infrastructures publics) ne sont pas très bien adaptés à la formation pratique, ils jouent néanmoins deux rôles importants.

- D'abord, ils font la démonstration des possibilités d'application de telle ou telle méthode et ils donnent une image de marque.
- Ensuite, et ceci est très important, ils donnent aux maçons initiés l'occasion d'acquérir de l'expérience suite à leur formation. C'est, en effet, la répétition de ces techniques qui permet de bien les maîtriser.

Nous avons constaté que dans les endroits comme Iférouane, où il y a beaucoup d'exemples de ce type de construction, les formes et les techniques sont plus facilement assimilées par la population locale et par les maçons. La démonstration et la multiplication d'exemples de construction avec des voûtes et des coupoles nubienne est donc un élément important dans l'introduction de ces techniques.



Stage de formation pour maçons à Iférouane. (Perfectionnement de techniques de construction de voûtes.)

4.3 Les stages de formation pour maçons.

Des stages de formation avec des exercices pratiques de construction, analyse, démontage et reconstruction sont jusqu'à présent peu connus. De même, il n'y a guère eu de formation théorique pour les maçons.

Cependant, récemment, le PCGRNAT à Iférouane, le Projet Tapis Vert (PTV) à Chikal, et Vision Mondiale au Mali (Cercle de Ménaka) ont tous organisé des 'stages' pour des maçons. Dans les cas de VM et de PTV, il s'agissait d'une formation sur le tas, les maçons, participant à la construction de plusieurs petites cases pour VM (village "olympique") et de deux petits bâtiments pour PTV en 1990. Pendant le stage organisé par PCGRNAT en 1988/89, les maçons ont suivi des cours théoriques et ont réalisé, par équipes de deux maçons, des exercices pratiques (essais d'appareillage en briques miniaturisées, exercices d'implantation, construction de murettes et de petites voûtes...) avant de passer à la construction d'un bâtiment. Ensuite, chaque équipe a construit une petite case ronde couverte d'une coupole. Elle avait ainsi pu effectuer l'ensemble des étapes de construction d'un bâtiment et pouvait être fière de sa réalisation. Les formateurs⁴ ont constaté une nette amélioration dans la compréhension des techniques parmi les maçons et, par la suite, une meilleure qualité de travail sur des chantiers réels.

4. Peter Tunley (Conseiller Technique); Alexandre Douline (assistance technique fournie par Development Workshop); Moussa Amgar, al Hadji Akassa, Mohammad Ilias, Mouloul Amouman - maçons.

Les maçons consultés au cours de la mission en juin 1990 confirment, les uns, leur satisfaction d'avoir participé au stage organisé par le PCGRNAT, les autres, leur désir de participer à un stage semblable.

4.4 La formation de cadres et de techniciens

Nous constatons une carence presque totale en formation de techniciens nationaux et l'absence de développement d'une capacité locale pour la conception de bâtiments à voûtes et coupoles en terre crue. Ceci nous paraît être un élément important qui devra être réctifié à l'avenir et dont nous reparlerons.

4.5 Les outils techniques de soutien

Depuis deux ans le PCGRNAT, en collaboration avec DW, a fait un effort pour mettre par écrit l'expérience acquise au cours des dix dernières années, et pour éditer des supports techniques (le manuel 'Guide pratique pour les toitures sans bois' et autres dossiers).

Suite au stage de formation mené par le PCGRNAT, les maçons stagiaires ont reçu un petit équipement en matériel facilitant la construction de voûtes et de coupoles (compas/bras rayon pour tracer les coupoles, coffrages pour les arcs, moules pour les briques). Le PTV et la VM ont aussi fourni des outils de construction aux maçons participant à leur stage.

5. Le bilan des activités de construction

5.1 Des bâtiments construits

Dix ans après l'introduction de ces techniques à Chikal, on compte environ 191 bâtiments au Niger et environ 116 au Mali, construits avec les mêmes techniques de voûtes et de coupoles. (Voir Annexe 3.)

5.2 Des maçons initiés

Au moins 100 maçons ont reçu une formation à ces techniques, avec des résultats plus ou moins satisfaisants. Environ vingt d'entr'eux sont maintenant bien expérimentés et capables de faire tout seuls des bâtiments de petites et moyennes dimensions. Quelques-uns ont même une maîtrise excellente de ces techniques de construction de voûtes et de coupoles; parmi eux, il faut mentionner Moussa Amgar à Iférouane (voir cadre page 23), Mouloul Amoumoun de Tchirozerene (voir cadre page 30), Mallam Hussein Badakali et Karimou Gijiwa à Chikal.

Un autre maçon, Mallam Abdou de Ichiguine (voir cadre page 16), a spontanément fait l'effort d'aller apprendre, à ses frais, sur un chantier mené par Peter Tunley à Chikal en 1982. Sans avoir reçu d'autre formation, il construit aujourd'hui des bâtiments comptant parmi les meilleurs de ce genre au Niger.

5.3 Des organisations pour la promotion et la vulgarisation de ces techniques

A la suite du programme de formation mené à Chikal en 1980, au moins 10 organisations locales ou internationales sont intervenues pour diffuser ces techniques de construction de voûtes et de coupoles en terre crue. Nous distinguons deux types d'intervention:

- Des actions primaires de promotion de ces techniques, menées par des organisations ayant un volet 'construction sans bois'; ces actions comprennent la formation de maçons, la construction d'un nombre important de bâtiments (PCGRNAT, VM et PTV) et la fourniture d'une assistance technique auprès des autres organisations (PCGRNAT/Peter Tunley en association avec DW).
- Des actions secondaires - comprenant principalement l'envoi de maçons aux stages de formation et la construction de quelques

Mallam Abdou: la sagesse et la conviction

Mallam Abdou a 60 ans. Il a toujours été maçon mais, en même temps, il est marabout et il pratique la médecine traditionnelle à Ichiguine.

C'est en 1983 qu'il entend parler de voûtes et coupoles et qu'il prend la résolution d'aller voir de ses propres yeux les travaux à Chikal. Il arrive (à cheval) au moment de la construction de la maison de passage du PTV. Frappé par le potentiel des techniques, il demande à être embauché. Il travaillera sur ce chantier pour un salaire minime et, par la suite, il participera à la construction d'une maison privée à Chikal Ilela.

L'intérêt qu'il porte à ces techniques est en grande partie dû à sa profonde conviction qu'il faut conserver le bois: il est conscient que l'utilisation du bois détériore sensiblement l'environnement et que, de toutes façons, le bon bois sera bientôt quasiment introuvable. Il sera très vite convaincu que les voûtes et les coupoles peuvent amener une solution à ce problème.

De retour dans son village, assisté pas ses fils, qui sont aussi maçons, et son partenaire, M. Abdou construit un logement pour deux de ses fils: quatre pièces (8 x 7.2m) en voûtes nubiennes. Ses "manoeuvres" n'ayant jamais vu de voûte, il n'est guère étonnant que la première voûte emprunte une forme pour le moins irrégulière... Mais la volonté de réussir, et le fait que Peter Tunley (à l'époque travaillant pour le PTV) ait pu passer quelque temps sur le site, ont fait que la qualité du travail s'est sensiblement améliorée au cours de cette première construction.

Par la suite M. Abdou continue de construire des bâtiments très divers en voûtes et coupoles à Ichiguine et plus loin, surtout pour les membres de sa famille, ses amis ou voisins et pour les communes. Un visiteur du Nigéria lui demande de construire une maison à quatre coupoles à Gulma, près d'Argungu. (D'après les dernières nouvelles cette maison n'aurait pas subi de dégâts malgré les fortes pluies qui ont entraîné l'effondrement de plusieurs maisons à toiture plate dans les alentours...)

Cette année (1990), les villageois de Bankoukou, ayant décidé de construire une mosquée, ont choisi d'en confier la construction à M. Abdou avec ses "nouvelles" techniques. Leur confiance est amplement récompensée. La mosquée - conçue par M. Abdou et financée par le village - consiste en quatre voûtes nubiennes posées sur une série d'arches. Les techniques employées témoignent de sa grande maîtrise tant au niveau structurel qu'au niveau esthétique. (Voir photos ci-dessous et p. 31.)

M. Abdou n'a reçu aucune subvention extérieure et tous les nombreux bâtiments qu'il a réalisés ont été financés par le secteur privé. De plus, il garde la ferme intention d'envoyer ses fils en stages de formation pour qu'ils puissent, entr'autres, lui transmettre les améliorations et les modifications qui sont survenues depuis 1973 dans l'utilisation de ces techniques.

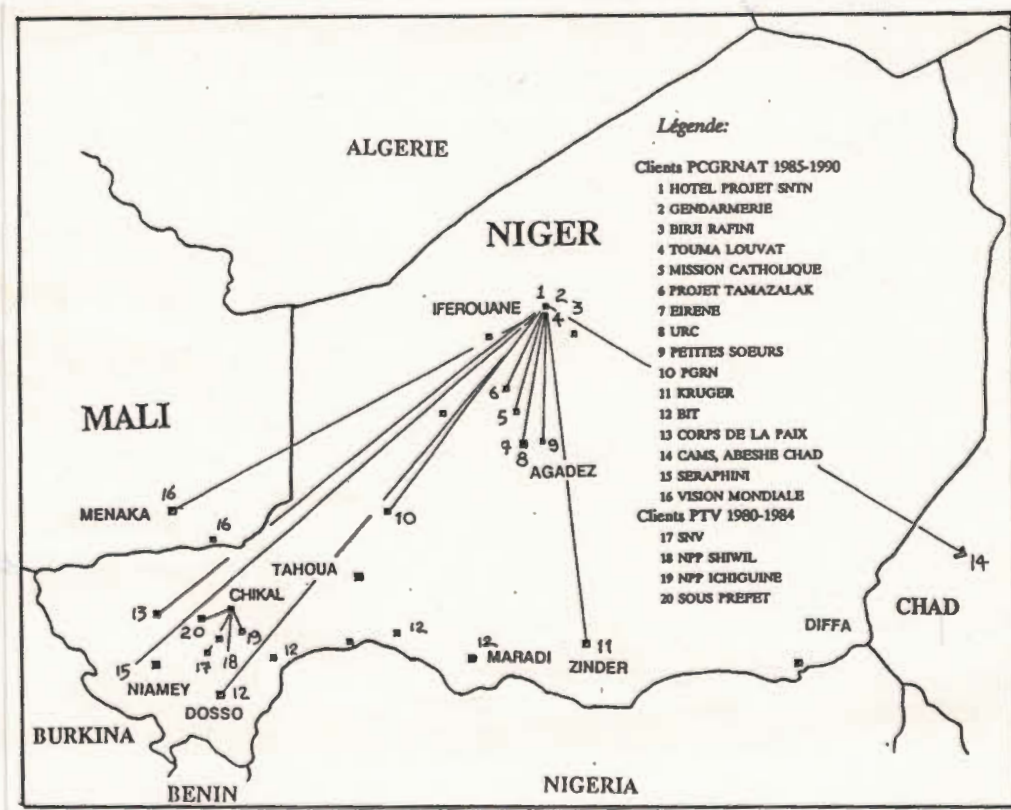


La mosquée de Bankoukou, conçue et construite par Mallam Abdou en 1990.

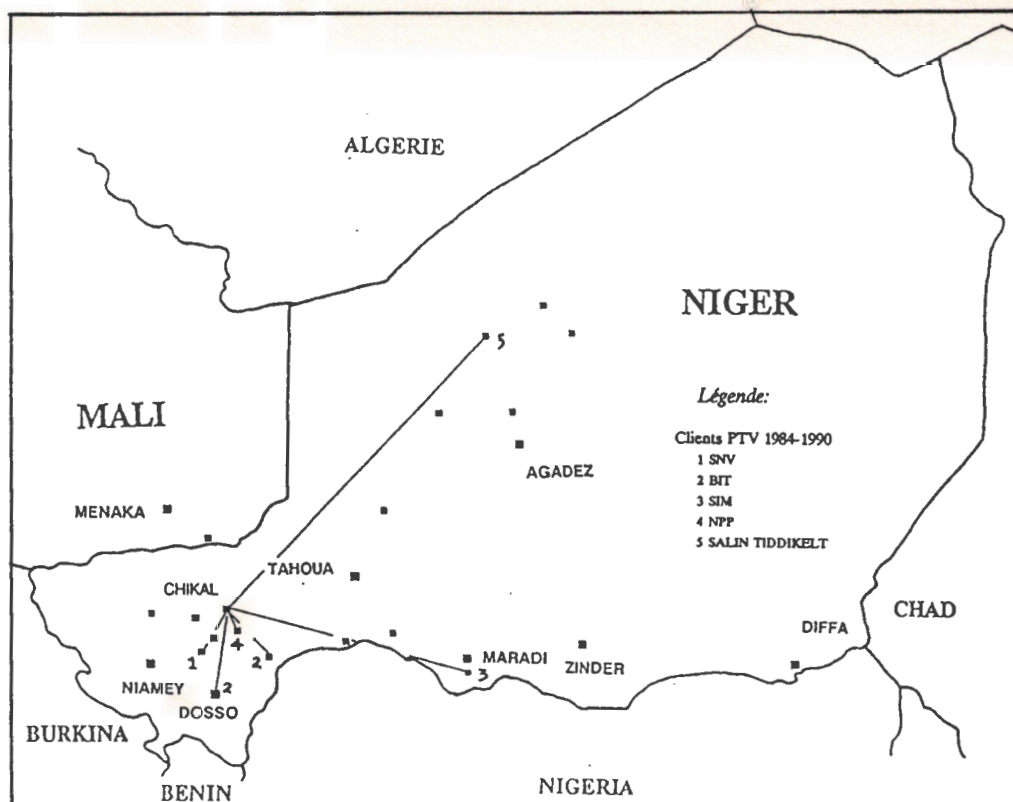
bâtiments - par des organisations tel EIRENE, DED, Krüger, BIT; PGRN; USAID & Travaux Publics; Corps de la Paix; CAMS...

Bien que les voûtes et coupoles nubiennes aient été introduites au cours d'un programme de formation mené par le PTV à Chikal en 1980 (financé par l'IEADI), c'est probablement le PCGRNAT qui a joué au Niger, depuis 5 ans, le rôle le plus important dans la formation de maçons et dans l'évolution et la diffusion d'une architecture mieux adaptée au contexte et aux capacités locales. Toutefois, le PTV continue de mener des activités de formation et de construction, parfois sur des chantiers importants. Au Mali, dans le Cercle de Ménaka, c'est surtout l'ONG Vision Mondiale qui fait la promotion et la vulgarisation de cette architecture, grâce à la volonté de son directeur et à l'enthousiasme d'un technicien et d'un maçon formés pendant un stage du PCGRNAT au Niger.

Les cartes ci-dessous montrent que la diffusion de ces techniques de construction est essentiellement due aux organisations dotées d'un volet spécifique à la construction 'sans bois' comme le PCGRNAT, qui a eu 16 clients pour la formation et/ou la construction, et le PTV, qui en a eu 8. Peter Tunley, responsable pour la construction auprès du PTV de 1980 à 1984, et ensuite pour le PCGRNAT jusqu'en 1990, a été directement impliqué dans 19 de ces interventions, soit 70% du total. Il figure comme acteur important dans l'évolution et la diffusion de ces techniques dans la région.



Localisation des clients (construction et/ou formation en voûtes et coupoles) du PTV 1980-1984 et du PCGRNAT 1985-1990.



Localisation des clients (construction et/ou formation en voûtes et coupoles) du PTV 1985-1990.

