



**PROJET
DISSEMINATION DES TECHNIQUES
DE CONSTRUCTION DE TOITURES ECONOMIQUES
ET NON CONSOMMATRICES DE BOIS
AU BURKINA FASO**

**EVALUATION
(financement MAE - 2002/2005)**

Octobre 2005

Auteur:

Urs Wyss, Ing. Civ. Dipl. EPFL

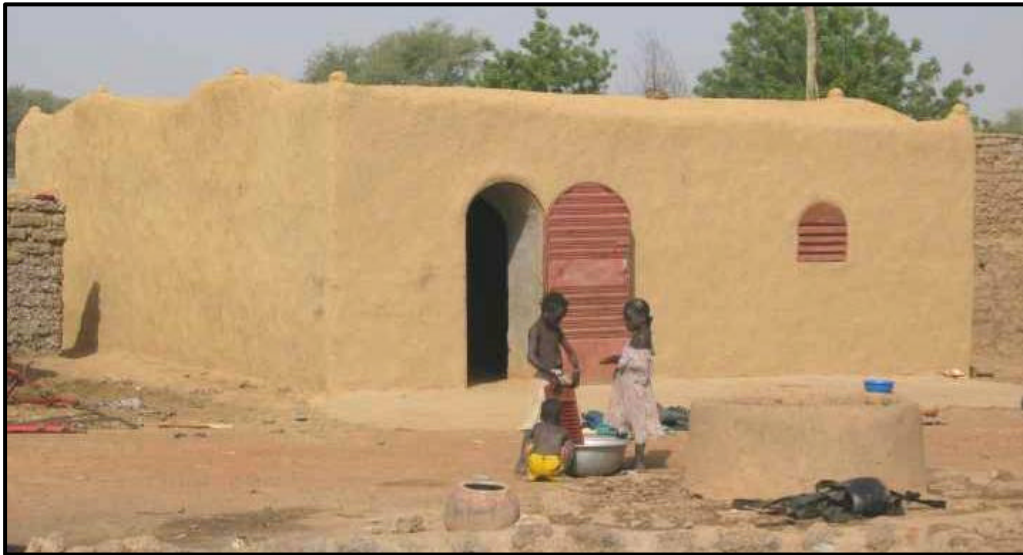


Figure 1 : Tcharkou, Habitat familial à 2 Voûtes Nubiennes, portes et fenêtres métalliques, TV; Photo : Wyss 2005

AVERTISSEMENT

Le présent rapport d'évaluation concerne le projet «Dissémination des techniques de construction de toitures économiques et non consommatrices de bois au Burkina Faso », pour lequel un cofinancement du Ministère des Affaires Étrangères a été obtenu en novembre 2001.

Cette évaluation, inscrite au budget prévisionnel initial, avait été programmée pour la fin de la dernière année de cofinancement, elle correspond aux trois campagnes de construction 2001/2002, 2002/2003 et 2004/2005.

S'agissant d'un projet mené conjointement par ACROTERRE et l'association « la Voûte Nubienne », et aussi afin de profiter d'un regard extérieur et de garantir l'objectivité de ce travail, nous avons préféré faire appel à un consultant indépendant.

Ce consultant, Urs Wyss, un ingénieur civil suisse, connaît particulièrement bien le contexte burkinabè, puisque la Coopération Suisse l'a mandaté en 2004, pour réaliser un inventaire des constructions en matériaux locaux au Burkina Faso.

Par souci de simplification, étant donné qu'hormis les missions d'appui technique et de suivi réalisées par ACROTERRE, l'essentiel du travail de terrain a été l'œuvre de la « Voûte Nubienne », nous avons choisi de ne mentionner dans ce rapport que l'association « la Voûte Nubienne » et son responsable Thomas Granier, lequel est par ailleurs membre actif d'ACROTERRE.

SOMMAIRE

SYNTHESE

TERMES DE REFERENCE

AVANT-PROPOS

1. LE PROJET « DISSEMINATION DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION DE TOITURES ECONOMIQUES ET NON CONSOMMATRICES DE BOIS AU BURKINA FASO »

1.A INTRODUCTION

- 1.A.1 PROBLEMATIQUE DE L'HABITAT AU BURKINA FASO
- 1.A.2 LA CONSTRUCTION EN TERRE
- 1.A.3 LA TECHNIQUE DE LA VOUTE NUBIENNE

1.B LE PROGRAMME « VOUTES NUBIENNES »

- 1.B.1 CHOIX DE LA TECHNIQUE
- 1.B.2 ADAPTATION AU CONTEXTE BURKINABE
- 1.B.3 DESCRIPTION D'UNE CONSTRUCTION VOUTE NUBIENNE

1.C LE PROJET EN OCTOBRE 2005

- 1.C.1 IMPLANTATION ACTUELLE
- 1.C.2 LES ACTEURS DU PROJET
- 1.C.3 DIFFUSION / TRANSMISSION A TRAVERS LA FORMATION
- 1.C.4 DIFFUSION / TRANSMISSION A TRAVERS LA CONSTRUCTION

2. ANALYSE DU PROGRAMME

2.A LA TECHNIQUE CHOISIE

2.B ASPECTS ECONOMIQUES

- 2.B.1 ACCESSIBILITE A LA MATIERE PREMIERE
- 2.B.2 ACCESSIBILITE A LA FORMATION
- 2.B.3 COMPETITIVITE ECONOMIQUE
- 2.B.4 EXISTENCE D'UN MARCHÉ POTENTIEL
- 2.B.5 GENERATION DE REVENUS

2.C ASPECTS SOCIAUX

- 2.C.1 POPULATION CONCERNEE
- 2.C.2 SECURITE PHYSIQUE
- 2.C.3 CONFORT ET SANTE ESTHETIQUE ET PRESTIGE

2.D ASPECTS ECOLOGIQUES

2.E LA FORMATION

2.F STRATEGIE DE DIFFUSION

- 2.F.1 SITUATION ACTUELLE
- 2.F.2 INTERVENTION EN ZONE URBAINE
- 2.F.3 INTERVENTION EN ZONE RURALE ELOIGNEE
- 2.F.4 STRATEGIE DE PROMOTION
- 2.F.5 SENSIBILISATION

2.G LA GESTION DU PROGRAMME

3. PERSPECTIVES

3.A POTENTIALITES DU SYSTEME DE CONSTRUCTION

- 3.A.1 LE MILIEU
- 3.A.2 LA DESTINATION / OCCUPATION DES BATIMENTS

3.B PERENNISATION DE L'IMPACT ACTUEL DU PROJET

3.C EXTENSION DU PROGRAMME A D'AUTRES ZONES DU BURKINA FASO

3.D CONCLUSIONS

ANNEXES

SYNTHESE

La technique de la Voûte Nubienne (VN) est une réponse intéressante et prometteuse à la problématique de précarité de l'habitat au Burkina Faso. Les bénéficiaires du programme de dissémination de cette technique sont avant tout les populations rurales, longtemps négligées ou n'ayant pas été atteintes par les programmes visant à améliorer les conditions d'habitat au Burkina Faso.

La technique de la Voûte Nubienne apporte une réponse concrète à plusieurs contraintes importantes :

- elle permet de construire des habitations, murs et toitures, entièrement en terre crue. La matière première est disponible dans la plus grande partie du Sahel. Les coûts nécessaires à la mise en œuvre participent exclusivement d'une économie locale. Aucune importation de matériaux n'est nécessaire. La technique est appropriée à la situation de pauvreté de la majorité des familles du Sahel ;
- elle se distingue de la construction traditionnelle par le fait qu'elle permet de construire des toitures sans recours au bois, ni en tant que coffrage, ni comme étayage de la toiture définitive. Suite aux sécheresses des années 70, la disponibilité du bois est devenu un réel problème au Sahel. Par cette économie, la technique permet de lutter contre la désertification. ;
- comme les constructions traditionnelles, cette technique de toiture permettant un habitat intégral en terre offre une réponse complète, satisfaisante et accessible aux populations vivant en des conditions climatiques difficiles.

Le programme de «**Dissémination des techniques de construction de toitures économiques et non consommatrices de bois au Burkina Faso**» a débuté en 1999, à partir d'une initiative privée et avec des moyens limités.

Ce programme a bénéficié, en 2002, d'un co-financement du Ministère français des Affaires Étrangères (MAE) pour une durée de 3 ans :

- la première année de co-financement (campagne¹ 2002/2003) a permis de consolider le programme ;
- la deuxième année (campagne 2003/2004) a permis d'augmenter considérablement le nombre de maçons formés et de bâtiments réalisés ;
- la troisième année (campagne 2004/2005) vient de s'achever et démontre clairement la validité du choix de la technique Voûte Nubienne et sa bonne adaptation au contexte soudano-sahélien.

Le nombre de maçons formés a encore une fois augmenté et un nombre important de bâtiments a pu être réalisé. La campagne était accompagnée par une demande de formation et de réalisation bien supérieure aux capacités du programme et ceci malgré des conditions générales défavorables dues à une faible pluviométrie / mauvaise saison des pluies.

Aujourd'hui, les objectifs énoncés en 2002 sont atteints. Le nombre de maçons formés est légèrement supérieur, à savoir 10-14-30 et 2 maçons indépendants au lieu de 10-15-25. Le nombre de voûtes nubiennes réalisées est légèrement inférieur, à savoir 114 au lieu de 135, en raison de la faible pluviométrie des saisons passées. L'intervention dans la zone de Boromo a atteint une vingtaine de villages, l'intervention est également lancée à Ouagadougou. Des relations avec quelques organisations de développement ont été instaurées.

La préoccupation principale du projet est, actuellement, le nombre de maçons formés. La vulgarisation et la diffusion deviennent autant, voire plus importantes que la promotion. Initiale la promotion de la technique passait par l'incitation financière.

ASPECTS TECHNIQUES :

Description de la technique :

- le système de construction à partir d'un guide mobile est très ingénieux et facilite l'exécution et la transmission du savoir faire. Certains maçons expérimentés développent une maîtrise particulière et donnent à leurs voûtes une forme proche de la chaînette inversée : forme optimale. La zone de Boromo, comme une grande partie du Sahel, connaît des précipitations importantes pendant la saison de pluie : l'utilisation d'un élément d'étanchéité (film polyane), s'est avérée juste dans ce contexte ;
- dans l'ensemble, la technique de la Voûte Nubienne est bien maîtrisée et la qualité des constructions est bonne ;

¹ Une campagne correspond à la saison sèche de novembre à mai durant laquelle les cultivateurs sont traditionnellement disponibles pour les travaux de construction.

- à ce jour, 114 voûtes construites démontrent la fiabilité et la durabilité de la technique. Seuls l'étanchéité et les enduits de protection en toiture peuvent poser des problèmes. Ces problèmes ne sont toutefois pas d'ordre technique, mais concernent l'entretien et donc la responsabilité du client. Les clients particuliers entretiennent généralement, leur patrimoine, de façon satisfaisante.

Réalisations :

114 voûtes nubiennes - soit 114 pièces réalisées
80% des réalisations servent l'habitat privé
¾ des clients sont des particuliers, ¼ des clients sont des associations

Le public cible est atteint. L'utilisation concrète des bâtiments et le profil des clients s'écartent régulièrement du modèle standard et du client type. La Voûte Nubienne prouve ainsi sa souplesse d'adaptation au contexte. On trouve aussi bien la simple voûte de quelques mètres carrés servant à l'habitation que des bâtiments plus complexes avec électricité, douche et toilette internes. Les aménagements de l'espace et les finitions répondent aux besoins et désirs personnels du client et suivent sa capacité financière.

Le caractère modulaire dans le temps et dans l'espace (habitat évolutif) qu'autorise la Voûte Nubienne n'a pas encore été suffisamment mis en valeur auprès des clients.

Localisation :

2/3 des réalisations se trouvent en milieu rural
21 localités rurales concernées

PROMOTION / DIFFUSION / FORMATION :

Le programme emploie une stratégie de diffusion de la technique VN à travers **un concept de zones d'intervention**.

PROMOTION :

Les outils de promotion s'adressent particulièrement aux premiers clients dans une localité donnée et consistent en une assistance financière et technique pour la réalisation des premières voûtes.

Dans la zone de Boromo (première zone du programme), la situation actuelle permet de conclure qu'il n'y a pratiquement plus besoin de promotion. La technique est suffisamment connue, les maçons formés et de nombreuses personnes en font la publicité dans leur environnement. Par contre, le nombre de maçons est clairement insuffisant et doit être renforcé afin de garantir un véritable impact dans les localités concernées.

Par conséquent, **la vulgarisation et la diffusion en profondeur sont les axes à privilégier**. L'association doit ainsi continuer son activité dans la zone de Boromo pour au moins 2 à 3 ans.

DIFFUSION :

En zone rurale :

200 personnes habitent ou profitent directement des voûtes
Autour de Boromo, 20'000 personnes ont pris connaissance de la technique

La diffusion est confrontée à deux contraintes :

- le mode de propagation de la technologie ;
- la disponibilité en eau.

Aujourd'hui, le mode principal de propagation de la technologie est: la cooptation. On construit une maison en VN parce qu'on connaît le maçon qui peut être un membre de la famille, un ami ou encore un voisin. La cooptation constitue l'unique système permettant d'ancrer profondément la technologie dans les habitudes.

Sur 22 localités rurales concernées, seules 6 comptent plus d'un client. Ce constat met en évidence la jeunesse du programme et son impact encore limité. La technique devient réellement accessible lorsque le nombre de maçons dans les villages devient significatif.

Seule, la ville de Boromo propose actuellement un choix entre différents maçons. Mais la tendance évolue de manière très positive dans une douzaine de villages.

Aujourd'hui, la demande en bâtiments, exprimée sur le terrain, contraste largement avec le nombre de maçons formés. Cette limitation de la diffusion est temporaire et fonction des capacités de formation.

La disponibilité de l'eau est un autre facteur, aléatoire et extérieur au projet, qui freine la diffusion de la technologie. Le manque d'eau limite directement la fabrication de briques, nécessaires à la construction. En raison de mauvaises récoltes il a également, un impact négatif sur le revenu des cultivateurs. Ceux-ci sont ainsi privés de la possibilité de rémunérer la main-d'œuvre nécessaire à la construction. La campagne 2005/2006 a débuté avec des pluies abondantes et les demandes en construction sont importantes.

En zone urbaine :

En octobre 2004, la réalisation d'une maison témoin, sur le site du SIAO à Ouagadougou a suscité un grand intérêt auprès des visiteurs qui ont ainsi pris connaissance de l'existence du projet.

Suite à cette réalisation, une nouvelle clientèle s'est manifestée, intéressée par des ouvrages servant des fins autres que l'habitat.

Ce nouveau marché nécessite une approche différente dans le marketing, la formation et le suivi.

La diffusion de la technique est à l'avenir confronté à une dualité, d'une part le milieu rural qui reste la cible préférée et d'autre part le milieu urbain. Des stratégies nouvelles portant sur des équipes de maçons, issus du milieu urbain, sont à élaborer. Le milieu rural reste cependant la cible primordiale du programme et l'ouverture de nouvelles zones d'intervention doit y être privilégiée.

La stratégie associant le renforcement des capacités dans la zone de Boromo, l'ouverture de nouvelles zones rurales et la satisfaction de la demande urbaine pose des défis importants au niveau de la gestion, de la logistique et du contrôle du programme. Les compétences des responsables locaux doivent être améliorées et les partenariats stratégiques avec d'autres acteurs recherchés et renforcés.

Autres moyens de diffusion :

- Des documents de sensibilisation et de promotion ont été distribués aux maçons formés et à de futurs clients ou sympathisants. Il s'agit concrètement d'un descriptif de la technique de la Voûte Nubienne et d'une présentation de l'association VN, ainsi que des illustrations de chantiers et bâtiments réalisés ;
- Chaque maçon a reçu un exemplaire des règles de construction. Ces documents se sont démontrés très utiles lors des séances de promotion ;
- L'association VN a, par ailleurs, considérablement amélioré son site internet.

Grâce à tous ces outils et au «bouche à l'oreille» de nombreux sympathisants au Burkina Faso, le nombre de demandes de chantier est en constante augmentation.

FORMATION :

La formation s'intègre parfaitement dans le cycle de vie rurale, à la saison sèche, saison des travaux constructifs. Elle s'inspire du mode pratiqué sur tout chantier ordinaire et informel au Burkina Faso avec un système endogène de transmission du savoir-faire, passant du maçon à l'apprenti à travers l'exercice pratique. Ce mode de formation est adapté aux réalités du terrain et permet à chaque apprenti d'évoluer selon le rythme qui lui est approprié. Chaque réalisation en VN est en même temps un chantier école. Parallèlement, ce chantier favorise l'établissement de relations professionnelles directes entre les maçons formés et leur client, pour de futures réalisations.

<p>L'effectif formé est de : - 10 maçons formateurs (et responsable de zone) - 14 maçons et 30 apprentis</p>
--

Actuellement 14 maçons et 10 maçons formateurs (responsable de zone) sont disponibles auxquels s'ajoute une trentaine d'apprentis à divers niveaux de connaissance. Il est prévu que 20 à 25 nouveaux apprentis (dont des Maliens) rejoignent la prochaine session. Pour accomplir cette prochaine formation, un nombre suffisant de chantiers doit être ouvert et les responsables prévoient de travailler sur une soixantaine de voûtes.

ASPECTS ÉCONOMIQUES :

La compétitivité économique de la technique de la Voûte Nubienne dépend fortement du référentiel (construction traditionnelle / conventionnelle en adobe / conventionnelle en parpaing de ciment) et du milieu :

- En milieu rural : elle est de 30% moins chère qu'une construction similaire avec « toiture en tôle ondulée et murs en adobe ». Elle est, par contre, plus chère qu'une construction traditionnelle réalisée avec du bois de mauvaise qualité. Cette technique mobilise avant tout une main d'œuvre locale et limite le recours aux matériaux importés, inaccessibles de par leur coût aux populations rurales.
- En milieu urbain : la technique de la Voûte Nubienne n'est compétitive que sur des chantiers d'une certaine ampleur et pour des clients qui demandent une réalisation de standing plus élevé que la moyenne.

ACCEPTABILITE :

La technique de la Voûte Nubienne se heurte à quelques facteurs limitant son acceptation.

- Les toitures voûtées sont inconnues dans la construction traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Cette méconnaissance engendre une certaine crainte par rapport à la durabilité de la voûte ;

Face à la qualité des bâtiments construits et au nombre croissant d'exemples, cette crainte diminuera évidemment avec le temps. Actuellement, la demande d'ouverture de chantiers en milieu rural ne fait que croître et indique donc que la méfiance généralisée est en train de se transformer en une appréciation positive des performances de la technique.

- Un autre facteur déterminant est le statut déprécié de la construction en terre, considérée comme archaïque et véhiculant une connotation de pauvreté, alors qu'à contrario des matériaux comme le ciment et la tôle, chers et « modernes » ont un statut social élevé. Le recours à ces matériaux montre de façon ostentatoire la richesse du propriétaire et de ce fait le valorise aux yeux de ses concitoyens.
- La nécessité d'un entretien régulier et les efforts intensifs en main d'œuvre lors de la réalisation de l'ouvrage sont aussi perçus comme contrainte propre à décourager les utilisateurs potentiels.

Cependant, on constate aujourd'hui que la Voûte Nubienne gagne du terrain : les propriétaires expriment leur fierté d'y habiter. Les biens les plus précieux sont systématiquement abrités dans les voûtes, à l'exemple des télévisions.

Et les arguments de refus perdent leur importance devant le confort climatique et acoustique, l'esthétique des formes et les avantages sanitaires, reconnus de manière très importante par bon nombre d'usagers.

CONCLUSION :

La Voûte Nubienne est effectivement une technique adaptée aux besoins en matière d'habitat. La technique est simple, efficace et de qualité remarquable.

L'impact actuel du programme est géographiquement et quantitativement limité et mérite d'être davantage soutenu. L'activité doit être renforcée dans la zone d'intervention actuelle. L'ouverture de nouvelles zones est recommandée.

La Voûte Nubienne est adaptée à l'environnement rural et villageois, à condition que le nombre de maçons formés soit suffisant et que le programme assure pendant un temps encore conséquent la formation et l'encadrement des maçons.

La Voûte Nubienne est intéressante pour les populations de petites et moyennes villes, en tant que solution économique aux bâtiments d'un certain standing. Ces ouvrages peuvent contribuer à éliminer le blocage psychologique qui s'oppose à l'utilisation de la terre. Des programmes de construction de cités en Voûte Nubienne pourront s'inscrire dans cette démarche.

L'ouverture de nouvelles zones ne devra notamment pas se faire au détriment de la zone existante et devra s'accompagner d'un développement adéquat des outils administratifs, logistiques et de gestion pour garantir l'avenir de l'opération.

TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION

A - Vérifier les Postulats fondateurs du Projet

- La technique de la Voûte Nubienne est adaptée sur le plan technique au contexte burkinabè (maîtrisable, transmissible et ne présentant pas d'inconvénient majeur ...)
- La technique de la Voûte Nubienne est adaptée sur le plan économique (besoins des populations, économie, génération de revenus...)
- La technique de la Voûte Nubienne est adaptée sur le plan sociologique (acceptabilité sociale et culturelle, satisfaction des usagers ...)
- La technique de la Voûte Nubienne a un impact positif sur l'environnement (diminution de la consommation de bois ...)