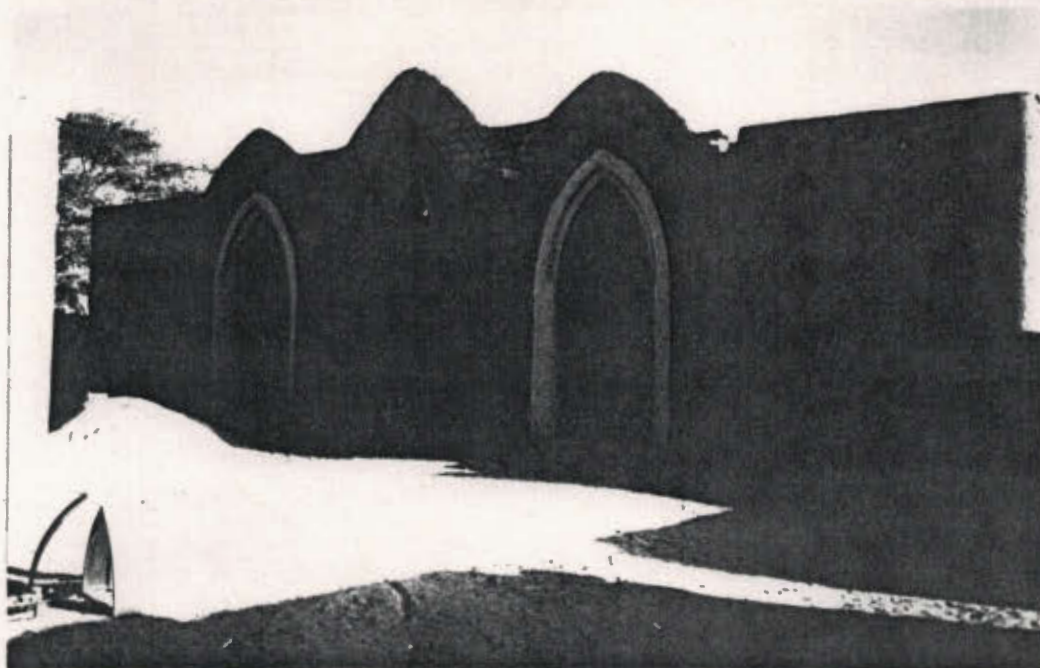
5.4 Des commanditaires

Les efforts conjugués des organisations précitées ont abouti à la construction d'environ 242 bâtiments en dix ans. Cela représente 79% du total des constructions. (Voir Annexe 3.)

Parmi ces bâtiments, 66% sont financés par un projet et 34% sont construits pour des clients: d'autres organisations et quelques clients privés (31%) et l'Etat (3%).

Si le nombre de bâtiments commandité par les autorités reste faible, il faut noter une nette manifestation d'intérêt pour les toitures en voûtes et coupoles de la part de l'Etat nigérien qui a, tout récemment, fait bâtir selon ces techniques la Gendarmerie Nationale à Iférouane (bureaux, logements du personnel, cases pour cuisines). Au Mali, le Préfet de Ménaka a, lui aussi, fait construire ses bureaux au centre ville avec des toitures en voûtes et coupoles.

Côté 'projets', le PCGRNAT et le PTV possèdent bien sûr des bureaux et des infrastructures en voûtes et coupoles. De plus, le PCGRNAT vient d'achever la construction du centre touristique et du centre d'artisanat d'Iférouane utilisant ces techniques (voir photos page 19). Ces bâtiments sont importants: ils témoignent du potentiel des techniques d'une part et, d'autre part, ils servent d'exemple et d'image de marque auprès des autorités et du public.



Centre touristique, Iférouane.

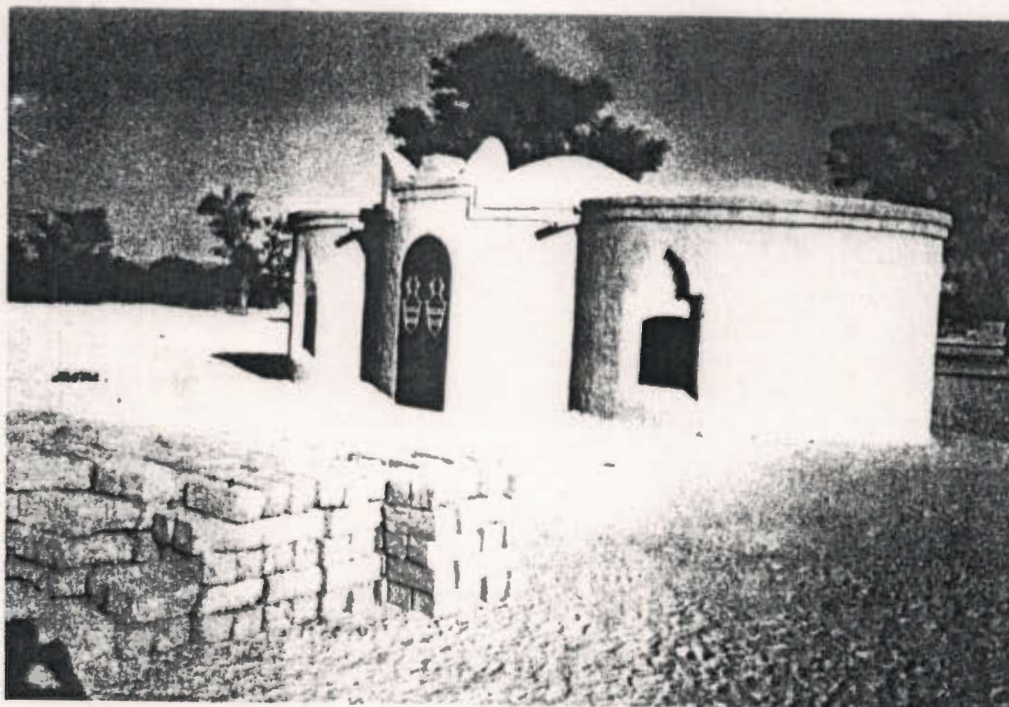


Intérieur (grande salle voûtée).

Parallèlement, des maçons formés par le PCGRNAT ont construit 7 villas et logements importants, conçus par Peter Tunley. Six de ces logements se trouvent à Iférouane et trois d'entr'eux appartiennent à des clients privés.

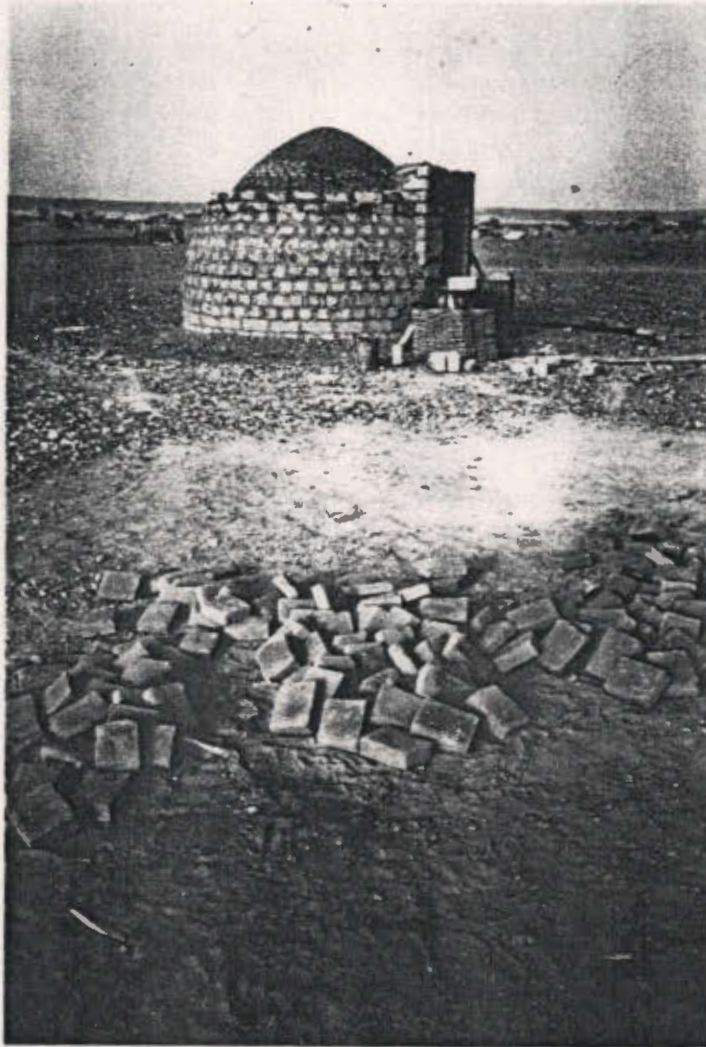
L'ensemble de ces bâtiments démontre les potentialités de la construction en voûtes et coupoles pour l'édification d'équipements publics.

Mises à part ces réalisations d'une taille relativement importante, l'accent a surtout été mis sur la construction de petits bâtiments, d'une à trois pièces. Beaucoup ont été construits, voués à des fonctions diverses: cases d'habitation et cases de passage, cuisines et magasins, bureaux de l'Union Régionale de Coopératives à Agadez, salles pour le Conseil Villageois de Développement à Iférouane. Impressionné par ces petits bâtiments, le Secrétaire-Général du Conseil National de Développement (CND) au Niger a fait construire sa propre maison à Iférouane en voûtes et coupoles. Partout, au Niger et au Mali (Cercle de Ménaka), ces bâtiments font la démonstration que ces nouvelles techniques et structures sont adaptées aux besoins et aux capacités locales.



Bâtiment communautaire du Conseil Villégeois de Développement, Iférouane.

5.5 La construction spontanée

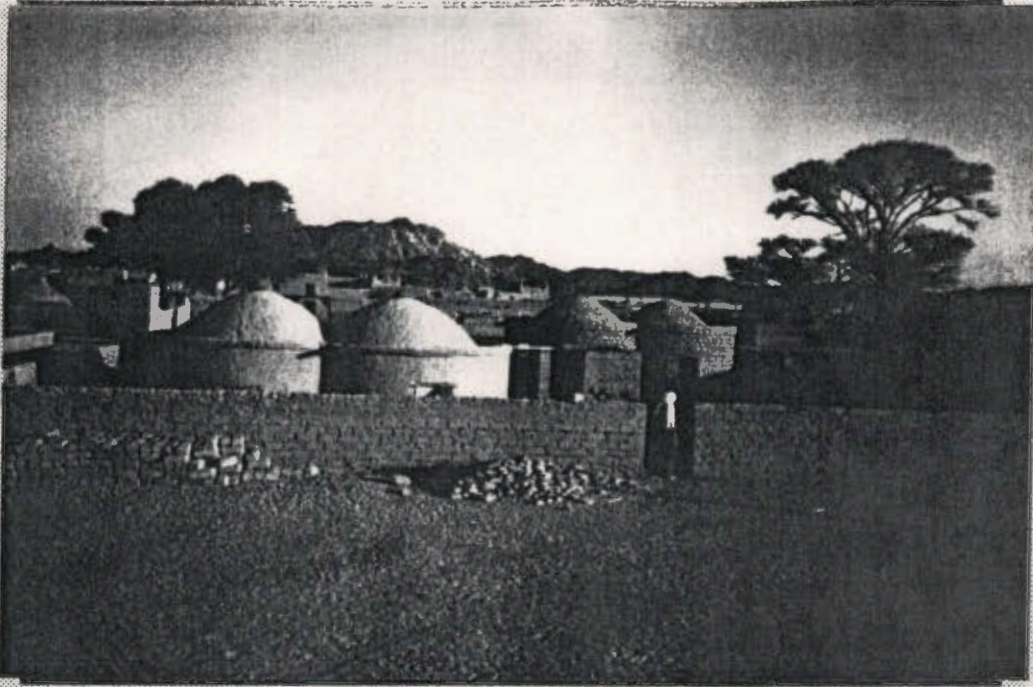


On appelle construction spontanée toute construction réalisée par des maçons locaux et financée par des propriétaires locaux. Il s'agit presque toujours de petits bâtiments d'une à trois pièces, rectangulaires ou ronds. Il existe maintenant un nombre croissant de ces bâtiments qui sont généralement construits sans aucune assistance technique, parfois à l'aide d'un croquis ou plan conçu par un technicien ou un autre maçon expérimenté. En juin 1990, nous avons identifié cinq pôles de construction spontanée: Chikal, avec 5 bâtiments; Ichiguine et Bankoukou avec 8; Iférouane avec 18; Tchirozerene avec 4 (soit 66% du total dans le village depuis un an); et le Cercle de Ménaka avec 22. Dans le cas d'Ichiguine et de Bankoukou, le maçon Mallam Abdou vient d'achever la construction d'une mosquée importante conçue par lui-même et

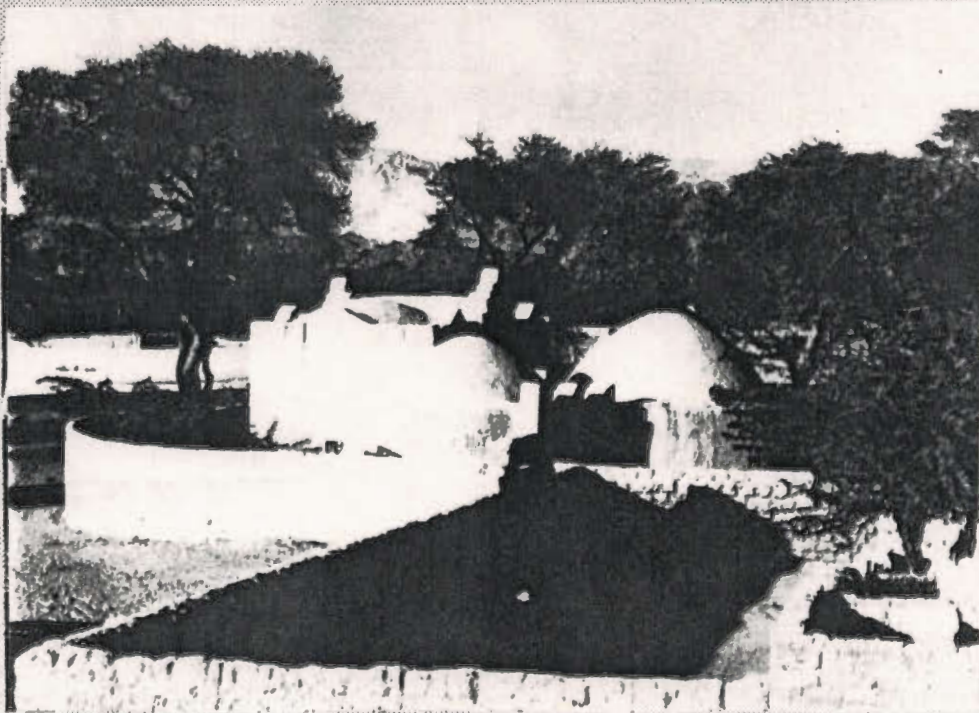
payée par les habitants de la ville de Bankoukou. C'est là un bon exemple de l'appropriation locale de ces techniques. Il faut ajouter que souvent, comme à Iférouane, Tchirozerene et Ichiguine, les maçons principaux¹ forment des "apprentis" parmi les membres de leur famille, leurs amis et les manoeuvres travaillant sur les mêmes chantiers.

L'enthousiasme des maçons pour ces techniques joue un rôle très important dans le développement de ces constructions spontanées. Ils sont convaincus des bénéfices globaux qu'apportent ces méthodes: plus de problème d'approvisionnement en bon bois, plus de problème de termites, une exécution plus simple (du fait que l'ensemble de la structure se fait avec les mêmes matériaux). Ces mêmes satisfactions sont exprimées par les propriétaires.

1. Moussa Amgar, Mouloul Amoumoun, Mallam Abdou.



Maisons privées (deux pièces rondes, couvertes par coupoles), construites par Moussa Amgar et son équipe, Iférouane. (Pour coût, voir 5.8, maison 2.)



La maison privée de Moussa Amgar, Iférouane.

Moussa Amgar: l'esprit de questionner

Originaire d'Iférouane, où il est né d'un père Haoussa et d'une mère Touareg, Moussa Amgar, 35 ans, est confronté pour la première fois à la construction de voûtes et coupoles au cours d'un programme de formation qui aboutit à l'édification des bureaux et de l'infrastructure du PCGRNAT à Iférouane.

Comme la plupart des hommes de la région, il a déjà beaucoup voyagé: en Algérie et en Lybie il a acquis une expérience considérable de la construction, et cela fait plusieurs années qu'il construit - avec sa petite équipe de maçons - des maisons rectangulaires à toitures plates.

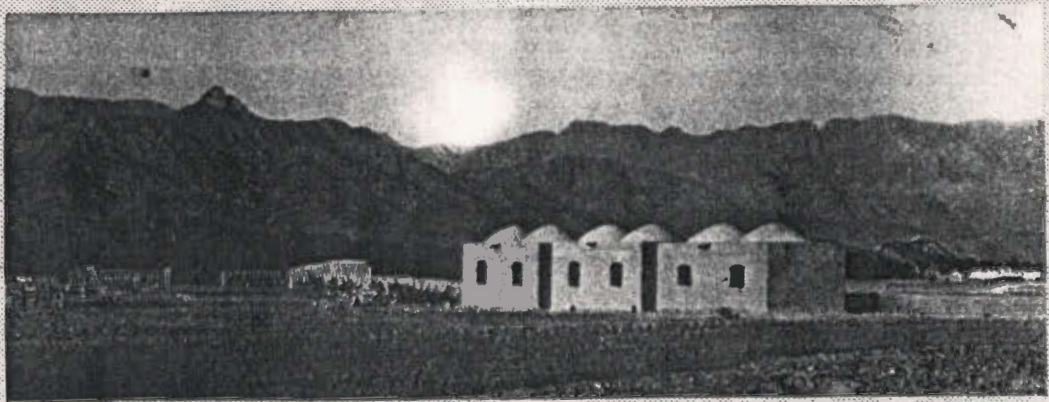
Au cours du programme de formation, on encourage les participants à questionner, pour saisir l'essentiel des principes derrière les techniques qu'on leur apprend. On les incite à toujours remettre en cause, plutôt que de simplement suivre des instructions. Cette approche convient admirablement à l'esprit alerte et innovateur, bien que prudent, de Moussa qui, à la fin du programme, demande des dessins pour une maison à trois pièces, qu'il réalise par la suite sans aucune assistance financière ou technique.

Mais pour Moussa ce n'était que le début d'un "apprentissage" volontairement prolongé. (En effet, la plupart des maçons formés sont tentés - à tort - de se considérer déjà experts, ce qui présente un réel danger vu la grande variation de conditions locales et de matériaux à laquelle ils seront vraisemblablement confrontés.)

Devenu chef de chantier pour la construction des bâtiments du PCGRNAT à Tin Telloust, Moussa participe à la recherche de solutions pour des bâtiments plus résistants, plus simples à construire et moins chers. On introduit l'arche gothique (ou pointue), ainsi que la première coupole sur base ronde. Par la suite, Moussa est le premier à se lancer dans la construction d'une coupole sur base ronde pour sa propre maison. Sa confiance, sa profonde conviction que les gens peuvent influencer leur propre avenir, et son intégrité ont encouragé et incité un grand nombre de personnes à suivre son exemple.

Depuis, Moussa continue dans ce rôle non seulement de constructeur et formateur, mais aussi de "chercheur", essayant de comprendre les besoins spécifiques de chaque local, chaque chantier, chaque client, et d'y répondre. C'est ainsi qu'il a pu se prêter à la construction de petits barrages en pierres et de puits avec de nouvelles briques courbes. De plus en plus connu hors d'Iférouane, dans le cas particulier d'Agadez récemment il a su jouer un rôle essentiel dans la construction d'une coopérative en assurant un dialogue et un échange de connaissances avec les maçons locaux.

Bien que capable de comprendre des plans architecturaux, Moussa est handicapé par le fait qu'il ne sait pas lire les lettres de l'alphabet romain. Il espère résoudre ce problème prochainement, ainsi que continuer d'améliorer ses compétences techniques.



Logements pour voyageurs, conçus et contrôlés par Moussa Amgar, Iférouane.

La présence dans une région de plusieurs exemples construits par un projet facilite l'acceptation de ces techniques, mais il faut aussi que les maçons se "sentent" capables de construire les voûtes et les coupes. A ce propos, on remarque des préférences, soit pour les voûtes, soit pour les coupes, en fonction de l'expérience acquise sur des chantiers de 'projets'. Ainsi, à Iférouane, il y a une quasi-absence de voûtes dans la construction spontanée, alors que voûtes et coupes sont tous deux utilisées à Ichiguine et à Bankoukou. A Agadez, par contre, la majorité des bâtiments construits par un maçon de Timia sont couverts de voûtes. Le choix entre voûte ou coupes ne correspond pas toujours bien à la fonction de la pièce et une formation plus complète pourrait améliorer cette situation.

Deux facteurs semblent freiner l'utilisation de voûtes et de coupes pour la construction spontanée: le manque de modèles et le manque de maçons formés.

Ce sont les bâtiments de référence visibles dans une région qui provoquent la demande populaire. Ainsi, dans les villages proches d'Ouallam, quatre maçons formés par le PCGRNAT ne construisent pas de voûtes et coupes pour leur clientèle locale qui, ne connaissant pas cette architecture, demande des bâtiments à toiture plate, même si le problème d'approvisionnement en bois est très grave. Les maçons enthousiastes résolvent ce problème en construisant leur propres maisons: Moussa Amgar, Mouloul Amouman et Mallam Abdou ont tous des maisons en voûtes et/ou coupes.

Le trop faible nombre de maçons formés freine aussi le développement de cette architecture. D'une part, certains maçons habitués à travailler sur des 'projets', se sachant rares dans leur spécialité, demandent un tarif par journée de travail qui dépasse les moyens locaux. D'autre part, les maçons formés ont très souvent été occupés presque à plein temps par la construction des bâtiments des 'projets': c'était surtout le cas à Iférouane, à Tchirozerene et à Chikal.

C'est donc en grande partie avec l'augmentation du nombre de maçons formés et disponibles que la situation s'améliorera.

5.6 La qualité des réalisations: réussites et difficultés

La mission de juin 1990 a permis de visiter la majorité des constructions réalisées au cours des dix dernières années (voir Annexe 3 pour une liste complète) et d'évaluer les points forts et les points faibles dans l'application des techniques de construction en voûtes et coupes au Niger et au Mali (Cercle de Ménaka). Parmi environ 307 bâtiments (juin 1990), 297 sont en bon état (absence de problèmes structuraux, malgré parfois quelques déficiences techniques), même si certains ont besoin d'entretien (par exemple, le centre d'alphabétisation à Chikal, construit il y a dix ans, a besoin d'un recrépissage).

5 bâtiments ont subi des dégradations suite à des problèmes de structure: leurs toitures se sont totalement ou partiellement effondrées. La maison No 2 à

Baleyara (conception et suivi: PTV) risque même d'avoir d'autres problèmes de structure à l'avenir. Deux autres bâtiments ont des fissures qui peuvent entraîner des problèmes plus importants à l'avenir. Il s'agit de la maison SNV No 1 à Baleyara (conception et suivi Peter Tunley) dont les fondations sont insuffisantes et d'une case, à Chat (construite par Mallam Abdou), bâtie avec un mauvais appareillage des blocs des murs.

Une réflexion sur ces échecs permet de connaître les points faibles, tant au niveau de la compréhension qu'au niveau de la réalisation pratique. Ainsi, il devient possible d'y remédier.

Il faut dire que nous constatons, globalement, une bonne qualité dans la construction des voûtes et des coupoles elles-mêmes. Dans le cas des voûtes, leur construction est rendue plus facile par l'utilisation de ficelles-guides indiquant l'alignement et le bon profil de la voûte (ces ficelles sont une innovation introduite par P. Tunley en 1983). Dans le cas des coupoles, la position et l'angle d'inclinaison de chaque brique sont trouvés à l'aide d'un compas ou bras rayon. On peut aussi attribuer cette bonne qualité des toitures au fait que la formation a souvent porté sur la construction des voûtes et des coupoles, et moins souvent sur la structure du dessous et sur les finitions.

Les problèmes dont souffrent les bâtiments viennent essentiellement de 5 facteurs:

- Une insuffisance ou même une absence de fondations.
- Une mauvaise construction des murs et, surtout, un mauvais appareillage des blocs. Ceci contribue directement à la faiblesse des coins sur les bâtiments rectangulaires et, surtout, provoque la fissuration quand on construit une coupole au-dessus.
- Une construction trop rapide de la coupole qui, de ce fait, se déforme et exerce ensuite trop de poussée sur les murs latéraux.
- Une mauvaise évacuation des eaux de pluie venant soit d'un défaut dans les pentes du toit, soit de l'utilisation de gargouilles trop petites qui sont facilement bouchées. Ces deux facteurs provoquent une infiltration d'eau dans la structure, menant parfois à l'effondrement du toit.
- De mauvais enduits extérieurs: soit des enduits en terre mal préparée qui sont peu résistants à l'action de l'eau, soit des enduits en ciment qui se fissurent et permettent l'infiltration de l'eau, provoquant souvent des dégâts importants.

Dans le cas de l'hôpital du SIM, à Danja, conçu par du personnel du PTV, l'effondrement des toitures est essentiellement dû à une mauvaise conception: les dimensions des murs était trop faibles pour résister à la poussée exercée par des coupoles de grande portée.

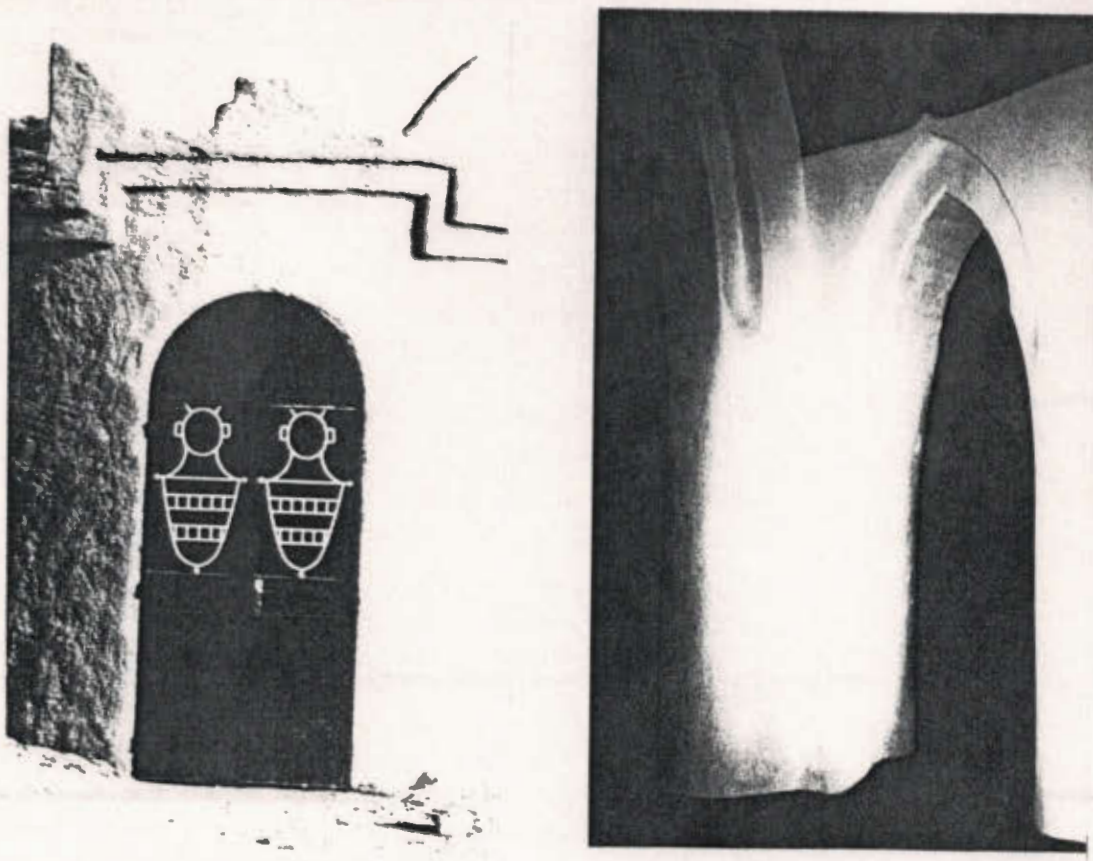
Nous constatons que ces problèmes ont une triple origine:

- Une formation qui n'a pas pris en compte les cinq points ci-dessus, ni bien expliqué le comportement de la structure des bâtiments en voûtes et coupes.
- Une mauvaise qualité de travail et, le cas échéant, un suivi de chantier médiocre.
- Une 'pression' exercée, soit par le client, soit par le maître de chantier, pour économiser sur les matériaux et travailler plus vite.

Ces problèmes peuvent être réduits grâce à une meilleure formation donnée aux maçons et, éventuellement, aux techniciens; grâce aussi à un meilleur contrôle de qualité.

5.7 L'évolution des formes

Depuis la construction du premier bâtiment, le centre d'alphabétisation à Chikal, il y a eu une évolution du style, surtout dans les bâtiments conçus par



Deux exemples typiques du soin apporté aux finitions:

Porte du CND, Iférouane.

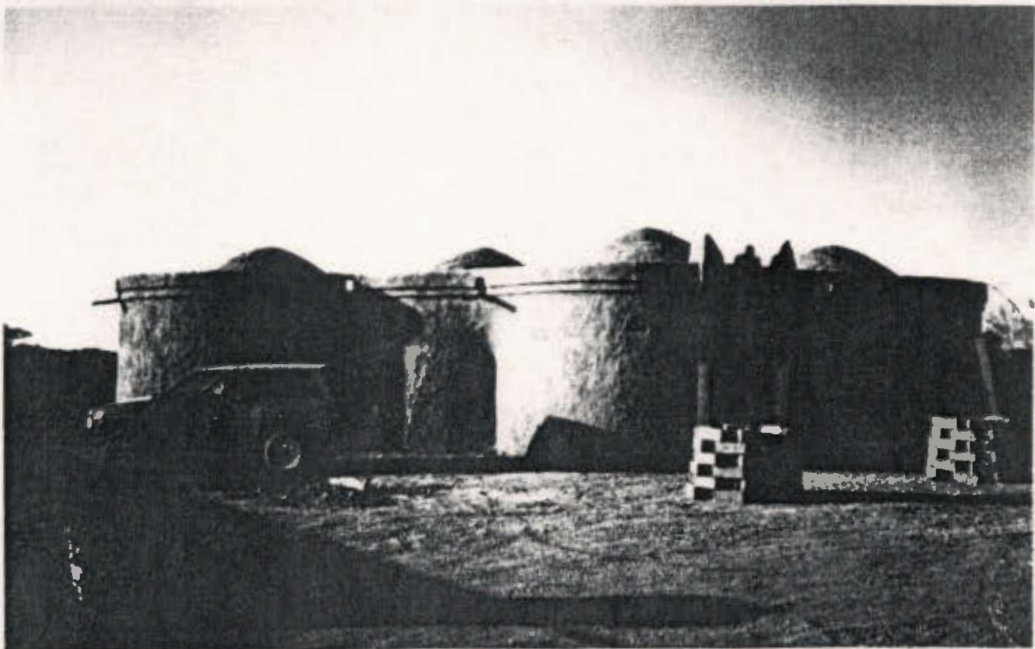
Détails intérieurs de portails, Centre touristique, Iférouane.