B - Mesurer le taux de pénétration de la Voûte Nubienne dans la zone cible du projet

- Concordance avec les objectifs qualitatifs et quantitatifs du projet
- Pertinence du mode de formation
- Pertinence de la stratégie de diffusion / vulgarisation
- Degré d'efficacité de la gestion du projet au niveau local

C - Apprécier la pérennité de l'action

- Conditions de la pérennisation de l'impact du projet dans la zone cible
- Conditions de l'extension des activités du projet à d'autres zones géographiques du Burkina Faso
- Recommandations précises dans la perspective d'un élargissement du projet

AVANT-PROPOS

Description de la mission :

Cette mission a débuté en Octobre 2004 et a pris fin en Octobre 2005. Voici un calendrier des visites et rencontres effectuées, les plus importantes :

- 27 octobre 2004 : Prise de contact avec l'Association «la Voûte Nubienne», Thomas Granier.
- 1 novembre 2004 : Prise de contact avec les maçons de Boromo, au site du SIAO à Ouagadougou, notamment Youlou Séri, responsable du programme VN au Burkina.
- 11 novembre 2004 : Visite d'ouvrages à Tanghin et Gounghin, Ouagadougou en présence de Issaka Zongo - Représentant de l'association à Ouagadougou
- 6 janvier 2005 : Réunion de travail avec Thomas Granier et Séri Youlou, préparation mission à Boromo.
- 10 - 23 janvier 2005 : Visites de terrain, notamment à Boromo, Petit Balé, Pâ, Bonzin, Sibi, Oulu, Oury, Virou, Lapara, Lasso, Tisse, Tcharkou, Etoayou, Bagassi.
- 26 janvier 2005 : Visite de terrain à Saaba avec Thomas Granier et Séri Youlou.
- 9 février 2005 : Visite de terrain à Ouagadougou, route de Pô et Gounghin.
- 8 mars 2005 : Réunion de travail avec Thomas Granier et Séri Youlou.
- 18 mars 2005 : Visite de terrain à Ouagadougou, route de Pô lors d'une mission dans le Sud du pays.
- 14 avril 2005 : Visite de terrain à Boromo, Petit Balé et Houndé lors d'une mission dans l'Ouest du pays.
- 17 avril 2005 : Visite de terrain à Samandéni, lors d'une mission dans l'Ouest du pays.
- 2 juin 2005 : Rencontre à Boromo avec Séri Youlou lors d'une mission dans le pays Lobi.

L'auteur est installé au Burkina Faso depuis 2004, en tant que consultant dans le secteur des matériaux et technologies appropriés de construction. Il a profité, dans le cadre d'un vaste travail d'expertise, concernant ce domaine et portant sur le territoire entier, de diverses opportunités pour suivre l'activité du projet de près.

De nombreux résultats de ses propres recherches sont intervenus dans la rédaction de ce rapport d'évaluation et ont permis d'affiner l'analyse.

Les visites de terrain ont notamment permis de rencontrer et d'échanger avec le responsable de la zone de Boromo, Séri Youlou, et une trentaine de maçons formateurs, maçons et apprentis.

Une cinquantaine de clients ont pu être contactés et interrogés. Ces échanges intéressants et fructueux ont permis d'apprécier de façon approfondie l'impact social, économique et écologique du projet.

La visite de la quasi totalité des ouvrages a permis de mesurer l'évolution et d'évaluer l'état actuel de la technique, son potentiel et ses limites. L'accompagnement de certains chantiers dans le temps, notamment ceux situés à Ouagadougou, ont permis de comprendre les réalités et contraintes sur les chantiers de la Voûte Nubienne. Le chantier de la route de Pô à Ouaga 2000 a, par exemple, fait l'objet de 10 visites en 3 mois.

Présentation du document :

Cette évaluation intervient à l'issue de la troisième année de cofinancement MAE du projet «Dissémination des techniques de construction de toitures économiques et non consommatrices de bois au Burkina Faso» et intègre la troisième campagne d'activité 2004/2005. A l'arrivée à terme du cofinancement du MAE, une analyse approfondie, détaillée et chiffrée s'impose.

Le rapport est structuré en trois parties :

- la première partie décrit le contexte, l'historique et l'état actuel du projet. Elle permet d'apprécier le projet dans le contexte socioéconomique et culturel du Burkina Faso. Pour le lecteur connaissant le projet, cette partie, riche en détails, n'est pas indispensable à la lecture ;
- la deuxième partie du rapport correspond à l'analyse du projet et les commentaires qui en découlent. Elle représente le cœur du rapport ;
- la troisième partie s'attache aux potentiels et perspectives du programme.

Liste de personnes rencontrées dans le cadre de la mission d'évaluation :

Note : La suivante liste de personnes rencontrés ne donne qu'un aperçu des entretiens et rencontres les plus importantes effectués dans le cadre de cette mission d'évaluation.

Association « la Voûte Nubienne » :		
Thomas Granier	Initiateur et coordinateur du projet	
David Silou	Responsable information	
Régis Poudevigne	Président de l'association	
Maçons VN :		
Séri Youlou	Initiateur et responsable zone de Boromo	Boromo
Drissa Sawadogo	Maçon formateur	Boromo
Touré Moumouni	Maçon formateur	Boromo
Saidou Ouédraogo	Maçon formateur	Boromo
Kamin Gué	Maçon formateur, maçon indépendant	Pâ
Adama Fofana	Maçon formateur	Oury
Karim Banao	Maçon formateur	Lapara
25 à 30 maçons formateurs, maçons et apprentis		Divers localités
Représentant à Ouagadougou :		
Issaka Zongo	Fonctionnaire	Ouagadougou
Clients :		
Frédéric Lamien	Fonctionnaire	Bagassi
Famille Youlou	Cultivateurs	Boromo
Sita Granier	Expatrié	Boromo
Bomavé Konaté	Artisan et président PIAMET	Boromo
Nom inconnu	Cultivateur	Etoayou
Alidou Ibrahim	Cultivateur et prédicateur	Houndé
Famille de Bisenkao	Cultivateur	Lasso
Famille de Koibéna	Cultivateur	Oulu
Michel Ratio	Directeur ABPAM	Ouagadougou
Madame Boly et Guibruiou Boly	Commerçante et fonctionnaire	Ouagadougou
Famille Konaté	Forgerons et sculpteurs de bois	Oury
Famille Gué	Cultivateurs	Pâ
Oumar Sangaré	Président Association Bassytara	Samandéni
Ismaila Danaon	Fonctionnaire	Sibi
Nom inconnu	Cultivateur	Siphoin
Intéressés		
La population et les autorités de divers villages avec voûtes réalisés ; Exemples :		Lapara, Petit Balé, Siphoin
La population et les autorités de divers villages sans voûtes réalisés ; Exemples :		Rambo, Tiara, Kongan, Tcheriba, Tyiéllé, Bani
Issouf Traoré	Directeur MABUCIG	Bobo-Dioulasso
Frère Georges Marie	Architecte et religieux	Diébougou
Daila Kolou	Ing. Civil, Directeur régional DGA	Gaoua
Charles Seydoux et amis	Société des entrepreneurs BTP	Genève, Suisse
Naaba Kaongo	Chef de Canton de Kokologho	Kokologho
Ambroise Tapsoba	Chargé programme, Coopération Suisse	Ouagadougou
Ousseini Tiemtoré	Fonctionnaire	Ouagadougou
Traoré Moïse	Délégué	Tiara
Personnes ressources Burkina Faso :		
Matteo Caravatti et Luciana Pinto	Association architectes sans frontières	Bobo-Dioulasso
Soter Rayaisse	Entrepreneur BTP	Bobo-Dioulasso
Rigobert Thiombiano	Ancien maçon ADAUA	Fada N'Gourma
Joseph Nikiema	Resp. Infrastructure, mairie de KDG	Koudougou
Charles Bakyono	Ing. Rural, ex PAB, Promo-PME	Ouagadougou
Siméon Toé	Technicien, ex PAB, Concept	Ouagadougou
Hubert Bamouni	Directeur LOCOMAT	Ouagadougou
Jean Marc Garreau	Directeur régional UICN	Ouagadougou
Césaire S. Kambou	Directeur Etudes DGA	Ouagadougou
Laurent Séchaud	Architecte Coopération Suisse	Ouagadougou
CSB au Burkina Faso :		
John Norton	Responsable programme DW France	Lauzerte, France
Arsen Tuina	Coordinateur DW Burkina Faso	Ouagadougou
Soumaila Belem	Responsable zone Djibo	Djibo
Pierre Ouédraogo	Maçon formateur indépendant CSB	Ouahigouya
Douanio Habé Narcisse	Fonctionnaire et client CSB	Djibo
Else Traerup	Coopérante retraité et cliente CSB	Ouagadougou
Maçons CSB et clients, population et autorités de divers villages avec ouvrages CSB réalisés ; Exemple		Korizéna, Douma, Djibo, Kelbo, Tassamakati
CSB au Niger :		
Mohamed Elbaka	Président Groupement des maçons CSB	Agadez, Niger
Mouloul Hamoumoune	Maçon formateur CSB	Agadez, Niger
Assoumane Boubacar	Technicien, Président ANCSB	Niamey, Niger
Rayanoutou Diallo Loutou	Architecte, Présidente ANPCSB	Niamey, Niger

1. LE PROJET

« Dissémination des techniques de construction de toitures économiques et non consommatrices de bois au Burkina Faso »

1.A INTRODUCTION

Les conditions d'habitat dans les pays sahéliens sont précaires pour la majeure partie de la population. La problématique se manifeste avant tout au niveau des toitures. La disparition des ressources ligneuses conduit la population à s'orienter vers des matériaux importés. Une toiture en tôle est cependant très chère et, thermiquement et « acoustiquement » inconfortable. Une véritable amélioration des conditions d'habitat nécessite une réponse concrète et accessible : la technique des voûtes nubiennes propose une solution utilisant le matériel le plus répandu et le plus approprié, la terre crue.

1.A.1 PROBLEMATIQUE DE L'HABITAT AU BURKINA FASO



Figure 2 : Différents styles de façades traditionnelles. A gauche : Korizena, Malébé-Songhaï ; a droit : Tiébébé, Kassena ; Wyss 2005

L'expression culturelle à travers l'**architecture traditionnelle est d'une grande richesse**. Chaque peuple a développé son propre système constructif et une organisation particulière de l'espace. Le choix du matériau de construction est commun à tous ces divers systèmes constructifs. Les murs de l'habitat sédentaire traditionnel utilisent la terre crue¹. Les toitures des maisons traditionnelles sont soit en matière végétale, soit en terre et reposent, dans tous les cas, sur des charpentes adéquates en bois. Celles-ci s'appuient soit sur des murs en terre, soit sur un système de poteaux en bois. Les conditions thermiques dans ces constructions sont généralement confortables.



Figure 3 : Toitures traditionnelles et « modernes » en symbiose. Village Zéko, Population Kassena et Nankana ; Photo : Wyss 2005

La construction traditionnelle, aussi belle et appropriée qu'elle puisse apparaître à l'observateur extérieur, est aujourd'hui soumise à des modifications irréversibles, induites par des changements socioculturels et environnementaux :

- les **toitures sont aujourd'hui en milieu urbain, à 90% en tôle métallique**². Cette utilisation quasi exclusive est probablement irréversible et n'évoluera, dans les années à venir, probablement qu'en raison de l'utilisation de bâtiments à étage avec des toitures en dalles de béton armé ;
- **en milieu rural par contre, la tôle est aujourd'hui utilisée pour 28% des toitures, contre 34% pour les toitures bois/terre et 37% en matière végétale (chaume).**

Dans ces milieux, la tôle est non seulement appréciée pour son caractère « moderne », mais aussi parce qu'elle représente une solution plus durable en regard des toitures sur charpente en bois.

¹ 49% des ménages urbains et 92% des ménages ruraux habitent en 1996 des maisons en murs de terre.

² INSD, «Analyse des résultats du recensement général de la population et de l'habitat de 1996»

Si la déforestation continue à son rythme actuel, la tôle sera bientôt l'unique alternative «économiquement» valable pour de nombreuses populations. Ceci malgré sa cherté et de nombreux inconvénients physiques et sanitaires.