Des cases rondes aux villas



La forme ronde s'adapte aussi bien aux petites cases qu'à la conception de grandes villas.

Cuisine de l'école primaire à Iférouane.



Villa privée (maison de Touma Louva) avec 8 pièces, Iférouane.

Peter Tunley pour le PCGRNAT à Iférouane et à Agadez. Cette évolution est évidente dans l'exécution des portes, des fenêtres et des acrotères. Les maçons Moussa Amgar, Mouloul Amouman et Mallam Abdou commencent aussi à posséder chacun leur style. Ceci signifie qu'ils s'approprient ces nouvelles techniques, ce qui représente une avance très positive.

Cependant, les évolutions des formes au niveau de la structure sont aussi importantes que l'évolution purement esthétique.

Le PCGRNAT, de son côté, a proposé un nouveau type de case ronde avec coupole pour, d'une part, simplifier la construction et la rendre accessible à tous et, d'autre part, réduire les risques de mauvais appareillage en maçonnerie (dans les coins des pièces couvertes par une coupole). Cette nouvelle structure est plus simple à implanter et plus facile à construire. On économise aussi des matériaux et du temps à la mise en oeuvre. A partir de ce modèle simple, on a également proposé des cases doubles et triples et aussi des villas à plusieurs pièces rondes. (Voir page 27.) Par la suite, les cases rondes ont été introduites à Ménaka et Anderamboukane, et des modèles ont été construits à Ouallam, Dosso, Dogon-Doutchi, Zinder, Azel, Agadez, Tchirozerene et Tchintabaradene. Le PCGRNAT a aussi modifié légèrement le profil des coupoles en remplaçant la forme hémisphérique par une forme ogivale, c'est à dire plus pointue et exerçant moins de poussée latérale sur les murs.

5.8 Le coût

Nous avons évoqué plus haut la difficulté d'évaluer ces techniques de construction sur le seul critère du coût. Néanmoins, c'est un facteur important bien que difficile à quantifier car très variable.

En Annexe 1 nous présentons, à titre d'exemple, les coûts réels de trois types de maison à deux pièces, de surface habitable comparable: il s'agit de bâtiments simples (crépis intérieur et extérieur en terre; portes et fenêtres de fabrication locale) construites à Iférouane et Shiwil, c'est à dire dans des régions où ces techniques sont répandues:

Maison 1a, maison à chambres rectangulaires et à toiture plate en bois de bonne qualité.

Maison 1b, calcul supposant la même maison, mais construite en bois de mauvaise qualité, et sans paiement du permis de coupe.

Maison 2, maison à deux pièces rondes avec coupoles (voir photo page 22).

Maison 3, maison à deux chambres rectangulaires avec voûtes.

Le coût du m² par bâtiment est le suivant:

Maison 1a, toiture en bon bois:	9 200 Fcfa/m ²
Maison 1b, toiture en mauvais bois:	6 400 Fcfa/m ²
Maison 2, coupoles:	7 100 Fcfa/m ²
Maison 3, voûtes:	8 400 Fcfa/m ²

De ces trois bâtiments, c'est celui à coupoles (2) qui revient le moins cher, comparé avec la maison construite avec du bon bois (1a) et celle avec voûtes (3).

Pour ces comparaisons nous avons pris l'exemple d'une maison (1a) à toit plat construit avec du bois de bonne qualité (*Hyphanae thebaica*), relativement cher mais qui, selon l'expérience locale, durera entre 10 et 20 ans. Nous avons ensuite fait un calcul théorique du coût de cette même maison (1b), construite avec du bois de mauvaise qualité (*Acaccia raddiana* et *Calotropis procera*) obtenu sans payer de permis de coupe. Le prix de la construction initiale du m² de surface habitable descend à 6 400 Fcfa, mais le bois devra être - au moins en partie - remplacée après 1 à 3 ans. Ainsi, le prix comprenant réparation et entretien dépassera rapidement celui de la maison construite en bon bois, ainsi que celui de la maison couverte de coupoles. C'est ce calcul (du coût comprenant la réparation et l'entretien) que certains commencent à prendre en compte, bien que les plus démunis aient rarement la possibilité de penser au long terme de cette façon.

Dans les endroits où l'on construit pour la première fois, il faut ajouter au prix de base le surcoût dû au manque d'expérience (qui augmente le temps de travail) et un suivi de chantier renforcé. Ainsi, à titre d'exemple, le BIT et le Corps de la Paix, qui commencent seulement à utiliser ces techniques de construction, considèrent que les bâtiments qu'il a réalisés jusqu'à présent sont chers.

Le prix de la construction spontanée

Pour la construction spontanée, le coût varie énormément en fonction de la participation du propriétaire et de sa famille au travail avec le maçon. Quand il y a un maçon dans la famille, il entreprendra la construction, souvent sans vraie rémunération financière.¹

Cependant, nous pouvons citer un exemple d'une construction spontanée chiffrée. A Tchirozerene, Mouloul Amouman a construit une case ronde (3m diamètre) pour un nommé Agak Moghass. Agak a fourni les 300 blocs et les 1000 briques, (il en a fabriqué lui-même une grande partie), et la main d'oeuvre nécessaire. Il a payé Mouloul 7500 Fcfa (37.5 FS) pour la construction du bâtiment. Il dit que le coût lui paraît dérisoire, tant qu'il a la force de transporter lui-même les briques. Agak construira un autre bâtiment après l'hivernage de 1990.

1. La préférence pour un maçon qui est membre (ou ami) de la famille fait que, si ce maçon n'est pas formé aux techniques de construction sans bois, la maison sera construite selon ses techniques habituelles. Ceci constitue un obstacle important à la diffusion et l'acceptation des voûtes et coupoles.

Mouloul Amoumoun: comment satisfaire une demande croissante?

Mouloul est actuellement maçon basé à Tchirozerene et travaillant pour son compte. Il habite une maison à deux coupoles qu'il s'est construite lui-même. Il peut demander 7 500 Fcfa pour la construction (matériaux et main d'oeuvre non compris) d'une petite maison ronde à coupole (diamètre 2.75m). Il accepte volontiers que d'autres maçons travaillent à ses côtés et apprennent ainsi la construction de voûtes et coupoles, car il considère que ce sera le seul moyen de satisfaire à la demande croissante pour ces techniques de construction. Comment en est-il arrivé là?

Touareg de la région de Tchirozerene, Mouloul débute sa carrière en travaillant sur la construction de barrages pour la mission catholique locale. Il est embauché par une entreprise qui construit des maisons pour le personnel de SONICHAR (en blocs de ciment, tôle ondulée, etc.) En 1984, il arrive à Agadez où il est engagé par l'ONG EIRENE pour construire de petits barrages en rochers et des puits en ciment armé.

EIRENE considère que les constructions en voûtes et coupoles qu'ils ont vues à Iférouane pourraient répondre à certains de leurs besoins et envoie Mouloul sur un stage de formation auprès du PCGRNAT: à Tin Telloust il travaillera pour deux mois sur la construction de bâtiments pour le projet (coupoles sur bases rectangulaires). Très motivé, Mouloul a aussi l'avantage d'être alphabétisé: il peut prendre des notes et lire les plans...

De retour de son stage, il construit pour EIRENE deux bâtiments: l'un à trois coupoles, l'autre à deux coupoles. Tous deux ont à la fois une fonction pratique (logements) et une valeur de démonstration.

En même temps, dans la région d'Agadez, l'intérêt qu'on porte à ces techniques grandit au fur et à mesure que le bois et les pailles utilisés ordinairement pour les toitures deviennent très difficiles à obtenir. On demande à Mouloul de construire un magasin pour la coopérative artisanale d'Agadez, ce qu'il entreprend avec le concours d'EIRENE. Ce bâtiment simple donne néanmoins une impression favorable grâce à la bonne qualité du travail et des finitions.

EIRENE n'ayant plus besoin de maçon, Mouloul devient indépendant: il élargit son expérience en travaillant sur de nombreux bâtiments du PCGRNAT, y compris comme formateur.

Depuis, il continue de répondre à une demande croissante pour ces techniques. Pour le particulier, ses bâtiments ont l'avantage d'éviter la recherche ardue de bois (de mauvaise qualité) et de diminuer l'entretien (plus besoin de remplacer les poutres et les nattes). Les entreprises sont également concernées par ces nouvelles techniques. SONICHAR, entreprise de mines de charbon, est particulièrement intéressée, notamment à cause de la diminution sensible des coûts de climatisation (comparés à ceux des bâtiments qu'ils construisent actuellement en ciment et tôle).

Mouloul a parfaitement maîtrisé la construction de bâtiments simples. Pour des travaux plus complexes, il aurait besoin d'une formation technique.

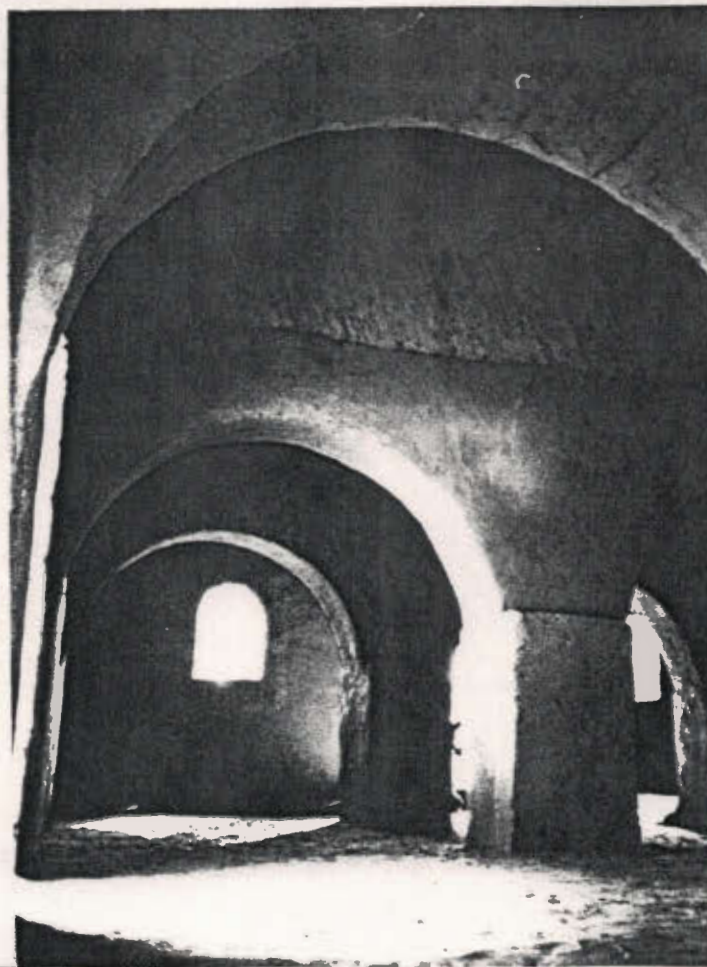


Décoration au dessus de la porte d'entrée - la maison de Mouloul Amoumoun à Tchirozerene.

5.9 La performance climatique

On entend beaucoup parler des avantages climatiques de la construction en terre crue avec toitures en voûtes et coupoles elles-mêmes en terre. Au Niger, l'expérience des utilisateurs, confirmée en 1989/90 par une série de tests climatiques sur les bâtiments d'Iférouane, indique ceci:

- Les bâtiments en terre avec toitures en voûtes et coupoles ne sont, par eux-mêmes, ni plus ni moins confortables que les maisons avec murs en banco et toitures en bois couvert de terre. Par contre, en hiver, la température y est plus agréable que dans les paillottes et les constructions en dur (toitures légères avec faux plafond, murs en parpaings).
- Le confort climatique des bâtiments en voûtes et coupoles dépend surtout de la conception du bâtiment qui, pour être satisfaisante, doit assurer une bonne ventilation et une bonne protection des ouvertures.



Une bonne orientation et ventilation pour le confort climatique (la mosquée à Bankoukou, conçue et réalisée par Mallam Abdou).

6. Evaluation de la demande

Les chapitres précédents ont montré comment sont appliquées les nouvelles techniques de construction sans bois en voûtes et coupoles: les méthodes utilisées pour la formation et la démonstration, les compétences des maçons, la qualité et l'envergure des réalisations et le rôle des organisations concernées.

Dans cette partie du rapport nous étudierons la demande pour ce type d'architecture et les facteurs favorisant ou limitant sa croissance.

Outre les visites des bâtiments et des chantiers, la mission de DW a permis de prendre contact avec:

- presque toutes les institutions ayant envoyé des maçons et des techniciens en formation au PCGRNAT;
- les autres organisations offrant des stages de formation;
- les villégeois et leurs maçons;
- les représentants de certains services de l'Etat, de quelques sociétés importantes et de diverses organisations nigériennes.

Tous étaient intéressés par la formation de leur personnel et/ou par la construction de bâtiments.

Ces contacts ont permis d'avoir toute une gamme d'opinions sur la construction sans bois en voûtes et coupoles.

(Une liste des personnes et organisations interrogées figure en Annexe 1).

6.1 Résumé de la demande en bâtiments sans bois en voûtes et coupoles

Le tableau ci-contre, établi à partir de réponses à un questionnaire et à une enquête, indique le niveau d'intérêt de diverses organisations pour la construction en voûtes et coupoles. Ce tableau ne peut malheureusement pas transmettre l'enthousiasme exprimé par les personnes interrogées pour ce type de construction, surtout parce qu'il résoud leurs problèmes d'approvisionnement en bois.

Résumé de l'intérêt exprimé pour la construction en voûtes et coupoles

ORGANISATION OU GROUPE	SOUHAITE VULGARISER V & C	A DEJA CONSTRUIT EN V & C	CONSTRUIT TOUJOURS EN V & C	FAIT DE LA FORMATION	SOUHAITE BENEFICIER D'UNE FORMATION	PREVOIT DE CONSTRUIRE	SOUHAITE UN SOUTIEN TECHNIQUE	DISPOSE D'UN PERSONNEL INTERESSE	VEUT EXEMPLES BATIS AVANT DE CONSTRUIRE
O.N.G.s									
VISION MONDIALE/ MALI	***	***	***	***	***	***	***	***	
B.I.T/ NIAMEY, DOSSO	***	***	***	***	***		***	***	
KRUGER/ NIAMEY, ZINDER	***	***					***	***	
PETITES SOEURS/ AZEL	***	***					***	***	
MISSION CATHOLIQUE/ TCHIRO	***	***	***				***	***	
P.G.R.N./ TIM TABARADEN	***	***	***		***	***	***	***	
CORPS DE LA PAIX	***	***	***		***	***	***	***	
U.R.C./ AGADEZ	***	***	***		***	***	***	***	
WWF/IUCN-PCGRNAT	***	***	***	***	***	***	***	***	
S.I.M./ DANJA (MARADI)	***	***			***	***	***	***	***
SONICAR/ TCHIRO'	***	***			***	***	***	***	
PTV/ CHIKAL	***	***	***	***	***		***	***	
C.A.R.E./ MARADI	***	***					***	***	***
E.I.R.E.N.E./ AGADEZ	***	***						***	
O.N.V.P.E.	***				***	***	***	***	
A.N.V.	***							***	
I.S.A.I.D.	***	***			***	***	***	***	
ASSOCIATION TAMAZALAK	***	***			***	***	***	***	
MACONS									
Macons de ICHIGUINE	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de TCHIROZERENE	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de IFEROUANE	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de CHIKAL	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons d'AGADEZ	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de MENAKA	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de DOSSO	***	***	***	***	***	***	***	***	
Macons de TAMAZALAK	***	***				***	***	***	
GOVERNEMENT									
D.F.P.P./NIAMEY	***								***
EQUIPEMENT/NIAMEY	***	***					***	***	***
PRESIDENT C.N.D./NIAMEY	***	***				***		***	
GENDARMARIE NATIONALE	***	***			***	***		***	
S.G.A./AGADEZ	***					***		***	
MAIRE/AGADEZ						***		***	
DIR' DE L'ENVIRONNEMENT/AG	***					***	***	***	
EQUIPEMENT/AGADEZ	***					***		***	
GENIE RURAL/AGADEZ	***	***				***	***	***	

6.2 Les obstacles à la vulgarisation des bâtiments sans bois en voûtes et coupoles

1) Sensibilisation insuffisante

Beaucoup d'individus, d'organisations et d'autorités ignorent l'existence de ces techniques et, par conséquent, continuent à construire avec du bois. Pour que les gens aient recours à ces techniques, il est clair qu'ils doivent en avoir connaissance. Comme l'a fait remarquer M. le Maire d'Agadez, M. Hakan Dalla, il faut faire de la sensibilisation grâce à de bons exemples. Mais il est

aussi clair que des exemples bâtis, bien que très utiles comme modèles, ne sont pas suffisants à eux seuls pour susciter une demande spontanée. Ainsi, à Filingué, malgré la présence depuis 7 ans de trois bâtiments de référence, plusieurs personnes interrogées ont affirmé ne pas connaître la construction en voûtes et coupes. De même à Agadez où il en existe plusieurs exemples, des gens déclarent peu connaître ce type de construction dont ils ont juste entendu parler à propos de ses applications à Iférouane. Ailleurs, les autorités pensent que ces techniques permettent seulement la construction de petites cases rondes et que, par conséquent, elles ne concernent pas les équipements publics et les villas.