Figure 4 : Charpente traditionnelle : bois rond supportant terrasse en terre ; Charpente moderne : bois équarris, surmonté de tôle ; Sillou '05

En fait, l'importante croissance démographique et la forte régression du couvert forestier ne permettent quasiment plus le ravitaillement en bois de qualité et quantité satisfaisantes. Localement, des essences de qualité ont disparu. Elles sont remplacées par du bois moins adapté, peu durable et moins résistant aux attaques des termites. Les toitures traditionnelles deviennent alors de qualité médiocre, voire dangereuses. Le remplacement plus fréquent des toitures entraîne davantage de consommation de ressources naturelles. Cette situation oblige finalement les populations rurales, à se tourner vers l'achat de tôle et de chevrons équarris pour réaliser leurs toitures.

Ces matériaux, de provenance étrangère, sont synonyme d'inconfort thermique et acoustique important. Ils exposent également, les habitants au vol et à l'agression. Mais ils présentent surtout l'immense inconvénient de « s'acheter cher dans le secteur formel ». La population locale, en grande partie des cultivateurs, connaît de grandes difficultés à transformer sa force de travail en monnaie. Les dépenses pour les matériaux importés, rentrant dans un système macroéconomique, ne favorisent ni le développement local durable, ni le développement à l'échelle nationale.

Si les conditions d'habitat des populations disposant d'une maison en terre ne sont souvent pas satisfaisantes, ce n'est pas en raison du caractère inapproprié du matériau, mais à cause de mauvaises conditions de mise en œuvre et parce que **le système «habitat» n'est plus cohérent depuis que de nouvelles techniques et matériaux perturbent la logique intrinsèque de l'habitat traditionnel.**

Les toitures traditionnelles, premiers éléments abandonnés par la population dès qu'elle en a les moyens, appartenaient à un système intégral de construction. Soit elles étaient suffisamment épaisses pour créer une inertie thermique¹, soit il existait des systèmes d'aération ingénieux², soit encore elles étaient conçues de façon à combiner isolation et ventilation, comme dans le cas des toitures en chaume. Le remplacement de ces toitures appropriées par la tôle métallique ne peut que conduire à un système de construction thermiquement inadéquat.



Figure 5 : Toiture en tôle défaillante, Saaba ; Wyss 2005

Au Burkina Faso en particulier et dans toute la sous-région de l'Afrique de l'Ouest, le problème de précarité de l'habitat est depuis longtemps au centre des stratégies de développement. Dans ce contexte, de nombreux acteurs de développement ont tenté de valoriser les matériaux «locaux» et Les techniques appropriées de construction. Ces tentatives introduisaient généralement de nouvelles techniques et matériaux, positionnés sur le marché en tant qu'alternatives à la construction conventionnelle³. Force est aujourd'hui de constater que ces solutions n'aboutissent généralement pas aux objectifs fixés et n'atteignent pas le public cible. Longtemps négligée par les idéologues des «matériaux locaux» à cause de sa vulnérabilité face aux intempéries, **la terre crue reste aujourd'hui le matériau approprié pour l'habitat.**

¹ Exemple des toitures terrasses en terre des Gourounsi, Bobo, Marka

² Exemple des toitures terrasses en terre des Lobi, Dagari, Pougouli et Birifor

³ La construction conventionnelle se fait avec des murs en adobe de terre ou en parpaings de ciment avec une toiture en tôle métallique.

1. A.2 LA CONSRUCTION EN TERRE

A partir des années 70, différents acteurs ont essayé d'introduire une architecture moderne en terre au Sahel, notamment des ouvrages à toiture voûtée, basées sur la pratique des maçons nubiens (entre autres techniques). Ces tentatives sont demeurées sans succès. Les raisons qui ont conduit à l'échec sont complexes¹, retenons ici simplement trois erreurs principales :

- **incohérence dans l'approche technique et matérielle.** Les promoteurs ont généralement essayé d'améliorer les caractéristiques de la terre par des procédés techniques mal connus et mal maîtrisés. Le fameux Bloc de Terre Comprimé BTC en est un exemple parfait². Au lieu d'améliorer les performances et surtout de diminuer la sensibilité à l'eau, le produit final est devenu très aléatoire dans ses caractéristiques. Le BTC, de qualité contrôlé et assuré, est aujourd'hui produit dans des unités semi-mécanisées, centralisées, en milieu urbain et destiné aux classes aisées ;
- **sous-estimation du blocage psychologique vis-à-vis de la terre** par le public cible, notamment en milieu urbain. Généralement implantés en milieu urbain, les projets de construction en terre n'ont pratiquement jamais atteint les populations réellement concernées, c'est-à-dire les populations rurales. Les populations urbaines par contre ne sont pas très sensibles à la construction en terre, symbole de pauvreté et de non modernité ;
- **sous-estimation des capacités des professionnels** et de la **concurrence du secteur informel.** Les programmes n'ont pratiquement jamais atteint les populations défavorisées. Le prix de la construction en terre était trop élevé par rapport à la construction conventionnelle du secteur informel. De plus, la conception et l'exécution correctes d'un ouvrage moderne en terre ou dans un matériau dérivé de la terre demandent un savoir-faire qui n'est pas forcément disponible ;

Seule au Niger, une approche différente et de très longue haleine a conduit à des résultats concluants. Il s'agit du Projet Construction Sans Bois, assisté par l'ONG française Development Workshop (DW)³. Ce projet, initié principalement pour des raisons écologiques, se voulait adapté aux conditions de vie réelles des populations rurales. En remplaçant le bois, utilisé pour les charpentes des toitures, par une toiture voûtée en terre, la Construction Sans Bois (CSB) répond aux problèmes écologiques importants que connaît le Niger suite aux sécheresses, à la déforestation et à la poussée démographique. Dans le cadre du projet, une solution technique était proposée pour améliorer les conditions d'habitat des maisons traditionnelles. La technique enseignée à des maçons en milieu rural se limite à l'usage de la terre en tant que matériau de construction. Elle est cependant riche en formes architecturales, toitures en coupoles ou en voûtes. Matériellement simplifiée au maximum, la CSB demande toujours des capacités techniques assez importantes et son impact reste limité.

Les solutions valorisant réellement la terre et améliorant l'habitat, notamment en milieu rural, doivent avant tout s'attaquer au **problème de la toiture**. Il existe aujourd'hui, des programmes de formation de maçons à des techniques faisant intégralement appel à la terre. Les toitures voûtées représentent un système de construction éliminant les problèmes d'incohérence de la construction conventionnelle en adobe et toiture tôle.

Au Burkina Faso, ces programmes sont en progression dans deux zones : la CSB de Development Workshop dans le Sahel et la Voûte Nubienne dans la région de Boromo. Leur impact est aujourd'hui encore limité. Ceci n'est pas lié au matériau ou à la technique utilisée, mais au manque de maçons formés. Le constat est donc fonction de la jeunesse des programmes. Le Burkina Faso a aujourd'hui la chance de pouvoir profiter de 25 années d'expérience de CSB, au Niger.

¹ Pour plus de détails voir Wyss, «La construction en «matériaux locaux» - Etat d'un secteur à potentiel multiple», Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

² Notamment utilisé par l'ADAUA, l'Atelier pour le Développement naturel d'une Architecture et d'un Urbanisme Africain, sur ses chantiers en Mauritanie, Sénégal, Haute Volta.

³ CSB: Construction Sans Bois, une technique proche de celle des voûtes nubiennes, développée à partir de 1980 au Niger. Au Burkina Faso, Development Workshop est actif depuis 2002 dans la région du Sahel, notamment à Djibo et Gorom-Gorom.

1.A.3 LA TECHNIQUE DE LA VOUTE NUBIENNE

La technique des Voûtes Nubiennes s'inspire d'une méthode de construction vieille de 5000 ans. Elle a dû être adaptée aux réalités du Sahel, notamment aux compétences des maçons et aux exigences environnementales. Contrairement aux tentatives antérieures, la Voûte Nubienne s'adresse réellement aux populations rurales.

Le **projet de la Voûte Nubienne**, mis en œuvre par l'association «La Voûte Nubienne» (AVN) s'est inspiré de la technique ancestrale des maçons nubiens, originaires des régions arides du Haut Nil. Cette technique, vieille de 5000 ans a connu un renouveau à partir de 1950 grâce à l'action de Hassan Fathy¹ (1900-1989), célèbre architecte égyptien. Ses réalisations, notamment le «New Gourma Village» près d'Assouan, ont inspiré de nombreux architectes à travers le monde.

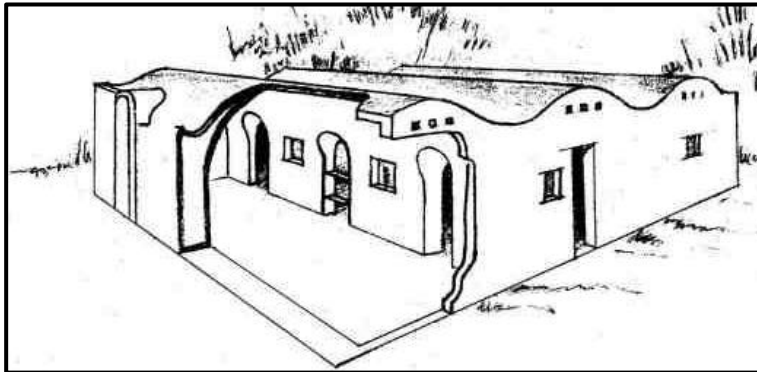


Figure 6 : Esquisse d'un habitat en VN, caractère modulaire ; Association « la Voûte Nubienne »

1. B LE PROGRAMME « VOUTES NUBIENNES »

1. B.1 CHOIX DE LA TECHNIQUE

Au Burkina Faso, Thomas Granier et Séri Youlou développèrent à partir de 1998 une méthode de construction, entièrement en terre : « **La Voûte Nubienne** » également nom de l'association reprenant cette technique, **est le résultat dans notre contexte, de l'adaptation de la technique ancestrale aux conditions particulières soudano-sahéliennes.**

La Voûte Nubienne VN est dotée d'atouts très forts :

- la technique permet d'ériger **une toiture en terre crue sur des murs en terre crue**. Cette matière première est disponible dans la plus grande partie du Sahel. La construction d'un habitat ne nécessite donc pas d'apport de matériaux importés ou transportés sur des distances conséquentes ;
- la technique permet de construire des toitures **sans utiliser du bois**², ni en tant que coffrage ni comme étayage de la toiture définitive. Suite aux sécheresses des années 70, la disponibilité du bois est devenue un réel problème dans le Sahel. De par cette économie, cette technologie permet de lutter contre la désertification ;
- les toitures reposent sur des murs épais, ce qui donne une inertie thermique importante. Le contrôle des **conditions thermiques internes** en est facilité ;
- les formes retenues se rapprochent de la chaînette inversée, une forme décrite par une hyperbole. Mathématiquement, cette forme est parfaite pour que toute la structure toiture soit soumise à la compression et qu'aucun effort de traction, incompatible avec la terre, n'apparaisse ;
- la technique n'a **pas besoin d'outils particuliers**. Ceci en opposition aux formes de toitures plus complexes comme les coupes hémisphériques et ogivales. La construction de celles-ci nécessite le recours à des guides manufacturés, inexistantes dans les pratiques traditionnelles ;
- la technique est **adaptée à la situation de crise écologique et économique du Sahel**. Le lieu d'origine de cette technique : la Nubie, dans la vallée du Nil, connaissait déjà les problèmes auxquels se voient confrontés les pays du Sahel à l'heure actuelle.

¹ Ouvrage de référence de Hassan Fathy, «Architecture for the poor», 1946

² Ce que ne savent pas faire les maçons traditionnels en Afrique de l'Ouest. En fait, les formes courbes en toiture sont extrêmement rares dans la construction traditionnelle au Sahel. Par contre, elles sont plutôt employées pour couvrir des greniers. Mais le transfert de savoir faire du grenier, une structure non habitable, vers l'habitat n'est pas automatique.

1.B.2 ADAPTATION AU CONTEXTE BURKINABE

La technique est historiquement inconnue en Afrique de l'Ouest, même s'il existe des analogies. En respectant les **différences culturelles importantes**¹ entre les bâtisseurs de la Nubie antique et les hommes actuellement à former, des modifications importantes se sont imposées. Il a fallu adapter la technique pour qu'elle s'inscrive facilement dans le mode de vie et d'apprentissage des populations concernées, supposées essentiellement rurales et peu instruites. Il en ressort une méthode simple, facile dans la mise en œuvre et dans la transmission.

La technique de la Voûte Nubienne a également été adaptée aux **fortes précipitations** connues dans les régions subsahariennes. Les statistiques des dernières 30 années indiquent pour la zone de Boromo une pluviométrie annuelle moyenne de 800 mm avec des maxima en août dépassant les 300 mm/mois. Ces précipitations peuvent se concentrer sur quelques rares, voire une seule pluie par mois. Exposée à un tel niveau de pluies et sans mesure de protection, une toiture en terre peut subir des dommages. La construction traditionnelle emploie des mesures de protection assez performantes². Cependant, un certain niveau de risque qui inclut l'effondrement de certaines parties du bâti est accepté. Tel ne peut pas être le cas pour une technique nouvelle, supposée meilleure que la technique traditionnelle. Elle doit obligatoirement répondre au danger d'effondrement pendant les grandes pluies avec une sécurité assurée et affirmée. Sinon, elle ne sera pas acceptée par le public cible.

La technique des **voûtes nubiennes essaie de s'inscrire au maximum dans les pratiques et habitudes culturelles du pays**. Rappelons qu'elle utilise des matériaux, adobes³ et mortiers à partir de terre crue, couramment utilisés dans la construction traditionnelle et conventionnelle. Alors que la partie voûtée doit obligatoirement être construite en terre, les murs peuvent être réalisés dans un matériau différent. Les enduits à base de terre sont les mêmes que ceux employés sur les constructions traditionnelles. Les travaux de finition et d'entretien sont, comme dans la construction traditionnelle, à la charge du client et généralement effectués par les femmes.

La réalisation des voûtes exige des compétences techniques particulières mais simples que les apprentis acquièrent en pratiquant et en suivant l'exemple d'un maçon formateur. Ce mode d'apprentissage et de transmission correspond bien aux habitudes du pays et s'inscrit dans la culture locale. Dans ce milieu, les connaissances en matière architecturale et constructive, tant des maçons que des clients, reposent sur une transmission orale, le principe de l'imitation du milieu et un apprentissage par la pratique.

Comme toute construction traditionnelle en terre, la réalisation d'un ouvrage voûté suit le cycle d'activité du milieu rural. Après les récoltes, la population prépare les matériaux de construction, notamment les briques et se met à construire avant que les ressources hydriques ne tarissent.

La construction des concessions en milieu rural est traditionnellement évolutive. Le nombre de maisons, leur disposition et leur degré de finition reflète la composition de «la grande famille», qui habite la concession. Une technique qui se veut une réelle alternative à la construction traditionnelle doit présenter la même **capacité d'adaptation dans le temps et dans l'espace** aux besoins d'habitat. La technique VN répond à cette exigence par son caractère modulaire.



Figure 7 : Boromo, Vue panorama d'un chantier VN. A gauche : maçonnerie des murs porteurs (pieds-droits) et pignons.

Au centre : préparation du terrain et excavation fouilles pour la fondation. Au fonds : confection de briques de voûtes.

A droite : réalisation de voûtains et avancement de deux voûtes ; Photo : D. Sillou, Association « la Voûte Nubienne », 2005

¹ La technique ancestrale de la Voûte Nubienne était enseignée de père en fils pendant de longues années de formation. Les maçons nubiens étaient au bout de leur formation, capables de tracer des hyperboles (chaînette), des paraboles ou des cercles à l'œil, sans recours à un quelconque outil. Cette habileté à manier et tracer des formes géométriques complexes n'est pas suffisamment développée chez les maçons du Sahel. De plus, les maçons nubiens étaient capables de maintenir la forme préconisée lors de la réalisation des toitures voûtées sans recourir à un guide.

² Détails techniques qui favorisent l'écoulement des eaux, protection des acrotères avec de la poterie, enduits hydrophobes, chapes hydrophobes sur les toitures, séparation du bâti en structures porteuses et simples cloisons.

³ Le terme « adobe » désigne une brique parallélépipède en terre, renforcée ou non avec de la paille ou d'autres substances organiques. L'adobe est moulé dans un simple moule en bois, laissée au soleil pour le séchage pendant quelque temps et maçonnée de manière similaire à toute autre brique de maçonnerie, à l'aide d'un mortier et selon un appareillage défini. Un format assez répandu est 10 x 20 x 40 cm.

1.B.3 DESCRIPTION D'UNE CONSTRUCTION VOÛTE NUBIENNE

La technique de la Voûte Nubienne est une solution appropriée. Statiquement et matériellement optimisée, elle correspond aux réalités du terrain. Deux particularités la distinguent de procédés similaires: le guide mobile et l'utilisation de la bâche plastique. Facilement reproductible et grâce à ces innovations, la technique apporte une réelle solution à la précarité de l'habitat. La technique est souple dans son emploi et répond quasiment à toutes les exigences que peut présenter l'habitat en milieu rural et urbain.

Le projet est illustré de façon très ludique et avec beaucoup d'images sur le site Internet de l'association¹.

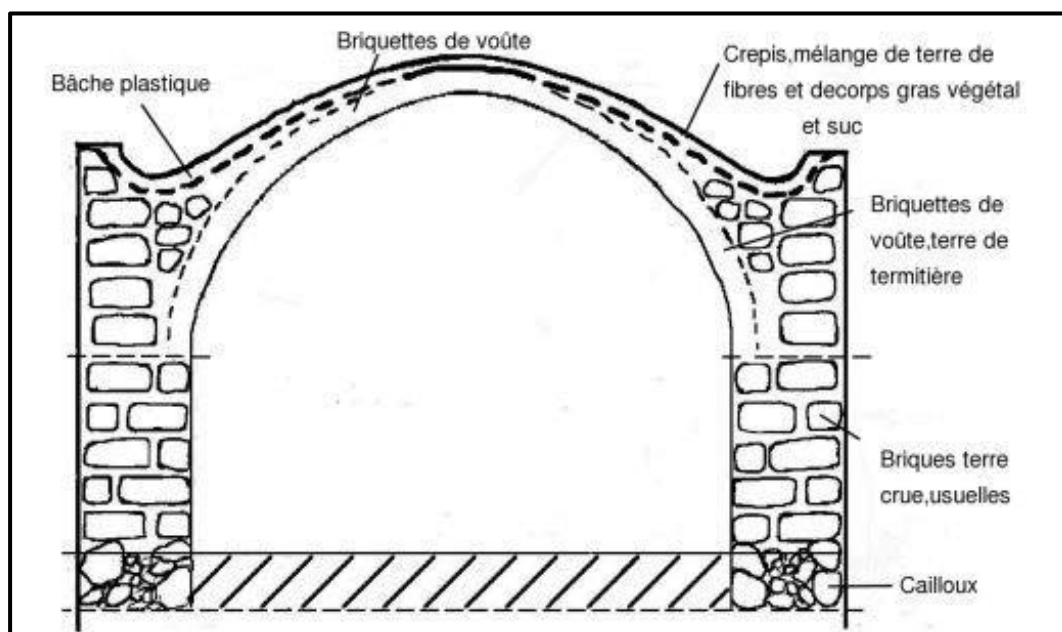


Figure 8 : Coupe à travers une Voûte Nubienne ; Association « la Voûte Nubienne »

Implantation Fondations et Murs :

L'implantation des bâtiments est généralement effectuée ou au moins contrôlée par les maçons formateurs. Le client choisit évidemment la conception générale de son ouvrage, le nombre de pièces, leur aménagement, leur taille. Cependant, les **dimensions exactes** sont déterminées **en fonction des briques localement disponibles**. Celles-ci sont généralement fournies par le client et sont confectionnées selon les méthodes usuelles. La technique est, de ce fait, souple et prend en compte les réalités du terrain². Elle n'impose pas des dimensions de pièces qui nécessiteraient de retailler les briques adobes dans des formats peu communs.

Chaque VN repose sur des fondations³. Les fondations en pierres sauvages, soigneusement empilées et liées avec un mortier de terre ordinaire (béton cyclopéen), dépassent le pied externe du mur de 20 cm. Ceci afin de garantir que la ligne de force à laquelle sont soumis les pieds droits (murs portants la voûte) reste, dans le tiers central de l'ouvrage. Les fondations sont plus ou moins profondes selon la nature du sol⁴. En présence d'un danger d'écoulement d'eau de ruissellement le long de la fondation, elle est élevée au dessus du terrain naturel. Un mortier d'égalisation en terre de 5 cm donne l'assise des murs porteurs et pignons.

Les murs porteurs ont une largeur E de 60cm. La VN ne fait pas de différence entre murs porteurs externes ou internes, tous ont la même épaisseur. Ces derniers pourraient être d'épaisseur réduite, étant donné qu'ils supportent deux voûtes accolées dont les poussés au vide s'égalent. Mais selon les principes de l'AVN : **il faut réduire le nombre de règles au minimum et en même temps les appliquer de façon générale.**

¹ www.lavoutenubienne.org

² Les briques adobes rencontrées au Burkina Faso ne sont pas standardisées. De village à village, même de concession à concession les dimensions des moules, nécessaires à la confection des briques, peuvent considérablement varier.

³ Exception dans le cas d'un site d'implantation rocheux, par exemple à Tcharkou où la VN repose directement sur un rocher granitique.

⁴ Les règles de construction prévoient une profondeur minimale de 50 cm.

Chaque rang, dans sa largeur, est composé d'une brique en panneresse et d'une boutisse liées au mortier de terre¹. On alterne à chaque rang le croisement des briques. Les murs porteurs sont érigés jusqu'à la hauteur du point de naissance HPN des voûtes, c'est-à-dire selon les besoins du client entre 8 et 11 rangs de briques. La hauteur du HPN est donc située entre 1,5 et 2,3 m, toujours selon les dimensions des briques utilisées. Afin de garantir la stabilité² de la structure, le dépassement de 11 rangs est fortement déconseillé aux maçons.

Les murs pignons, d'une largeur de 40 cm, ont un léger fruit vers l'intérieur à raison d'environ 1 à 2% et mettent ainsi la voûte en **compression dans le sens longitudinal**. Ils sont montés avec des briques posées en boutisse. La voûte est appuyée sur les murs pignons lors de sa réalisation.

Pendant la construction des murs, des **ouvertures et alcôves sont intégrées dans le plan**. Ces multiples réservations, utiles pour les portes, les niches, les armoires et les fenêtres, apportent un gain d'espace et de matériaux. Ces espaces, s'ils ne sont pas utilisés comme portes, sont alors fermés par des cloisons avant le crépissage final de l'intérieur. Ils peuvent être rouverts facilement si le besoin s'en manifeste. L'aménagement et le plan du bâtiment deviennent donc assez souples dans le temps.