Par conséquent, il faut prévoir une forme de sensibilisation qui touche un très large public: information radio, réunions, animations...

2) Manque de maçons

Le deuxième obstacle à la vulgarisation de ces constructions est le manque de maçons compétents. A Iférouane, il y actuellement une 'liste d'attente' pour la construction privée. Toujours à Iférouane, Moussa Amgar nous informe qu'il a aussi reçu des demandes d'Arlit, d'Agadez et de Tahoua, et que, ni lui, ni ses collègues ne sont en mesure de satisfaire ces demandes, par saturation de travail.

6.3 Diffusion de ces techniques dans le secteur public

Actuellement, et bien que ces techniques soient adaptées au marché des petits et moyens équipements, il y a peu de demande venant du secteur public.

Les autorités^{*1} souhaiteraient voir des prototypes dans chaque région pour mieux connaître les coûts et la viabilité de ces constructions. Ensuite, et surtout, il faudrait que les autorités (comme le Ministère de l'Équipement à Niamey) puissent trouver sans difficulté assez de maçons compétents et assez de spécialistes pour concevoir les bâtiments et gérer les chantiers.

Tant qu'il n'y aura pas suffisamment de personnel qualifié, il ne sera pas possible d'entrer de façon significative dans le marché du bâtiment public. Il est donc actuellement essentiel d'assurer une croissance importante du nombre de maçons. Pour cela, il faut développer la formation.

1. Selon entrevue le 25 juin 1990 avec M. Askia, Directeur de l'Urbanisme, Ministère de l'Équipement, Niamey.

6.4 Analyse de l'intérêt pour la construction en voûtes et coupoles

1) Demande populaire

La demande populaire qui, à long terme, deviendra la source de travail la plus importante, est évidemment difficile à estimer. Cette demande est liée à la présence d'exemples bâtis et de maçons expérimentés. Nous constatons déjà une demande active et croissante dans les endroits suivants: Iférouane, Tchirozerene, Azel, Chikal et Ichiguiné au Niger; le Cercle de Ménaka, au Mali. Dans ces endroits-là, la demande dépasse la capacité de travail des maçons. Prenons le cas d'Azel où il n'y a même pas de maçon sur place, seulement des bâtiments de référence (3 bâtiments avec coupoles). Dans ce village, les femmes disent qu'elles sont découragées de faire des paillotes (90% des abris du village) qui sont rapidement détruites par les termites, elles veulent des cases rondes en terre. Elles sont prêtes à transporter les blocs pour ces nouvelles cases, comme elles l'ont fait au moment de la construction des 3 bâtiments-modèles. Par ailleurs, du fait que ce sont les femmes qui construisent habituellement les paillottes, elles sont intéressées par une formation féminine. Cette formation devrait porter sur la construction de cases simples: (murs de 20cm, avec coupole).

A Tchirozerene où il y a déjà 4 bâtiments spontanés suite à l'exemple et l'activité du maçon Mouloul, plusieurs familles sont sur le point de se lancer dans la construction de bâtiments à coupoles. Les maçons du village attendent le retour de Mouloul Amoumoun (occupé en juin 1990 sur un chantier à Tin Tabaradene) qui jouera le rôle de "conseiller" pendant le chantier.

D'une manière générale, la population et les maçons constatent que si les voûtes et coupoles sont légèrement plus chères que les toitures en bois, elles sont aussi plus durables. Or, le bois devenant rare, son prix augmente et la comparaison des coûts devient de plus en plus favorable à ces techniques.

2) La demande des organisations

L'intérêt des organisations pour ces constructions est variable.

Parmi les organisations ayant bénéficié de l'assistance technique et de la formation fournie par PCGRNAT, Vision Mondiale (au Mali) est actuellement la seule à avoir réellement pris le relais, et à jouer, comme nous l'avons déjà noté, un rôle actif dans la diffusion de ces techniques. Toutefois, le PGRN (à Tin Tabaraden) vient de lancer la construction de cases et semble intéressé par la formation. Le projet BIT, quant à lui, a fait quelques constructions mais s'intéresse surtout à la formation, dans un souci de création d'emploi et de promotion de techniques utilisant les ressources locales et nationales. Le BIT (à Maradi) projette donc, pour 1990, de former des maçons dans 6 villages et de faire plusieurs petites cases qui serviront de modèles. Malheureusement, la capacité de formation du BIT s'est sérieusement réduite

depuis le départ d'un jeune ingénieur français.^{*2} Auparavant l'expérience du BIT aurait pu être décevante: il avait fait appel, en 1987, au PTV pour la construction de 2 bâtiments; mal conçus, ceux-ci ont posé des problèmes dès leur exécution (problèmes de maçonnerie). Ensuite, l'un s'est totalement effondré et l'autre partiellement. Malgré cette mauvaise expérience, le BIT a compris que ses problèmes ne venaient pas de la technique elle-même mais d'une mauvaise réalisation. Cette organisation, sans se décourager, s'est ensuite adressée au PCGRNAT en '88 et '89 en demandant une formation et une assistance technique. Les bâtiments construits depuis, grâce à ce nouvel appui, leur donnent satisfaction.

Le SIM (à Danja) a connu la même expérience avec des constructions faites par le PTV alors que ces chantiers étaient sensés servir de formation pour les maçons. Pourtant, comme le BIT, le SIM est prêt à se relancer dans des constructions sans bois, plus modestes et mieux adaptées aux compétences locales. Ils sont disposés, aussi, à suivre un programme de formation.

Nous constatons donc une attitude très positive et confiante en faveur de la construction de voûtes et coupes en terre crue malgré quelques mauvaises et coûteuses expériences.

Une autre organisation, le Corps de la Paix, a fait participer 4 maçons de Ouallam à un stage du PCGRNAT et, par la suite, a construit une case double à Ouallam. Maintenant, elle souhaite proposer aux volontaires un programme de sensibilisation et, pour ceux qui le désirent, une formation pratique en matière de 'publicité' pour mieux diffuser ces techniques.

On constate également que les organisations, pour leur grande majorité, sont intéressées par la promotion de ces techniques (à travers



Logements pour la Mission Catholique à Tchirozerene

1. Philippe Reynaud, volontaire français, ingénieur, qui a été envoyé par le BIT au PCGRNAT pour apprendre ces techniques.

la construction: l'Union Régionale de Coopératives, la Mission Catholique, Les Petites Soeurs, la société Krüger etc.) et par la formation de leurs maçons. Mais elles préfèrent utiliser les services d'assistants techniques et de formateurs extérieurs (venant généralement du PCGRNAT) plutôt que de créer ces postes de spécialistes chez eux.

3) Le besoins du PCGRNAT et la construction à Iférouane

Le PCGRNAT est en phase de transition. Bientôt, il n'aura plus de volet spécifique à la "construction sans bois" et à sa promotion. L'UICN prévoit de substituer à ce volet du PCGRNAT une institution de large envergure, née des capacités locales, qui non seulement prendra le relais mais diffusera beaucoup plus largement ces techniques.

A Iférouane, la disparition du volet "construction sans bois" du PCGRNAT ne perturbera pas le bon développement de ces techniques. En effet, après cinq ans de travail de formation et de construction dans cette région, nous estimons qu'il existe suffisamment d'exemples de maisons en voûtes et coupoles pour assurer la continuité de ces techniques. D'ailleurs, les voûtes et coupoles sont 'à la mode' à Iférouane. Et il y a assez de maçons 'qualifiés' et d'apprentis-maçons pour répondre à la demande déjà importante en petits bâtiments privés. Pour des réalisations plus ambitieuses, les maçons pourront se référer aux plans établis par Peter Tunley car ils n'ont généralement pas la compétence nécessaire pour concevoir un bâtiment de trois pièces ou plus. Il faudra donc tenir à leur disposition un jeu de plans-types susceptible de couvrir l'ensemble des besoins locaux.

Dans un proche avenir, il est prévu à Iférouane la construction de plusieurs bâtiments en voûtes et coupoles assez importants: l'extension de la Gendarmerie Nationale, une mosquée financée par l'Arabie Saoudite, des villas privées... Pour ces constructions-là, des plans devront être établis. De même pour l'extension des bureaux et logements du PCGRNAT à Iférouane, pour laquelle une mission de Peter Tunley est prévue fin 1990.

D'une manière générale, le PCGRNAT devrait, à l'avenir, avoir deux actions à mener:

- la construction de petits bâtiments de une à trois pièces (comme la salle pour ordinateurs ou les cases de passage, bâties en 1989); ce travail peut être assuré par un maçon expérimenté, comme Moussa Amgar;
- l'inspection régulière ^{*3} des bâtiments et leur entretien (essentiellement recrépissage). L'inspection est actuellement assurée par Moussa Amgar qui est salarié par le projet. Nous considérons qu'il sera prudent à l'avenir de formaliser cette inspection et de prévoir éventuellement un accord avec un maçon à cette fin.

3. Une inspection des bâtiments du projet avant la saison des pluies, et après chaque pluie.

Le PCGRNAT a assuré, grâce à Peter Tunley et Moussa Amgar, le rôle de promoteur et de conseiller technique. La présence de ces 2 personnes spécialisées, vers lesquelles on pouvait se tourner en cas de difficulté et pour la conception des plans, a constitué un appui moral essentiel. Les maçons, se sentant sécurisés, sont devenus plus sûrs d'eux-mêmes.

En l'absence de Peter Tunley, Moussa Amgar peut continuer, pour le moment, de jouer partiellement ce rôle, mais il serait souhaitable qu'il se perfectionne, comme ses confrères, pour la conception de bâtiments simples.

Il faudra aussi qu'un spécialiste continue à faire des visites ponctuelles pour contrôler les travaux, solutionner les problèmes et rectifier les erreurs éventuelles.

Notons ici que la mission de DW en juin 1990 a permis d'examiner les problèmes auxquels les maçons étaient confrontés et de leur apporter des conseils. Ce fut une assistance légère mais nécessaire et qui semble avoir été fort appréciée des maçons. Nous espérons qu'il sera possible de développer ce type de soutien à l'avenir.

4) La demande de l'Etat et des sociétés nigériennes

La demande concrète de l'Etat nigérien pour la construction de voûtes et coupôles reste actuellement faible pour les raisons évoquées plus haut (voir 6.3).

Cependant, suite à l'expérience positive des nouveaux bâtiments à Iférouane, la Gendarmerie Nationale souhaite loger l'ensemble de son personnel à Iférouane dans des bâtiments semblables à ceux déjà réalisés. Et elle envisage de construire ses autres installations selon ces mêmes techniques partout où le contexte le permet.

A Agadez, les services départementaux des Travaux Publics et de la Construction sont également très intéressés par une formation pour leurs techniciens. Toujours à Agadez, le Génie Rural qui possède déjà quelques bâtiments sur sa concession, envisage d'utiliser ces techniques pour la construction de magasins et d'autres petits bâtiments dans les villages.

Encore à Agadez, la Direction Départementale de l'Environnement (DDE/A) a, quant à elle, non seulement démontré son enthousiasme pour la construction sans bois, mais aussi réagi de manière très active en coordonnant les contacts entre DW et les autorités locales d'Agadez, en juin 1990. Ce grand intérêt s'explique entr'autres par le fait que la DDE est directement concernée par l'impact sur l'environnement des prélèvements excessifs et en grande partie illégaux de bois.

Le Secrétaire Général Adjoint de la Préfecture d'Agadez, M. Abdoul Karim Hassane, et le Maire d'Agadez, M. Hakan Dalla, ont tous deux exprimé leur soutien pour un effort de diffusion de ces techniques dans la région d'Agadez.

Parmi les sociétés nigériennes, l'intérêt de la société SONICHAR à Tchirozerene est significative. Les constructions qu'elle a déjà réalisées (logements en dur, bâtiments préfabriqués) ayant atteint un prix de revient élevé, son bureau d'études recherche une solution économique pour l'avenir. Dans ce but, la société est disposée à financer la participation de son personnel à un stage de formation technique et, par la suite, à construire en voûtes et coupes. Nous avons constaté qu'il y a d'autres cas similaires au Niger (campements pour construction de routes, campements pour extraction de minéraux) pour lesquels l'utilisation de voûtes et coupes ferait réaliser des économies de plus en plus importantes à l'Etat.

5) La demande des clients particuliers

Il existe un nombre important de gros clients potentiels (ou déjà actifs) qui expriment aux maçons et aux organisations (PCGRNAT, PTV, BIT, VM) leur désir de construire: des hôtels, des villas, des mosquées. Ceci représente un volume de travail qui devrait être à la portée des maçons locaux. Dans ce type de demandeurs, il faut mentionner le Lycée Technique ISSA BERI à Niamey⁵ qui est aussi intéressé par des stages de formation technique.

6.5 Critiques de la construction sans bois

Malgré l'enthousiasme actuel pour ces techniques, quelques craintes subsistent:

1) La capacité de ces bâtiments à résister à la pluie

La résistance à l'eau est fondamentale pour la viabilité de ces techniques. On peut la vérifier sur le terrain grâce aux bâtiments déjà construits. Certains, implantés depuis dix ans dans des zones de forte pluviométrie (350 mm/an), prouvent que, sans enduit dur et avec peu d'entretien⁶, les bâtiments peuvent bien résister aux effets de l'eau de pluie.

Il faut tout de même préciser que cette résistance à l'eau est liée à la qualité de l'enduit (bonne terre, bonne préparation) et à une bonne conception et exécution du bâtiment assurant l'évacuation rapide de l'eau. Ces conditions étant remplies, un entretien régulier demeure nécessaire.

4. A titre d'exemple, des hôtels ont été proposés par des sociétés privées à Iférouane et à Madaoua.

5. Georges Gaillard, coopérant français

6. Deux bâtiments construits pour le préfet de Filingué en 1983 et revêtus par un enduit en terre ont reçu leur premier entretien (recrépissage en terre) en 1990. Pendant 7 ans, ils n'ont subi aucun dégât de structure.