Les ouvertures nécessitent la réalisation de **linteaux en forme d'arcs**. Là encore, la technique a été simplifiée au maximum. Les arcs sont de forme circulaire, effectués avec des briques de voûte sur un coffrage en briques maçonnées à sec ou sur une barrique en acier³.

Réalisation de la Voûte Nubienne :

La **Voûte Nubienne du programme VN est un « plein-cintre légèrement ogival en son sommet »**, sur base rectangulaire, de portée maximale de 3.20 mètres. Toutes les **dimensions fixées sont entièrement empiriques**, c'est-à-dire la largeur des murs porteurs, la largeur des murs pignons, la portée maximale des voûtes et le point de naissance de la voûte.

Trois grandeurs physiques déterminent les dimensions des VN: l'épaisseur des murs porteurs (appelés pieds-droits) E, la largeur des pièces ou autrement dit la portée des voûtes P et la hauteur de voûtes H, déterminée à partir du point de naissance HPN des voûtes. Le tableau suivant présente une comparaison entre la technique VN et la technique CSB de DW. Il illustre les **marges de sécurité**, respectées par la première technique par rapport à la CSB qui a 25 ans d'expérience.

Tableau 1 : Marges de sécurité de la technique VN par rapport à la CSB

Technique	E [cm]	P [m]	HPN [m]	H [m]	Sécurité [-]
VN	60	3,20	2,30	3,90	H_{CSB} / H_{VN}
CSB	60	4,25	2,30	4,40	1,13
CSB	60	3,20	2,90	4,50	1,15

Principes de structure et règles de base, PCSB, Niger 2002 (Source: AVN, DW)

Tableau 2 : Interaction E, P et HPN

P [m]	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
E [cm]	HPN [m]								
40	2,00	1,65	1,40	1,20	1,10	1,00	0,85	0,60	Non
60	3,50	3,25	3,00	2,75	2,40	2,20	2,00	1,70	Non
80	5,00	4,80	4,50	4,00	3,65	3,45	3,10	2,80	2,40

Principes de structure et règles de base, PCSB, Niger 2002 (Source DW)

La lecture de ce tableau se fait de deux manières, il indique d'une part les limites structurales des VN et d'autre part leur potentiel. En réalisant des murs de 80 cm de large, un volume utile de 6 mètres de large et de plus de 5,4 mètres de haut au centre de la pièce, peut être créé. Maîtrisée parfaitement, la technique permet donc de réaliser des espaces importants⁴, utiles notamment pour des salles de classes, de réunion ou de culte.

¹ Un mur en panneresse est composé de briques disposées avec leur longueur parallèle à l'axe du mur, celui en boutisse est composé de briques dont la longueur est disposée perpendiculairement à l'axe du mur. La disposition des briques selon un schéma systématique est appelée appareillage.

² À cause de leur forme courbe, les structures voûtées développent des poussées au vide en leur naissance. Ces forces agissent horizontalement vers l'extérieur et ont tendance de renverser les murs porteurs. Elles sont compensées par le poids de la toiture qui est une force verticale. La résultante de ces deux forces, inclinée par rapport à la verticale, avec une ligne d'action orientée vers l'extérieur de la structure, doit rester dans le « tiers central » du mur porteur et de la fondation. Si des forces de traction, incompatibles à la construction en terre, apparaissent, elles affaiblissent la structure. Si la ligne de force sort de la section, le mur sera soumis au basculement, situation dévastatrice.

³ Cet outil se trouve facilement sur les marchés locaux.

⁴ Des exemples de grandes salles de réunion en CSB peuvent être visités dans les sièges de la Croix Rouge à Ouahigouya ou Gorom-Gorom.

La voûte est construite, sans coffrage, à l'aide d'un guide mobile et suit au départ, le tracé d'un plein-cintre, puis se termine légèrement en ogive au sommet. Le tracé est réalisé à l'aide d'un câble conducteur, situé sur l'axe du plein-cintre à la hauteur du point de naissance de la voûte. Le câble est composé de 6 brins de fil de fer, torsadés ensemble. Fixé sur des morceaux de bois et en appui sur les murs pignons, le câble est tendu de part et d'autre de la construction¹.

Sur ce câble glisse un anneau d'acier sur lequel une cordelette est attachée. La longueur de la cordelette est une demi portée de voûte, ce qui donne le rayon du plein-cintre. Le mouvement angulaire de la corde tendue autour du câble central décrit alors la forme circulaire génératrice de la voûte. Pour être plus pratique dans l'utilisation, un clou est fixé au bout de ce guide central.

La transformation en ogive du plein cintre permet d'approcher la forme **de la chaînette inversée**, tracé idéal pour une voûte en compression. Il ne s'agit donc pas d'une Voûte Nubienne originale. «L'ogive» se fait de la façon la plus simple. En fait, une règle a été introduite : « à partir de 70°, chaque brique de voûte sera posée avec «un doigt» de plus que la précédente ». De cette manière, la brique à 70° se positionne à une distance égale au rayon plus «un doigt» du centre de la voûte, la prochaine brique à une distance égale au rayon plus «deux doigts» et ainsi de suite. Pour les maçons, cette démarche, purement empirique, est très facile à comprendre et le résultat est un tracé proche de la chaînette inversée, statiquement stable.



Figure 9 : Guide mobile : câble, anneaux et ficelles, Petit Balé ; Wyss 2005

Le câble conducteur, est l'élément clé de la technique VN. Toutes les techniques de construction intégrale en terre, précédemment introduites au Burkina Faso, se sont heurtées à la transmission d'une méthode applicable pour la construction de voûtes². Les maçons qui ont suivi ces formations antérieures³ ont principalement opté pour l'utilisation de coupoles, considérées comme étant moins difficiles à bâtir que les voûtes. Les coupoles sont généralement définies à partir d'un guide rotatif, positionné au centre de la coupole. Ce guide donne la position, l'inclinaison et l'orientation de chaque brique à chaque endroit de la toiture. L'utilisation du guide rotatif rend la réalisation de coupoles très facile. Mais en même temps, il complique la transmission de la technique. En fait, il faut disposer de cet outil qui est manufacturé sur commande en atelier de construction métallique. Il est généralement distribué par les promoteurs à la fin des formations. Ceci dit, l'outil clé n'est, en réalité accessible, qu'aux maçons formés sur un projet. Ces techniques sont confrontées à d'énormes problèmes de diffusion et leur impact est peu pérenne.

Dans le cas de la VN, ces obstacles n'existent pas. Le guide est manufacturé par le maçon lui-même à partir de matériaux qu'il récupère ou qu'il trouve sur le marché local⁴. L'outil donne la forme génératrice de la voûte et évite que le maçon ne réalise des courbures trop plates⁵. Sur le terrain on constate aujourd'hui que certains maçons expérimentés, encore limités dans leur nombre, développent une maîtrise particulière et approchent de très près la forme de la chaînette inversée, funiculaire utilisé par la technique ancestrale. Ils se tiennent de moins en moins au guide mobile et quittent le plein-cintre à partir de 25°. Cette évolution démontre les niveaux évolués et la confiance en leurs propres compétences de certains maçons. Elle démontre aussi que les maçons comprennent intuitivement la statique des voûtes et le cheminement de forces. La technique est donc assimilée par les maçons à fur et à mesure qu'ils exercent leur métier et qu'ils acquièrent de l'expérience. Cette évolution très positive et encourageante peut être observée à l'église catholique de Petit Balé⁶.

L'invention et le développement du guide par Thomas Granier et Séri Youlou représente une réelle avancée dans la construction de voûtes en terre. Grâce à cet outil ingénieux, la technique élimine des contraintes et freins, connus par d'autres procédés de construction en terre.

¹ Son positionnement horizontal et vertical sur les deux murs pignons, ainsi que son horizontalité et sa tension sont contrôlés quotidiennement.

² Les voûtes sont généralement tracées à partir d'un tracé générateur sur les murs pignons qui est relié régulièrement par des fils de fer.

³ En particulier l'ADAUA et DW.

⁴ Fils de fer et ficelle peuvent être achetés chez les commerçants, l'anneau se trouve chez les mécaniciens de vélo.

⁵ Des voûtes trop plates sont sujettes à des instabilités statiques.

⁶ Saïdou Ouédraogo, cultivateur et maçon VN depuis 2002, a réalisé «sa» voûte, la voûte centrale sur le chantier de l'église de Petit Balé pratiquement selon la forme de la chaînette inversée.

Les **briques de voûte** sont **confectionnées par le maçon** ou ses manœuvres sur le chantier¹. Ces briques sont composées d'une terre de très bonne qualité et armées avec de paille². Leur format 24x12x4 cm est bien adapté. Les voûtes VN sont notamment moins épaisses que les voûtes CSB. Le poids des briques par rapport à la surface d'assise est plus favorable pour les briques VN qui risquent moins rapidement de glisser que les briques CSB.

La **voûte est construite à la main** par pose des briques sur un mortier de terre, similaire à celui employé pour les briques. Le mortier est lui aussi posé à la main, par simple projection. Les rangs, inclinés d'environ 50°, reposent sur les murs porteurs et s'appuient sur les murs pignon. Cette inclinaison est moins forte que celle des CSB, d'où un risque inférieur de glissement des couches. Le maçon alterne son travail entre la partie supérieure de la voûte, dont le dévers impose un temps d'attente dû au séchage du mortier entre chaque rang, et les flancs de la construction au bâti plus aisé. Ainsi, la voûte se ferme successivement par des rangs inclinés et avance d'un mur pignon vers l'autre.



Figure 10 : Boromo, réalisation voûte ; Photo : P. Sekhsaria, 2005

La réalisation d'une VN est un processus assez rapide. Un maçon, aidé d'un apprenti et de deux manoeuvres, avance entre 1,2 et 1,6 m par jour. Il couvre donc 3,8 à 5,2 m². La voûte achevée est mise en charge en remontant les murs porteurs de 8 à 10 rangs de grosses briques et par remplissage du rein de la voûte par des adobes maçonnes ou de la terre très compactée.

L'extrados de la voûte chargée est grossièrement lissé à la terre, une bâche de plastique y est soigneusement disposée et recouverte d'au moins 5 cm de terre. Il s'agit d'une **feuille polyane FasoPlast**, dont le prix avoisine les 400 FCFA/m². Ce plastique peut être trouvé partout dans le pays, dans les villes moyennes et sur tous les marchés ruraux importants. Il est couramment utilisé par les cultivateurs pour protéger par exemple le coton récolté et stocké.

Cette bâche, sans se substituer aux crépissages d'entretien réguliers et obligatoires, **représente une sécurité contre l'infiltration d'eau à travers la toiture**. Protégée des rayons UV par le crépissage qui la recouvre, elle se conserve durablement³. Ce procédé original constitue une autre particularité de la technique proposée par l'AVN.

Après la pose de la bâche, les maçons VN finissent la toiture avec une couche en terre. Le raccordement entre l'acrotère et la voûte est soigneusement exécuté avec une pente longitudinale de 2 % afin d'évacuer l'eau vers les murs pignons où des gouttières renvoient l'eau loin de la fondation. Une grosse pierre, posée à terre, évite que l'eau descendant des gouttières érode le sol lors de son impact.

Les toitures sont généralement aplanies afin de restituer à leurs utilisateurs l'usage ancestral des toiture-terrasses qui a disparu avec les toitures de tôle. Certains clients prévoient la construction d'escaliers en briques de terre pour y accéder. Cet ouvrage rend évidemment l'entretien plus facile.

L'étanchéité des murs est garantie par des crépissages de terre qui font intervenir le savoir-faire et les adjuvants traditionnels. Elle est à la charge du client. Ces travaux de finition et d'entretien sont généralement effectués par les femmes.

¹ De cette manière, la qualité des briques de voûte peut être garantie. En fait, les exigences vis-à-vis des briques de voûte sont plus contraignantes que celles pour les briques ordinaires, utilisées pour les murs porteurs et murs pignons. Ces dernières peuvent être confectionnées ou achetées par le client lui-même.

² On emploie souvent le terme «terre de grenier» pour désigner ces terres, étant donné que les greniers sont usuellement construits avec les terres de la meilleure qualité possible.

³ Le film polyane est appelé «sachet» en milieu rural. Exposé aux rayons UV il se raidit et devient très friable. Après peu de temps d'exposition, ce plastique se décompose. Par contre, couvert de terre, il se conserve durablement. Ce fait a des impacts néfastes dans l'agriculture. Les cultivateurs connaissent bien ces caractéristiques. Ils souffrent aujourd'hui de la pollution de leurs champs par des « sachets » envolés par le vent et enterrés. Ils comprennent donc le comportement du « sachet » vis-à-vis de l'action du soleil.

Suivant les moyens des propriétaires, des enduits et des chapes en mortier de ciment pourront remplacer les enduits et chapes en terre battue. Les badigeons de chaux vive sont une solution économique pour éviter l'installation d'insectes, notamment les termites et guêpes. La pose d'une installation électrique ou des raccordements à l'eau courante, pendant la phase de construction, ne présente pas de problème particulier.

L'expérience montre que la **technique est accessible au client et aux maçons dans des formes simples ou plus sophistiquées**. Ensemble, clients et maçons ont modulé les plans, les dimensions et apporté des améliorations d'aménagement et de finition à la mesure de leurs moyens et de leurs aspirations. Les innovations enrichissent le champ d'application de la technique, à condition de ne pas perdre de vue la simplicité première et les contraintes fondamentales de la technique, condition indispensable à son expansion.



Figure 11 : A gauche : Lapara, VN très simple, Monopiece à 8 m² de surface habitable réalisé par étapes en 28 jours de travail ; A droit : Samandéni, VN plus sophistiqué, pied-droits en BLT, ouvertures en persiennes arrondis, voûtes décalés ; Wyss 2005

Quelques « déclinaisons populaires » :

- Aménagements intérieurs : électrification intégrée à la maçonnerie, enduit ciment sur la partie basse des murs intérieurs, douche intérieure, toilette intérieure, chapes, carrelages et faïences.
- Variations destinées à minimiser l'entretien inhérent à toute architecture de terre : utilisation de mélanges de sable, terre, pétrole et goudron en enduit pour les façades et les toitures, enduit semi-dur au mortier de ciment des surfaces extérieures.
- Construction des murs pignons et de la partie extérieure des murs porteurs en BLT (latérite).

Rappelons que ces travaux entraînent un surcoût important, notamment quant des produits d'importation sont utilisés. Soulignons aussi que les crépissages de terre selon les recettes traditionnelles et un entretien régulier suffisent amplement pour assurer la pérennité des bâtiments.

Quelques réalisations illustrant le potentiel du projet :

- Centre d'accueil de l'AVN - Boromo : VN de différentes tailles, orientation et aménagement intérieur.
- Eglise catholique de Petit Balé : trois VN reposant sur des murs extérieurs en terre et un système interne de cadres en béton armé. Longueur 11 m, largeur 10 m.
- Centre d'accueil de l'association Bassyara – Samandéni : deux blocs à 4 VN décalés, pied-droits en BLT.
- Bibliothèque dans l'école primaire publique de Gounghin, secteur 9: 2 VN, pied-droits en BLT, finitions internes et externes au ciment.
- Centre d'accueil de l'association Nong-Taaba sur la route de Pô - Ouaga 2000 : 2 bâtiments à 4 VN avec chambres, douche et toilette interne.
- Centre d'accueil de l'association Song-Taaba - Gounghin, secteur 9, Ouagadougou : 2 VN, 4 chambres avec douche et toilette interne, eau courante et électricité, puits de lumière, escalier externe maçonné.
- Maison témoin au SIAO à Ouagadougou : 2 VN, salon, 2 chambres, douche et cuisine interne.

1.C LE PROJET EN OCTOBRE 2005

Initié à partir de la petite ville de Boromo, le programme atteint aujourd'hui une vingtaine de villages et villes dans la zone d'intervention. La technique est donc visible pour une grande partie de population. Après la promotion, la pénétration conséquente de la zone se présente comme un nouveau défi à l'association. Le concept de zone démontre son efficacité et peut être appliqué à d'autres pôles.

1.C.1 IMPLANTATION ACTUELLE

Le programme vise la diffusion et la vulgarisation de la technique de la Voûte Nubienne dans les villages et petites villes d'une première zone témoin, en vue de son assimilation dans l'architecture locale par les populations.

Ce principe de zone permet une lecture et une analyse des résultats du projet sur le plan humain, technique et économique. Ceci dans une aire géographique donnée et sur une période de 7 ou 8 ans. La ville de Boromo et ses environs ont été retenus comme première zone témoin.

La diffusion de la technique passe par la formation de maçons capables de transmettre leur savoir faire, par une sensibilisation auprès des clients potentiels et par une stratégie d'encouragement des «clients partenaires», premiers clients à construire dans un village. Le programme rassemble les informations, expériences et résultats pour mesurer à moyen terme la portée et l'intérêt du projet. Suivant la pertinence des résultats obtenus pendant une période test dans la zone témoin, le programme pourra servir de modèle à de futures implantations dans d'autres zones du pays, voire de la région.

L'objectif à moyen terme de ce programme tend à l'appropriation, par les maçons et les clients, de la technique. Le projet s'intégrant au final dans le tissu économique informel et formel et dans les habitudes architecturales des populations, la présence d'intervenants extérieurs et de bailleurs de fonds doit tendre à disparaître de la zone concernée.

La première zone d'intervention a pour centre la ville de Boromo. Elle s'étend aujourd'hui aux villages : Boromo - Houndé - Boundoukui - Dédougou - Tcheriba sur la rive gauche du fleuve Mouhoun. Le rayon de 80 km prédéfini, limitant la zone de Boromo, est ainsi respecté.¹

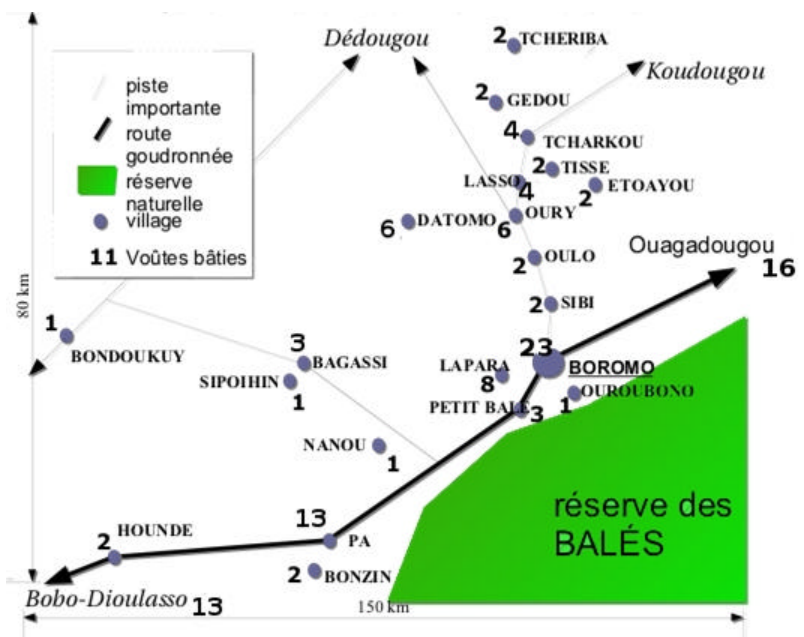


Figure 12 : Ouvrages réalisés dans la zone de Boromo ; AVN, mai 2005

Il convient de signaler qu'un deuxième pôle d'activité s'est dégagé pendant la récente campagne à Ouagadougou. Des clients urbains s'intéressent à la réalisation de voûtes dans la capitale. Cet intérêt est dû en particulier à l'effet de promotion de la maison témoin sur le site du SIAO et à la promotion faite dans le milieu des coopérants et expatriés.

Le concept de zone est aujourd'hui exposé à des demandes d'ouverture de chantiers de plus en plus lointains de Boromo. On peut citer l'exemple d'une demande pour la réalisation d'une mosquée à Rambo, à une centaine de kilomètres au nord de Ouagadougou.

¹ Exemples de distances : Boromo - Houndé 80 km, Boromo - Boundoukui 105 km, Boromo - Tcheriba 85 km

1.C.2 LES ACTEURS DU PROJET

Groupe cible : Les maçons

Selon les principes du programme, les maçons deviendront à moyen terme des entrepreneurs indépendants. Le nombre des maçons en formation, destinés à être les véritables promoteurs de la technique VN, ne fait que croître et atteint déjà un niveau satisfaisant. La situation actuelle ne permet cependant pas encore le retrait de l'AVN de la zone de Boromo.

Les **personnes formées dans la technique des Voûtes Nubiennes** sont essentiellement **des ruraux**.

C'est en milieu rural que cette technique doit trouver son **véritable marché** ;

- à l'heure actuelle, en **milieu rural**, la construction en terre domine toute construction alternative. Selon l'Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina Faso, 92% des habitats en milieu rural sont réalisés en murs de terre. La part du marché potentiel est donc en milieu rural quasi-totale. Des détails statistiques sont présentés en annexe ;
- en **milieu urbain**, la situation est nettement plus difficile. Seule la moitié des bâtiments a des murs en terre, selon les statistiques nationales. Connotée comme «le matériel du pauvre», la terre se heurte en ville à des blocages psychologiques importants. De plus, les matériaux alternatifs importés comme le ciment, la tôle et le bois scié y sont disponibles. Les maçons du secteur informel préfèrent par ailleurs l'usage de ces matériaux qui leur permettent des gains plus intéressants, notamment à cause de la productivité plus élevée du parpaing de ciment. Retenons aussi que construire en terre, de façon qualitativement acceptable, n'est pas très économique dans un centre urbain car la terre de qualité doit être transportée sur des distances assez conséquentes. Les habitats voûtés nécessitent, à cause de la reprise des poussées au vide générées par les toitures courbes, des murs porteurs massifs, ce qui impose des pertes de surface utile. Dans les villes surpeuplées, les terrains constructibles sont rares et le prix du foncier très élevé. Notons finalement que la situation d'incertitude foncière dans les quartiers spontanés, ne favorise pas l'investissement dans un habitat décent¹.

La **construction traditionnelle ne se fait** en principe² **que pendant la saison sèche**. Il est donc tout à fait logique que **la formation s'inscrive dans le cycle de vie rurale**, caractérisée par la saison pluvieuse, saison des travaux champêtres et par la saison sèche, saison des travaux constructifs. La VN s'adresse donc en premier lieu à des personnes issues du monde rural, notamment des **cultivateurs qui cherchent un revenu pendant la saison sèche**.