DW poursuit la recherche d'enduits résistants à des prix abordables.*7

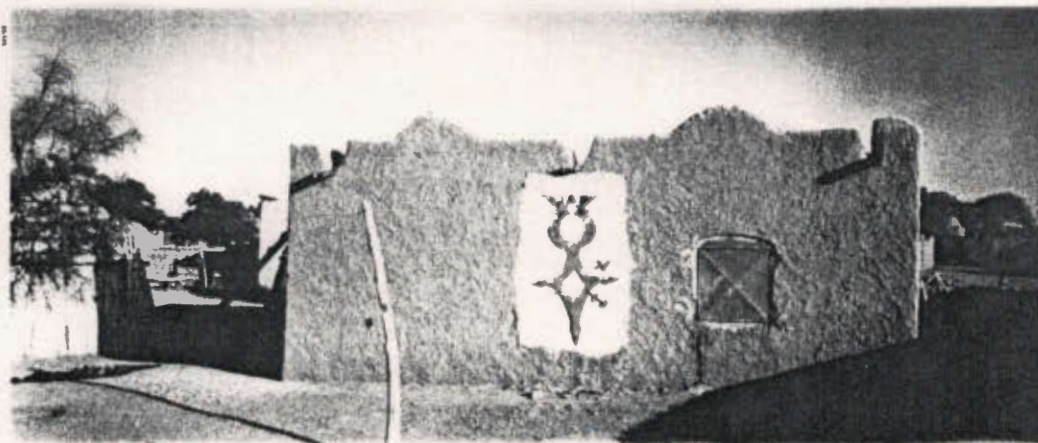
2) Le prix de revient de ces constructions

(Voir 5.8 pour une analyse détaillée du coûts de construction.) Une réticence souvent rencontrée à propos du coût provient d'une confusion. En effet, on peut parfois confondre les techniques de voûtes et coupoles qui font l'objet de ce rapport (c'est à dire essentiellement les techniques dites nubienne et leurs variantes) avec d'autres techniques, apparemment semblables, pratiquées au Burkina et au Mali. Il y a pourtant une différence essentielle: nous parlons ici de travaux en terre brute, non stabilisée, alors qu'au Burkina et au Mali il s'agit de briques de terre stabilisée (BTS) dont le prix de revient est presque le même que celui de parpaings de ciment. Ces bâtiments en BTS reviennent donc cher aux services d'Etat pour la construction d'équipements publics non subventionnés et sont presque inaccessibles à la population.

Cette confusion est à l'origine d'une fausse idée du prix de revient des bâtiments en blocs et briques de terre brute, non-stabilisée, qui reste modeste.

3) La forme du bâtiment

Sous l'influence et l'exemple du PCGRNAT, les maçons construisent surtout des bâtiments à pièces rondes, plus faciles à réaliser et plus solides. De ce fait, certaines personnes attachées à la forme rectangulaire ont tendance à se désintéresser des constructions sans bois qui, croient-ils, sont incompatibles avec leurs goûts. Il est donc indispensable de posséder dans chaque région toute une gamme de formes: coupoles sur base rectangulaire, coupole sur base ronde, et des voûtes.



Maison privée avec coupoles, Iférouane

7. En ce qui concerne les enduits, notons que les enduits traditionnels en terre sont souvent les plus performants. Les enduits avec ciment ont souvent de graves problèmes de fissuration. Les enduits à base d'huile sont également parfois performants.

7. Une stratégie pour une action d'appui: sensibilisation et formation

7.1 Conclusions à tirer de la situation actuelle

Dans les chapitres précédents nous avons examiné trois aspects de la construction de voûtes et coupoles au Niger et dans le Cercle de Ménaka, au Mali:

- Les méthodes utilisées pour introduire des constructions en voûtes et coupoles.
- Les bâtiments qui ont été construits et les personnalités et organisations responsables.
- L'intérêt actuel pour ce type de construction.

Ces observations entraînent plusieurs remarques:

- Il existe déjà une demande pour la construction en voûtes et coupoles et cette demande est en croissance.

La demande populaire est très localisée et dépend d'une part, de la présence de maçons formés et de quelques exemples bâtis et d'autre part, d'un contexte adapté (manque de bois, disponibilité de bonne terre, pluviométrie moyenne ou faible).

Les organisations s'intéressent à cette architecture et demandent de la formation.

Les autorités ne manifestent pas encore un grand intérêt (sauf à Agadez); elles attendent qu'on leur propose un produit utilisable en série.

- Ce type de construction en terre crue a maintenant fait ses preuves en plusieurs endroits et pendant plusieurs années: il est viable. Mais il faut mettre en place un système de contrôle de qualité pour la conception des bâtiments et leur construction.
- Ces nouvelles techniques sont encore mal connues, ou mal comprises. Il est nécessaire de mieux informer et sensibiliser le public.

- Il y a une demande pour la formation qui correspond à un réel besoin. Il faut continuer de dispenser cette formation en maçonnerie mais, aussi, former des chefs de chantier et des techniciens.
- Actuellement, on ne trouve plus, au Niger, une organisation qui assure une bonne formation et un bon suivi technique.

7.2 Une stratégie pour la diffusion des techniques de construction en voûtes et coupoles

Après dix ans de pratique, la construction de voûtes et coupoles au Niger n'en est plus à sa phase d'essai. Cependant, malgré l'intérêt qu'elle suscite aujourd'hui, elle pourrait assez vite tomber en désuétude s'il n'y a pas un effort de vulgarisation soutenu. Nous estimons qu'une étape clé a été atteinte: ces techniques correctement introduites et bien perçues par les clients potentiels doivent maintenant entrer dans la pratique courante.

A cette fin, et compte tenu l'expérience acquise, nous recommandons une stratégie en trois points:

- formation,
- sensibilisation,
- service après formation: contrôle de qualité et assistance.

A court terme, cette stratégie doit comporter un quatrième objectif:

- développer les compétences des nigériens pour qu'ils puissent eux-mêmes prendre le relais dans la mise en place des trois actions mentionnées ci-dessus.

Pour atteindre ces objectifs, nous recommandons la création d'une 'unité' spécialisée. Nous proposons également la création d'une association de constructeurs sans bois, dont le rôle serait double: d'une part, faciliter le contact entre clients et maçons qualifiés et doter les maçons d'une 'image' de professionnels et, d'autre part, permettre l'exercice d'un auto-contrôle de qualité entre membres de l'association.

7.3 L'unité spécialisée: Unité de Formation et de Sensibilisation (UFS)

Son rôle en matière de formation

L'Unité de Formation et de Sensibilisation proposera ses services aux particuliers, aux organisations et aux institutions privées et publiques, tant au Niger que dans les pays voisins. Cette unité sera composée d'une petite équipe

de techniciens et maçons expérimentés dans la construction et la formation. Dans un premier temps, une assistance technique venant de l'étranger sera nécessaire (fournie - par exemple - par DW, ONG agréée au Niger), mais celle-ci devra être progressivement remplacée par une capacité locale.

L'activité principale de l'Unité serait la formation, à quatre niveaux:

1. La formation de maçons aux techniques de construction et, pour ceux qui en sont capables, à la conception de bâtiments.
2. La formation de chefs de chantier: choix de matériaux dans les briquetteries, organisation et suivi du chantier, contrôle de qualité.
3. La formation de cadres: conception de bâtiments en voûtes et coupes.
4. La formation de formateurs pour les trois activités ci-dessus, afin que le Niger dispose de ses propres spécialistes et ne dépende plus de spécialistes étrangers.

Les stages de formation pourront avoir lieu:

- Soit dans les locaux de l'UFS pour des participants venant de diverses régions du Niger et de pays voisins.
- Soit sur les lieux où se manifeste la demande de formation. La formation 'sur place' serait assurée par une équipe mobile munie de l'équipement nécessaire à l'organisation d'un stage.

Toujours dans le cadre de la formation, et en complément des activités de stages (cours théoriques, travaux pratiques), les participants construiront de petits bâtiments, par exemple des cases rondes et rectangulaires. Cependant, c'est sur les chantiers des organisations et (éventuellement) des institutions de l'Etat, que les maçons acquerront au mieux leur expérience. Par conséquent, au cas par cas, l'UFS travaillerait en partenariat avec des organisations et institutions ayant besoin de construire. (Déjà, par exemple, le SIM voudrait des hébergements pour les lépreux de leur hôpital à Danja.) Bien souvent, ces partenaires pour la construction seraient aussi ceux qui financeraient la participation des maçons (et des cadres) aux stages.

Son rôle en matière de sensibilisation

Nos observations sur place nous ont permis de noter l'importance de l'information du public.¹ L'UFS assurera donc une sensibilisation: faire connaître les réalisations et aussi les potentialités de ces techniques de construction. Cependant, pour éviter de créer une demande qui ne peut être satisfaite, il faut que la sensibilisation soit coordonnée avec la formation et que

1. A tous niveaux: politiciens et décideurs, techniciens, agences internationales, maçons, public...

la croissance des demandes correspond toujours à l'accroissement du nombre de maçons et de techniciens disponibles.

3) Service après formation: contrôle de qualité et assistance

L'UFS offrira un 'service après formation' à toutes personnes et organisations ayant reçu une formation UFS ou PCGRNAT. Ce service prendra au moins deux formes:

- Des visites sur les chantiers pour un contrôle de qualité et une évaluation des réalisations. Ces visites représenteront surtout un soutien technique et moral pour le maçon.
- Une disponibilité permanente de son personnel pour répondre aux appels des maçons et des techniciens confrontés à des difficultés techniques et qui souhaitent recevoir des conseils.

Il semble aussi important que l'UFS travaille en collaboration avec d'autres organisations et associations nigériennes possédant une spécialisation complémentaire (communication, animation communautaire, etc.).

Pour le moment, la région d'Agadez paraît être la plus propice à l'installation de l'UFS pour les raisons suivantes:

- Les problèmes de dégradation de l'environnement sont déjà très aigües dans la région.
- L'approvisionnement en bois de construction est devenu extrêmement difficile.
- La demande populaire et officielle commence à y être importante.
- Les autorités locales ont une attitude très positive en faveur de ces constructions et plusieurs d'entr'elles ont déjà approuvé l'idée d'une unité de formation et sensibilisation à Agadez.
- Agadez est bien placé, avec de bonnes communications et une longue tradition de construction en terre.

7.4 L'Association de Constructeurs Sans Bois (ACSB)

Dans la vulgarisation de l'architecture en voûtes et coupes, chaque maçon joue un rôle clé auprès de la population: la sensibilisation de ses clients, la construction d'exemples et la formation d'autres maçons. Pour cette raison, il est important que la qualité de son travail soit bonne.

Ainsi, en une phase ultérieure - c'est à dire une fois l'UFS opérationnelle - nous proposons la création d'une Association, véritable référence en matière de qualité de travail, dont l'objectif principal sera de généraliser un travail de

qualité. Un maçon, souhaitant appartenir à cette association pour bénéficier de sa réputation ne sera admis que si son travail est suffisamment bon. Une fois admis, il sera obligé de continuer à bien travailler pour ne pas être exclu.

En pratique, l'ACSB devra:

1. donner au maçon une image de professionnel de haut niveau;
2. faciliter le contact entre clients et maçons qualifiés (l'association doit pouvoir mettre un client en relation avec un maçon local formé et reconnu pour la bonne qualité de ses bâtiments);
3. permettre à ses membres d'entreprendre ensemble des projets importants;
4. améliorer la qualité de construction,
 - * en n'admettant que des gens faisant un bon travail,
 - * et en renvoyant ceux qui cesseraient de bien travailler (les membres exercent un contrôle mutuel de qualité);
5. permettre aux maçons de convaincre leurs clients qu'il est nécessaire de faire du bon travail avec de bons matériaux, même si cela coûte un peu plus cher au départ;
6. faciliter l'échange d'informations.

Le montage institutionnel de l'UFS.

Il serait prématuré d'examiner dans le détail un éventuel montage institutionnel pour cette Unité. Cependant, deux considérations permettent déjà d'avancer des idées sur l'encadrement souhaitable:

- D'une part, l'Unité entreprendra des activités avec des partenaires et des clients différents: y compris l'Etat, les ONG, les entreprises et les maçons. Il faut qu'elle soit dotée d'une structure assez simple et susceptible de répondre aux besoins variés de ces partenaires. Il serait souhaitable de maintenir une autonomie de gestion qui permettrait de passer des accords avec divers partenaires en fonction de la spécificité des opérations. Toutefois, il est réaliste de prévoir la présence de quelques partenaires privilégiés, avec qui l'Unité travaillerait régulièrement (à titre d'exemple, la Direction Départemental de l'Environnement, Agadez, et la future Association de Constructeurs Sans Bois).
- D'autre part, il est devenu possible d'envisager la mise en place d'une Unité indépendante, depuis l'émergence des ONG et l'évolution des réglementations qui les contrôlent.

8. Les actions à entreprendre

Avec la mission de DW en Juin 1990 au Niger et Mali et la rédaction de ce rapport, on a réalisé deux actions s'inscrivant dans la stratégie de vulgarisation de la construction sans bois au Niger et (progressivement) dans les pays voisins. Le rapport indique les orientations principales de cette stratégie.

Maintenant, il devient nécessaire d'entrer dans une deuxième phase et d'entreprendre des actions plus concrètes, dont principalement:

- l'identification préliminaire des sources de financement nécessaires au montage pratique et au fonctionnement de l'UFS;
- la réalisation effective, en collaboration avec des partenaires locaux, du montage institutionnel et pratique de l'UFS;
- la reprise de contacts avec les organisations et individus intéressés;
- le financement du programme.

Cette deuxième phase comprendra des missions au Niger, ainsi que la prise de contact avec les organismes financiers.

Annexes

Annex 1: Personnes rencontrées (mission Niger/Mali juin 1990)

Représentants de l'Etat

Briji RAFINI, Secrétaire-Général,
Conseil National de Développement, Niamey (Niger)

Anada TIEGA, Directeur Faune-Pêche Pisciculture,
Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement
et membre de l'ANV, Niamey (Niger)

Manzo MAHAMANE, Directeur de l'Habitat,
Sidi Ahmed ASKIA, Directeur de l'Urbanisme,
Ministère des Travaux Publics et de l'Habitat, Niamey (Niger)

Abdoul Karim HASSAN, Secrétaire-Général Adjoint,
Préfecture d'Agadez, Agadez (Niger)

Hakan DALLA, Maire,
Agadez (Niger)

Salifou MAHAMADOU, Aménagiste Aires Protégées/Directeur Départemental
Direction Départementale de l'Environnement - Agadez, Agadez (Niger)

Abou GABO, Directeur Général Départemental Travaux Publics,
Agadez (Niger)

Sido IDE, Chef de Service Départemental - Génie Rural,
Agadez (Niger)

Maman ISSAKA, Chef de Service Départemental de la Construction,
Agadez (Niger)

Cisse SOUFIANOU, Adjoint Technique,
Sous-département de la Construction,
Agadez (Niger)

Seini ISSA, Chef de poste,
Iférouane (Niger)

Doudou DEDA, Sous-préfet,
Tchin Tabaradine (Niger)

Représentants des agences etc.

Yves PELLETIER, Délégué Régional de l'AFVP/Président de GAP,
Niamey (Niger)

Carl Copeland CUNDIFF, Ambassadeur,
Ambassade des Etats-Unis,
Niamey (Niger)

Christian REY, Consultant,
Banque Mondiale
Niamey (Niger)

Jean-Louis ARRACHAT, Conseiller Technique,
BIT,
Madaoua (Niger)

Paolo GIGLIO, Projet de formation et d'appui aux entreprises artisanales du Niger,
BIT,
Niamey (Niger)

Phillipe RENAUD, Ingénieur,
BIT,
Maradi (Niger)

Neil HOGAN, Junior Technical Advisor, Small Enterprise Development Project,
CARE International,
Tessaoua (Niger)

Jean-Paul BARFUSS, Attaché pour les questions de coopération,
Coopération Suisse au Développement (DDA),
Niamey (Niger)

Marcel JACOT, Conseiller Technique PGRN,
Coopération Suisse au Développement (DDA),
Tchin Tabaradine (Niger)

Robert B. FRIEDMAN, Directeur,
Michael FINLEY, Programme Training Officer
Amy WILSON, Agricultural programmes
Lenny GARDEN, Rural Environmmt
Corps de la Paix des Etats-Unis
Niamey (Niger)

Judy KURTZMAN, Directrice AFSI,
Corps de la Paix des Etats-Unis,
Ouallam (Niger)

Cindy BULLARD, Volontaire AFSI
Corps de la Paix des Etats-Unis,
Garbey Malokwara (Niger)

William R. EDGAR, Co-ordinateur (Niger)
Duncan J. CAMPBELL, Ingénieur,
IEADI,

Filingué (Niger)
Père BOUBEY,
Mission Catholique,
Tchinozerene (Niger)

Les Petites Soeurs,
Azal (Niger)

Jean-Marie VANDEN WOUWER,
PNUD,
Niamey (Niger)

Helga PETERSEN,
Projet Danois (Krüger),
Zinder (Niger)

Idrissa DAUDA, Directeur,
Projet Tapis Vert
et membre de l'ONVPE
Niamey (Niger)

Hamidou MAMMAN, Responsable de Volet de Construction sans Bois,
Projet Tapis Vert,
Chikal (Niger)

M. AROUDEINE, Secrétaire Général,
Section de la Jeunesse de Ménaka,
Anderamboukane (Mali)

Les BRYD, Engineer,
SIM,
Danja, Maradi (Niger)

Pierre BARRY, Chargé de projets SCS-Niger,
Solidarité Canada Sahel,
Niamey (Niger)

Jean CHANFREAU, Directeur Général-Adjoint,
Alkamissa DJINGO, Directeur Technique,
Hamidou SOUMA, Chef de bureau d'études,
SONICHAR
Tchirozerine, Agadez (Niger)

John NEWBY, Représentant UICN/WWF Niger
et Conseiller Principal PCGRNAT,
Niamey (Niger)

Alassoum OUMAROU, Directeur PCGRNAT,
UICN/WWF,
Iférouane (Niger)

Susan CANNEY, Coordinatrice Programme Sahel (Niger),
UICN,
Niamey (Niger)

Ade ABDOULAYE, Directeur,
Brigitte BUTEL, Conseiller Technique Artisanat,
URC,
Agadez (Niger)

Mohammed TITAN, Responsable Volet Construction sans Bois,
Vision Mondiale,
Ménaka (Mali)

Maçons et propriétaires de maisons en voûtes et coupoles

Yusufu ASHKOY, Maçon
Moghas RHILLI, Maçon
Atinkrish Ag KOYAN, Maçon
Andarambougane (Mali)

Anadate UT, Propriétaire
Anouzagaren (Mali)

Chef de canton
Bankoukou (Niger)

Karimou GIJWA, Maçon PTV/propriétaire
Mallam Ousaini BADAÏALI, Maçon
El Hadji Amadou MAIYAKI, Propriétaire
Chikal (Niger)

Saïdu BOUBACAR, Propriétaire
Aboubakar SANGARE, Maçon du sous-préfet
Filingué (Niger)

Mallam ABDYOU, Maçon/propriétaire
El Hadji Isi Aka GINGARE GANDU, Propriétaire
Ichiguine (Niger)

Moussa AMGAR, Maçon PCGRNAT /propriétaire
Mohammad ILIAS, Maçon/propriétaire
Touma LOUVAT, Propriétaire
Iférouane (Niger)

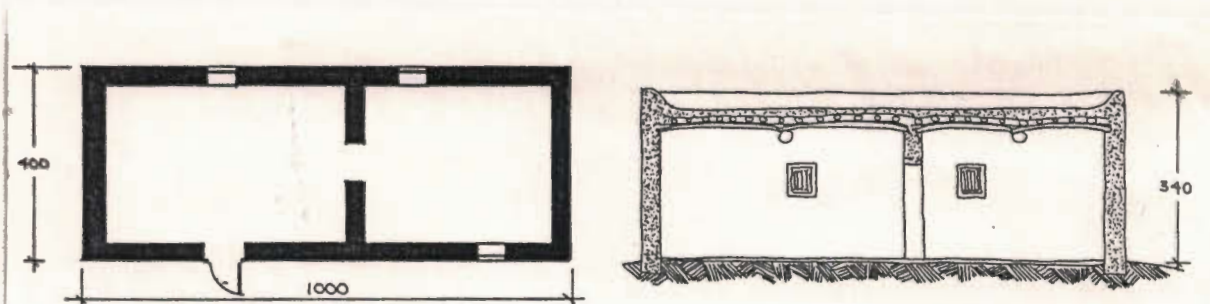
Aklinin Infa SKININ, Maçon
Ménaka (Mali)

Mouloul AMOUMAN, Maçon/propriétaire
Agak MOGHASS, Propriétaire
Tchirozerene (Niger)

Annexe 2: Coûts comparatifs de quatre types de bâtiments

Maison 1a: deux pièces (surface habitable - 28m²)

toiture plate utilisant du bois de bonne qualité

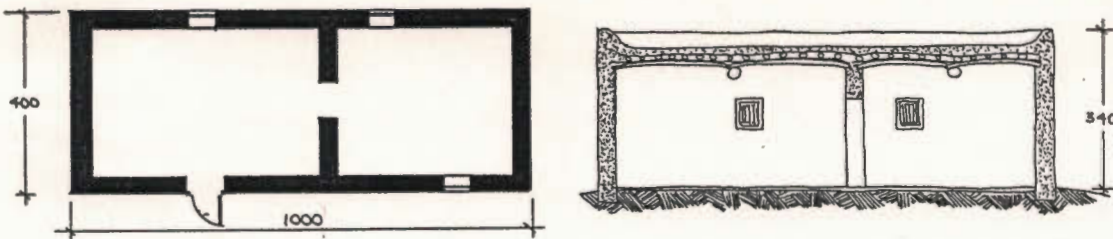


MATERIAUX ET MAIN D'OEUVRE	UNITE	QUANTITE	PRIX/ UNITE	MONTANT (FCFA)	PRIX /M ² HABITABLE	NOTES
MATERIAUX NON ORGANIQUES						
BRIQUES (40x20x15):						
- FONDATIONS 3 COUCHES	BRIQUE	390	25	9750		
- MURS 17 COUCHES	BRIQUE	2210	25	55250		
- ACROTÈRE 2 COUCHES	BRIQUE	130	25	3250		
BRIQUES (20x15x6)	BRIQUE	-				
TERRE POUR MORTIER ET CREPISSAGE				0		INCLUS DANS PRIX MAIN D'OEUVRE
L'EAU DE CONSTRUCTION	FUT	30	250	7500		
L'EAU DE CREPISSAGE	FUT	6	250	1500		
SABLE						FOURNI PAR LES FEMMES
PORTES	UNITE	1	4000	4000		
FENETRES	UNITE	3	2000	6000		
GOUTTIERES	UNITE	3	250	750		
CIMENT	SAC	1	3500	3500		
S.TOTAL				91500	3268	
% DE TOTAL				36%		
MATERIAUX ORGANIQUES						
BOIS:						
- LINTAUX x 5	LATTES	6	250	1500		-HYPHANAE THEBAICA DIFFICILE A TROUVER
- POUTRES	UNITE	2	5000	10000		-HYPHANAE THEBAICA DIFFICILE A TROUVER
- LATTES	UNITE	68	250	17000		-HYPHANAE THEBAICA DIFFICILE A TROUVER
PERMIS DE COUPE (DEUX ARBRES)		2	12000	24000		-SOUVENT NON RESPECTE
DEUX COUCHES DE NATTES	NATTE	2	5000	10000		-DEUX COUCHES DE NATTES, ISOLE BIEN
	NATTE	11	1500	16500		ET RESISTE BIEN AUX TERMITES
COUCHE DE MORCEAUX DE BOIS	FAGOT	3	250	750		
TRANSPORT ET MAIN-D'OEUVRE	VOYAGE	1	15500	15500		
S.TOTAL				95250	3402	
% DE TOTAL				37%		
MAIN-D'OEUVRE:						
CONSTRUCTION:						
- MACON	JOUR	15	1750	26250		
- MANOEUVRES	JOUR	45	800	36000		
				0		
CREPISSAGE EXTERIEUR						
- MACON	JOUR	2	1750	3500		
- MANOEUVRES	JOUR	6	800	4800		
S.TOTAL				70550	2520	
% DE TOTAL				27%		
TOTAL				257300	9189	

Annexe 2 - suite

Maison 1b: deux pièces (surface habitable - 28m²)

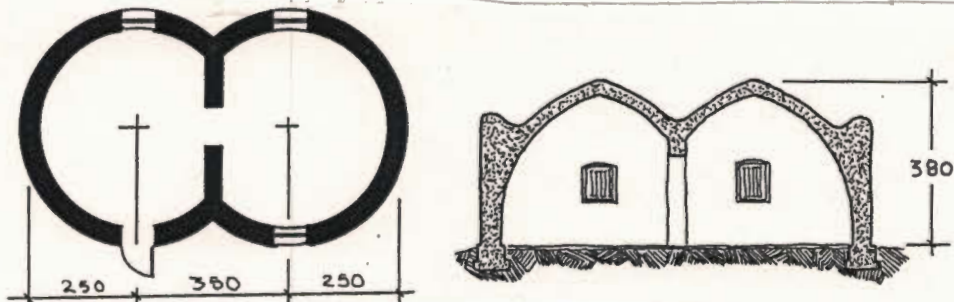
calcul supposant que maison 1a est construite avec du bois de mauvaise qualité



MATERIAUX ET MAIN D'OEUVRE	UNITE	QUANTITE	PRIX/ UNITE	MONTANT (FCFA)	PRIX /m ² HABITABLE	NOTES
MATERIAUX NON ORGANIQUES						
BRIQUES (40x20x15):						
- FONDATIONS 3 COUCHES	BRIQUE	390	25	9750		
- MURS 17 COUCHES	BRIQUE	2210	25	55250		
- ACROTERE 2 COUCHES	BRIQUE	130	25	3250		
BRIQUES (20x15x6)	BRIQUE	-				
TERRE POUR MORTIER ET CREPISSAGE				0		INCLUS DANS PRIX MAIN D'OEUVRE
L'EAU DE CONSTRUCTION	FUT	30	250	7500		
L'EAU DE CREPISSAGE	FUT	6	250	1500		
SABLE						FOURNI PAR LES FEMMES
PORTES	UNITE	1	4000	4000		
FENETRES	UNITE	3	2000	6000		
GOUTTIERES	UNITE	3	250	750		
CIMENT	SAC	1	3500	3500		
S. TOTAL				91500	3268	
% DE TOTAL					51%	
MATERIAUX ORGANIQUES						
BOIS:						
- LINTAUX x 5	LATTES	12	50	600		-CALATROPIS PROCERA PAS SOLIDE
- POUTRES	UNITE	2	1000	2000		-ACCACIA RADDIANA PEU RESISTANT
- LATTES	UNITE	68	50	3400		-CALATROPIS PROCERA PAS SOLIDE
PERMIS DE COUPE (DEUX ARBRES)		2	0	0		-NON RESPECTE
COUCHE DE MATTES	NATTE	1	5000	5000		-UNE COUCHE DE MATTES, ISOLE MAL
	NATTE	5	1500	7500		ET RESISTE MAL AUX TERMITES
COUCHE DE MORCEAUX DE BOIS	FAGOT	0	0	0		
TRANSPORT ET MAIN-D'OEUVRE	VOYAGE	0	0	0		
S. TOTAL				18500	661	
% DE TOTAL					10%	
MAIN-D'OEUVRE:						
CONSTRUCTION:						
- MACON	JOUR	15	1750	26250		
- MANOEUVRES	JOUR	43	800	34400		
				0		
CREPISSAGE EXTERIEUR						
- MACON	JOUR	2	1750	3500		
- MANOEUVRES	JOUR	6	800	4800		
S. TOTAL				68950	2463	
% DE TOTAL					39%	
TOTAL				178950	6391	

Annexe 2 - suite

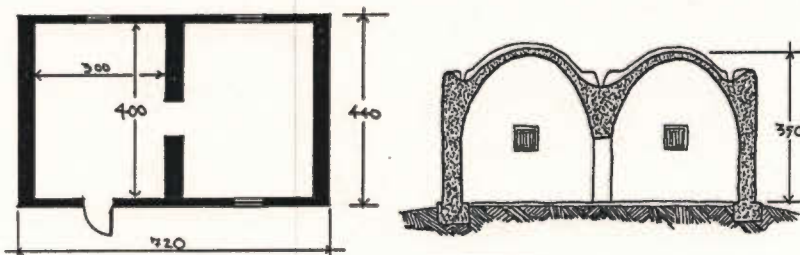
Maison 2: deux pièces rondes (surface habitable - 30m²)
toitures en coupoles



MATERIAUX ET MAIN D'OEUVRE	UNITE	QUANTITE	PRIX/ UNITE	MONTANT	PRIX /m ² HABITABLE	NOTES
MATERIAUX NON ORGANIQUES						
BRIQUES (40x20x15):						
- FONDATIONS 3 COUCHES	BRIQUE	714	25	17850		
- MURS 17 COUCHES	BRIQUE	2058	25	51450		
- ACROTERE 2 COUCHES	BRIQUE	130	25	3250		
BRIQUES (20x15x6)	BRIQUE	4900	7	34300		
TERRE POUR MORTIER ET CREPISSAGE				0		INCLUS DANS PRIX MAIN D'OEUVRE
L'EAU DE CONSTRUCTION	FUT	30	250	7500		
L'EAU DE CREPISSAGE	FUT	6	250	1500		
SABLE						FOURNI PAR LES FEMMES
PORTES	UNITE	1	4000	4000		
FENETRES	UNITE	3	2000	6000		
GOUTTIERES	UNITE	4	250	1000		
CIMENT	SAC	1	3500	3500		
S.TOTAL				130350	4345	
% DE TOTAL				61%		
MATERIAUX ORGANIQUES						
BOIS:						
- LINTAUX x 5	LATTES	0	0	0		
- POUTRES	UNITE	0	0	0		
- LATTES	UNITE	0	0	0		
PERMIS DE COUPE (DEUX ARBRES)		0	0	0		
DEUX COUCHES DE NATTES	NATTE	0	0	0		
	NATTE	0	0	0		
COUCHE DE MORCEAUX DE BOIS	FAGOT	0	0	0		
TRANSPORT ET MAIN-D'OEUVRE	VOYAGE	0	0	0		
S.TOTAL				0	0	
% DE TOTAL				0%		
MAIN-D'OEUVRE:						
CONSTRUCTION MURS:						
- MACON	JOUR	13	1750	22750		
- MANOEUVRES	JOUR	37	800	29600		
				0		
CONSTRUCTION TOITS:						
- MACON	JOUR	5	1750	8750		
- MANOEUVRES	JOUR	15	800	12000		
				0		
CREPISSAGE EXTERIEUR						
- MACON	JOUR	3	1750	5250		
- MANOEUVRES	JOUR	6	800	4800		
S.TOTAL				83150	2772	
% DE TOTAL				39%		
TOTAL				213500	7117	

Annexe 2 - suite

Maison 3: deux pièces rectangulaires (surface habitable - 24m²)
toitures en voûtes



MATERIAUX ET MAIN D'OEUVRE	UNITE	QUANTITE	PRIX/ UNITE	MONTANT	PRIX /M ² HABITABLE	NOTES
MATERIAUX NON ORGANIQUES						
BRIQUES (40x20x15):						
- FONDATIONS 3 COUCHES	BRIQUE	450	25	11250		INCLUS DANS PRIX MAIN D'OEUVRE FOURNI PAR LES FEMMES
- MURS 17 COUCHES	BRIQUE	1500	25	37500		
- ACROTERE 2 COUCHES	BRIQUE	40	25	1000		
BRIQUES (20x15x6)	BRIQUE	3000	7	21000		
TERRE POUR MORTIER ET CREPISSAGE				0		
L'EAU DE CONSTRUCTION	FUT	28	250	7000		
L'EAU DE CREPISSAGE	FUT	5	250	1250		
SABLE						
PORTES	UNITE	1	4000	4000		
FENETRES	UNITE	3	2000	6000		
GOUTTIERES	UNITE	4	250	1000		
CIMENT	SAC	1	3500	3500		
S.TOTAL				93500	3896	
% DE TOTAL				47%		
MATERIAUX ORGANIQUES						
BOIS:						
- LINTAUX x 5	LATTES	0	0	0		
- POUTRES	UNITE	0	0	0		
- LATTES	UNITE	0	0	0		
PERMIS DE COUPE (DEUX ARBRES)		0	0	0		
DEUX COUCHES DE NATTES	NATTE	0	0	0		
	NATTE	0	0	0		
COUCHE DE MORCEAUX DE BOIS	FAGOT	0	0	0		
TRANSPORT ET MAIN-D'OEUVRE	VOYAGE	0	0	0		
S.TOTAL				0	0	
% DE TOTAL				0%		
MAIN-D'OEUVRE:						
CONSTRUCTION MURS:						
- MACON	JOUR	9	1750	15750		
- MANOEUVRES	JOUR	36	800	28800		
				0		
CONSTRUCTION TOITS:						
- MACON	JOUR	12	1750	21000		
- MANOEUVRES	JOUR	36	800	28800		
				0		
CREPISSAGE EXTERIEUR						
- MACON	JOUR	3	1750	5250		
- MANOEUVRES	JOUR	9	800	7200		
S.TOTAL				106800	4450	
% DE TOTAL				53%		
TOTAL				200300	8346	

Annexe 3: Bilan de bâtiments construits en voûtes et coupoles au Niger et au Mali

Légende:

CC - coupole sur base carrée

CR - coupole sur base ronde

V - voûte

GN - gouvernement

CREN - Centre de réhabilitation et d'éducation nutritionnelle

VCP - Volontaires de Corps de la Paix

PT/JN - Peter Tunley/John Norton

TP/JN - Travaux Publics/John Norton

NPP - Niamey Projet Productivité

(voir aussi liste des sigles des organisation au début du rapport)

BATIMENT	N° DE BAT'	LIEU	ANNEE	PIECES			FINANCEMENT			TOITURE ECROULEE	CONTROLE PAR
				CC	CR	V	PROJ'GN	EXT'	PRIVE		
REGION DE CHIKAL											
STRUCTURE DE DEMONSTRATION	1	CHIKAL	80	1	1		1				A CAIN
CENTRE D'ALPHABETISATION	1	CHIKAL	80	3	1		1				A CAIN
STATION METEO	1	CHIKAL	81	5	4		1				P TUNLEY
ABRI POULETS	1	CHIKAL	81		1		1				P TUNLEY
ABRI OUTILS	1	CHIKAL	81		1		1				P TUNLEY
MAISON ALASSAN	1	CHIKAL	82		2			1			P TUNLEY
ABRI GENERATOR	1	CHIKAL	82		1		1				P TUNLEY
MAISON PASSAGE PTV	1	CHIKAL	83	2	2		1				P TUNLEY
CASE MALADES	1	CHIKAL	83		1		1				P TUNLEY
BATIMENT DEMO N°1	1	FILINGUE	83		2		1				P TUNLEY
BATIMENT DEMO N°2	1	FILINGUE	83		2		1				P TUNLEY
MAISON SAIDOU BOUBAKER	1	TOUNFALIZ	83	2	1			1			P TUNLEY
MAISON NPP	1	SHIWIL	83		2			1			P TUNLEY
MAISON SNV N°1	1	BALEYARA	83	3	3			1			P TUNLEY
BUREAU PTV	1	CHIKAL	84	4	4		1				P TUNLEY
CENTRE NPP	5	ITCHEGIN	84		10			5			P TUNLEY
CENTRE NPP	5	KONI BERI	84		10			5			P TUNLEY
CENTRE NPP	5	KABE	84		10			5			P TUNLEY
MAISON NPP	1	ITCHEGIN	83		2			1			P TUNLEY
MAISON M. ADDA	1	CHIKAL	85		2				1		MACON
MAISON M AKORA	1	CHIKAL	86	2					1		MACON
BOULIQUE MAIYAKI	1	CHIKAL	90	1					1		MACON
BATIMENTS DE FORMATION	2	CHIKAL	90	2	2		2				MACON
MAISON NPP	1	ITCHEGIN	83		2			1			P TUNLEY
MAISON M ABDOU	1	ITCHEGIN	83		4				1		M ABDOU
ZAURE M ABDOU	1	ITCHEGIN	84	1					1		M ABDOU
MOSQUEE	1	ITCHEGIN	87	1					1		M ABDOU
CASE PASSAGE	1	ITCHEGIN	87	1					1		M ABDOU
MAISON PRIVE	1	ITCHEGIN	88	4					1		M ABDOU
CASE LOGEMENT	1	CHAT	89	1					1		M ABDOU
MAISON AHADOU MA-ASADI	1	KWARE	90	2					1		M ABDOU
MOSQUEE	1	BANKOUKOU	90		4				1		M ABDOU
TOTAL	45			35	0	74	10	3	19	13	0

Annexe 3 - suite

BATIMENT	N° DE BAT'	LIEU	ANNEE	PIECES			FINANCEMENT			TOITURE ECROULEE	CONTROLE PAR
				CC	CR	V	PROJ'GN	EXT'	PRIVE		
REGION D'IFEROUANE											
MAISON TSHOHO HAMO	1	IFEROUANE	88	1					1		MACON
MAISON AGARABA	1	IFEROUANE	87		1		1				P TUNLEY
VILLA III PCGRNAT	1	IFEROUANE	88		8		1				P TUNLEY
CASE VILLA III	1	IFEROUANE	88		1		1				P TUNLEY
VILLA II PCGRNAT	1	IFEROUANE	88		7		1				P TUNLEY
VILLA I PCGRNAT	1	IFEROUANE	88		6		1				P TUNLEY
CUISINE VILLA I	1	IFEROUANE	88		2	1	1				P TUNLEY
CASE DE PASSAGE VILLA I	1	IFEROUANE	89		1		1				P TUNLEY
CASE DE PASSAGE	1	IFEROUANE	89		1		1				PT/JN
CASE DE PASSAGE	1	IFEROUANE	89		1		1				PT/JN
CASE DE PASSAGE	1	IFEROUANE	89			1	1				PT/JN
BUREAU PCGRNAT	1	IFEROUANE	85		4	4	1				P TUNLEY
GARAGE PCGRNAT	1	IFEROUANE	85		4		1				P TUNLEY
GARDIEN PCGRNAT	1	IFEROUANE	85		1		1				M AMGAR
MAGASIN PCGRNAT	1	IFEROUANE	88			3	1				P TUNLEY
BUREAU ORDINATEURS PCGRNAT	1	IFEROUANE	89			2	1				P TUNLEY
CASE GARDIEN PCGRNAT	1	IFEROUANE	88			1	1				M AMGAR
CASE GROUPE PCGRNAT	1	IFEROUANE	87				1				M AMGAR
BUREAU GENDARMERIE	1	IFEROUANE	89		6	8		1			M AMGAR
VILLA CHEF DE BRIGADE	1	IFEROUANE	89		6		1				P TUNLEY
-CASE RONDE	1	IFEROUANE	89		1		1				P TUNLEY
VILLA ADJ CHEF DE BRIGADE	1	IFEROUANE	89		5		1				M AMGAR
-CASE RONDE	1	IFEROUANE	89		1		1				M AMGAR
MAISON DJEHOUTA	1	IFEROUANE	90		1		1				P TUNLEY
DISPENSARE	1	IFEROUANE	89			3	1				P TUNLEY
FOUR	1	IFEROUANE	85		1		1				M USMAN
MAISON YOUSOUFOU	1	IFEROUANE	88		1			1			P TUNLEY
CASE RONDE DE TAAMANA	1	IFEROUANE	88		1			1			P TUNLEY
CENTRE TOURISTIQUE	1	IFEROUANE	90		6	2	1				P TUNLEY
ARTISANAT	1	IFEROUANE	90		6		1				P TUNLEY
CUISINE ECOLE	1	IFEROUANE	88		1		1				P TUNLEY
SALLE DE REUNION, CVD	1	IFEROUANE	88		3		1				P TUNLEY
MAISON AHMED MAZAWAJE	1	IFEROUANE	EC		2			1			A MAZAWAJE
MAISON ELHAJI MAZAWAJE	1	IFEROUANE	88		2			1			H SALEM
MAISON MOUSSA AMGAR	1	IFEROUANE	86		2	1		1			M AMGAR
CASES M. AMGAR	1	IFEROUANE	87		2			1			M AMGAR
MAISON HAMIDAN AMGAR	1	IFEROUANE	EC		2			1			M AMGAR
MOUSSA AMGAR	1	IFEROUANE	EC		3			1			M AMGAR
CASE TITI SALAH	1	IFEROUANE	90		1		1				M AMGAR
MAISON TOUMA LOUVAT	1	IFEROUANE	89		8			1			P TUNLEY
MAISON MHMD. ILYAS	1	IFEROUANE	89			2	.50	.50			P TUNLEY
MAISON IBRAHIM ILYAS	1	IFEROUANE	89		1		.50	.50			P TUNLEY
MAISON MOUSA AKHMED	1	IFEROUANE	88		2			1			P TUNLEY
MAISON HAMOKHA	1	IFEROUANE	90		2			1			P TUNLEY
CASE TINIJIRA	1	IFEROUANE	89		1		1				P TUNLEY
CASE HABSOU	1	IFEROUANE	89		1		1				P TUNLEY
CASE TAMINAKITT	1	IFEROUANE	89		1		1				P TUNLEY
CASE BATOURÉ	1	IFEROUANE	88		1		1				P TUNLEY
CAMPMENT K.MHMD.	4	IFEROUANE	90		8			4			M AMGAR
CASE SADEK WOURO	1	IFEROUANE	88					1			S WURO
MAISON BIRGI RAFINI	1	IFEROUANE	88					1			P TUNLEY
BUREAU PCGRNAT	2	TIN TELLOUST	86				2				P TUNLEY
LGMNT. FORESTIER	3	TIN TELLOUST	89				3				P TUNLEY
LGMNT.CHAUFFEUR	2	TIN TELLOUST	89		4		2				P TUNLEY
TOTAL	61			54	67	27	37	5	0	19	0

Annexe 3 -suite

BATIMENT	N° DE BAT'	LIEU	ANNEE	PIECES			FINANCEMENT			TOITURE ECROULEE	CONTROLE PAR
				CC	CR	V	PROJ'GN	EXT'	PRIV'		
REGION DE TCHIROZERENE											
CASE EIRENE	1	TAFADK	87				1				M AMOUMOUN
CASE EIRENE	1	TIN TABIZGIN	86	3			1				M AMOUMOUN
COOPERATIVE	1	AZEL	87	1				1			M AMOUMOUN
CASE PETITE SOEURS	1	AZEL	89		1				1		A FAKONDE
MAGASIN DE VENTE	1	AZEL	89		1			1			A FAKONDE
MAISON MOULOUL	1	TCHIROZERENE	90	2					1		M AMOUMOUN
CASE AGAK ALGHAGHAS	1	TCHIROZERENE	90		1				1		M AMOUMOUN
LOGEMENT SOEURS	1	TCHIROZERENE	90	5	10				1		P TUNLEY
CASE PROFESSEUR	1	TCHIROZERENE	90	1			1				M AMOUMOUN
CUISINE BAKARI	1	TCHIROZERENE	90	1					1		M AMOUMOUN
CASE BILA AKENOU	1	TCHIROZERENE	90		1				1		M AMOUMOUN
TOTAL	11			13	4	10	3	0	2	6	0
REGION DE MENAKA (MALI)											
C.R.E.N.	3	MENAKA			3		3				V MONDIALE
THEATRE	1	MENAKA		4	4		1				V MONDIALE
- CASES DE PASSAGE	10	MENAKA			10		10				V MONDIALE
DOMES DES OASIS	70	MEN' REGION			70		70				V MONDIALE
BATIMENTS SPONTANES	21	MEN' REGION		21	21				21		MACONS
BUREAU PREFET	1	MENAKA	90		3		1				V MONDIALE
C.R.E.N.	3	ANDARAMBOUKANE			3		3				V MONDIALE
THEATRE	1	ANDARAMBOUKANE		4	1		1				V MONDIALE
CUISINE ECOLE	1	ANDARAMBOUKANE	90		2			1			V MONDIALE
CASES CO-OP	2	ANDARAMBOUKANE			2		2				V MONDIALE
MAISON DE M. MENENA	1	ANDARAMBOUKANE			3		1				V MONDIALE
MAISON PRIVE	1	ANOZAGARENE		2					1		MACON
ECOLE	1	ANOZAGARENE	89	2			1				V MONDIALE
TOTAL	116			33	94	28	93	0	1	22	0
REGIONS DIVERSES											
MAISON KAMAI	1	NIAMEY	83	2	1				1		M USHAN
BUREAU SIM	1	DANJA (MARADI)	86	7				1		1	PTV
LOGEMENT SIM	1	DANJA (MARADI)	86		2		1			1	PTV
MAISON SERAFINI	1	RIO BRAVO	86	3	1				1		P TUNLEY
MAISON SNV N°2	1	BALEYARA	87	3	5			1			PTV
GARAGE	1	DOGON DOUTCHI	88	2	2			1		1	PTV
SALIN: - VILLAS	5	TIDDIKELT	89	15	15			5			PTV
- CASES OUVRIERS	38	TIDDIKELT	89	-	-			38			PTV
MAISON VCP	1	QUALLAM	89		2			1			MACONS
GARAGE/MAISON	1	DOSSO	88	1	3			1		1	PTV
ARTISANAT	3	DOSSO	90		7		3				P REYNAUD
CASE RONDE (KRUGER)	1	ZINDER	89		1		1				KRUGER
CASE RONDE (KRUGER)	1	ZINDER	89		1		1				KRUGER
MAISON PIET	2	TIMIA	88	4	4				2		PETER G
MAGASIN	1	TIMIA	88				1				PIET W
GARAGE GENIE RURAL	1	AGADEZ	88		2		1				PIET W
CASE GENIE RURAL	1	AGADEZ			1		1				PIET W
URC ARTISANAT(MAG'DE VENTE)	1	AGADEZ	88					1			P TUNLEY
URC ARTISANAT(MAG'DE STOK')	1	AGADEZ	88					1			P TUNLEY
CASE URC	1	AGADEZ	88					1			P TUNLEY
EXTENSION ARTISANAT	1	AGADEZ	90		1			1			PETER G
BATIMENT DE COOPERATIVE	1	TAMAZALAK	89	4			1				MACON
CASE HARUNA MAIKANO	1	TAMAZALAK	89						1		H MAIKANO
CASE PROJET BELGE	1	DOSSO	90		1		1				BIT
CASE SAUKA LAFIYA N°1	1	NIAMEY	83	1	1		1				TP/JN
CASE SAUKA LAFIYA N°2	1	NIAMEY	83	2	2		1				TP/JN
CASE SAUKA LAFIYA N°3	1	NIAMEY	83		1		1				TP/JN
CASE PGRM	3	TCHIN TABARADEN	EC		3		3				M AMOUMOUN
TOTAL	74			44	16	40	16	0	53	5	5
GRAND TOTAL	307			179	181	179	159	8	75	65	5