Le tableau suivant indique que pratiquement tous les maçons appartiennent à ce groupe professionnel. Leur dominance reflète bien évidemment les réalités socioculturelles dans lesquelles se déroule la construction en terre en milieu rural. Cette répartition est aussi due au mode de recrutement et à la zone d'intervention. En approchant les chantiers des villes moyennes, la part des cultivateurs diminuera et celle des jeunes sans formation, des maçons et d'autres professions augmentera.

Tableau 3 : Profession initiale et statut actuel des maçons VN

Profession initiale	# personnes	Resp. zone	Formateur	Maçon VN	Apprenti	Maçon indép.
Cultivateur	49	1	7	12	29	
Cultivateur et maçon	2			2		
Maçon	2		1			1
Gardien	1				1	
Total	54	1	8	14	30	1

Liste des maçons 2005, traitement Wyss (Source: AVN)

Sur 54 maçons formés ou en formation, seule une personne a atteint le niveau CM2 ; quelques-uns savent lire et écrire. Une majorité écrasante n'a cependant pas de niveau scolaire et leurs connaissances du français ne sont que sommaires. Grâce à l'hétérogénéité ethnique de la zone de Boromo, la majorité des maçons formés parle plusieurs langues locales, notamment les plus importantes du pays, à savoir le moré et le dioula.

¹ Ces aspects sont développés en détail par Wyss dans «La construction en «matériaux locaux» - Etat d'un secteur à potentiel multiple», Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

² Construire en terre pendant la saison de pluies est possible si des mesures de protection conséquentes sont prises. Le maçon Adama Fofana est actuellement en train de réaliser un bâtiment en VN à Ouagadougou, ceci malgré les pluies.

L'AVN ne mène **pas de stratégie particulière de recrutement**. En fait, ce sont les candidats eux-mêmes qui se proposent au responsable de la zone. Celui-ci les intègre selon leurs aptitudes et les possibilités de formation.

Il y a cependant **différents modes** selon lesquels les futurs maçons sollicitent la formation :

- initialement, les maçons formés étaient des **amis ou parents** du responsable de la zone de Boromo. Ce mode de recrutement à travers la parenté reste toujours très important ;
- la réalisation des premiers ouvrages en VN a ensuite motivé d'autres candidats à se présenter, surtout des jeunes **cultivateurs à la recherche d'un emploi pendant la saison sèche**. Ils ont intégré le programme comme manœuvres. Ces personnes font évidemment de la promotion au sein de leur famille et auprès de leur communauté et encouragent d'autres à suivre leur exemple ;
- certains **clients**, notamment de Oury ou de Houndé, ont amené «leurs maçons» afin qu'ils soient formés ;
- depuis un certain temps, des **parents** ayant pris connaissance de l'existence du programme conseillent aux jeunes de s'adresser à l'association afin de trouver formation et emploi.

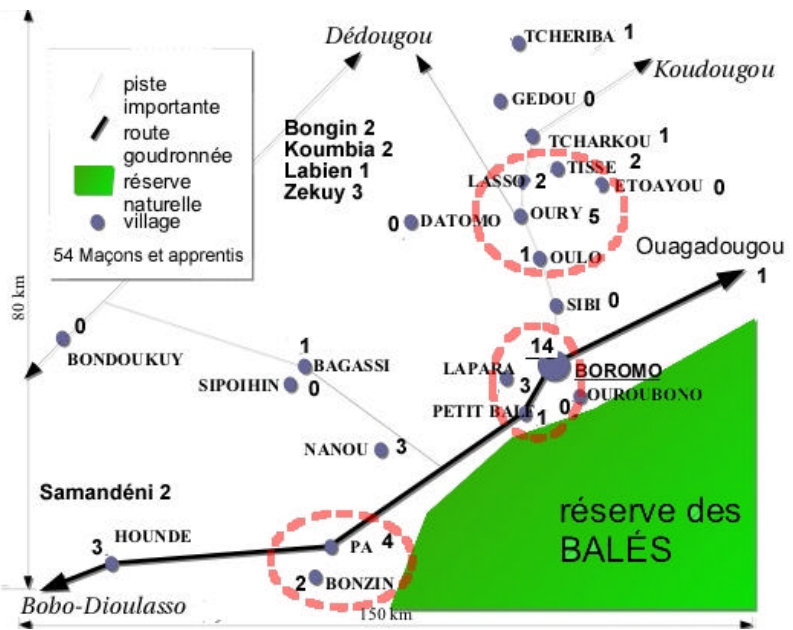


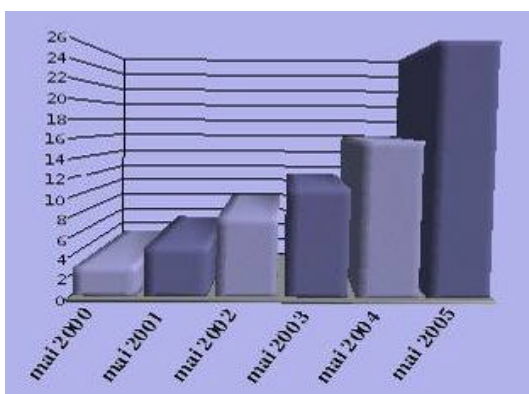
Figure 13 : Maçons dans la zone d'intervention de Boromo ;
Liste des maçons 2005, traitement Wyss (Source : AVN)

La **preuve nance géographique hétéroclite** des maçons reflète bien l'absence de stratégie de recrutement. Notons simplement que **trois zones se démarquent** actuellement. Il s'agit des **zones de Boromo, de Pâ et de Oury**. Dans ces villages, le nombre de maçons formés atteint un niveau satisfaisant¹.

A la fin de la troisième campagne, 24 maçons ont accompli leur formation et servent la diffusion de la VN soit en tant que maçon, maçon formateur ou responsable de zone. 30 personnes travaillent sur les chantiers comme apprentis. Deux maçons évoluent sur le marché de façon indépendante et sans appui de l'association².

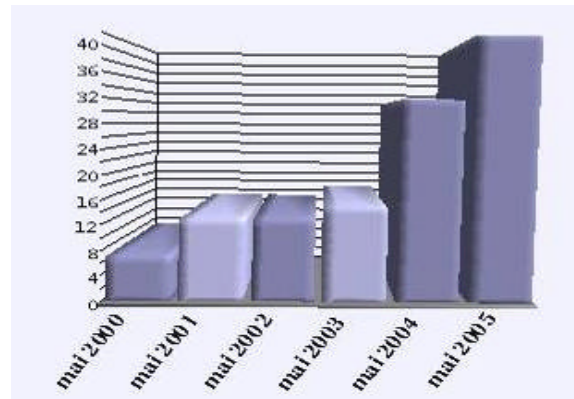
Le nombre de maçons formés est corrélé au nombre des chantiers VN réalisés. Cette relation peut être observée sur les figures 14 et 15.

Figure 14 : Nombre maçons en formation par campagne



Liste des maçons 2005 (Source : AVN)

Figure 15 : Nombre de voûte bâtis par campagne



Liste des ouvrages 2005 (Source : AVN)

¹ Dans le cadre d'un projet, un nombre dépassant 4 maçons formés dans une petite localité rurale ou dans un quartier restreint est généralement considéré comme satisfaisant pour garantir la pérennisation de la formation dispensée.

² Kamin Gué de Pâ a su conquérir des marchés dans la région de Bobo, plus précisément à Samandéni dans la vallée du fleuve Kou. Ce maçon VN est le premier qui a pu se positionner comme entrepreneur et vit maintenant exclusivement de son savoir-faire.

Groupe cible : Les clients

Les clients visés par le programme sont avant tout les populations rurales. Le nombre d'habitations réalisées pour cette clientèle souligne le caractère approprié de la technique aux besoins réels. Après une certaine «lenteur» de début du programme, le nombre de réalisations est en pleine croissance, limité cependant par le nombre de maçons disponible.

La figure 15 ci-dessus démontre une claire progression du nombre de voûtes bâties. Actuellement 114 voûtes ont été bâties dans une trentaine de villages et de quartiers, dont 42 pendant la dernière campagne de décembre 2004 à mai 2005. Cette progression pourrait bien être plus remarquable encore, si un nombre plus important de maçons avait été disponible.

Voici donc avant tout le **détail des réalisations** pendant la campagne écoulée :

Tableau 4 : Réalisations pendant la campagne 2004/20051

Lieu	# VN	Clients bénéficiaires	Usage	Apport AVN
Bagassi	1	Nom inconnu, cultivateur	Abri champêtre	15'000 FCFA
Boromo	3	Philippe Issac, expatrié	Habitation secondaire	Néant
Boromo	6	Sita Granier, expatrié	Habitations	Néant
Datomo	2	Nom inconnu, cultivateur	Habitation familiale	35'000 FCFA
Datomo	2	Nom inconnu, cultivateur	Habitation familiale	35'000 FCFA
Gnemain	2	Nom inconnu, cultivateur	Habitation familiale	35'000 FCFA
Lapara	2	Karim Banao, maçon VN	Habitation familiale	10'000 FCFA
Oury	2	Tankien Konaté, forgeron	Habitation familiale	10'000 FCFA
Petit Balé	3	Paroisse Boromo	Église catholique	Néant
Tcharkou	2	Banaon Nemaoua, fonctionnaire	Habitation secondaire	Néant
Zekuy	2	Bako Bessao, chef de Zekuy	Habitation, palais du chef	35'000 FCFA
SIAO/Ouaga	2	SIAO	VN témoin, promotion	800'000 FCFA
Gounghin/Ouaga	2	École public secteur 9	Bibliothèque	Néant
Gounghin/Ouaga	2	Association Song Taaba	Chambres d'accueil	Néant
Ouaga2000	8	Association ABPAM	Chambres d'accueil	Néant

Liste des ouvrages 2005 (Source: AVN)

Le **mode principal de propagation de la technologie est la cooptation**². On construit une VN parce que l'on connaît le maçon qui est soit un membre de la famille soit un parent, ou bien encore parce que le voisin en a réalisé une. Des clients se manifestent cependant, comme à Ouagadougou, suite à la réalisation d'ouvrage de promotion à l'exemple de celui du SIAO.

Qui sont les clients qui profitent aujourd'hui de la technique VN? Le tableau suivant indique que trois quarts des clients sont des personnes physiques, un quart est constitué d'ONG et d'associations de quartier, villageoises ou humanitaires.

Tableau 5 : Clients de la VN

Profession du client	# Clients	Répartition %
Particuliers		
Cultivateur	14	32
Cultivateur et maçon VN	4	9
Maçon VN	1	2
Commerçant	2	5
Total particuliers	21	48
«Autorités» locales		
Fonctionnaires actif ou retraité	7	16
Délégué, forgeron, griot, imam	4	9
Total «autorités»	11	25
Autres clients		
Associations	10	23
Clients étrangers	2	5
Total autres	12	27
Total clients	44	100

Liste des ouvrages 2005 (Source: AVN)

¹ Dans ce tableau ne figurent pas les voûtes réalisées par Kamin Gué à Samandéni, étant donné que ce maçon travaille maintenant à son propre compte.

² Ce mode de propagation est valable pour toute nouveauté technologique au Burkina Faso.

L'AVN essaie de mobiliser les « **autorités locales** » lors de campagnes de sensibilisation et de les convaincre de réaliser une première VN dans leur village. Le tableau indique qu'un quart environ des propriétaires est issu de cette catégorie, notamment des fonctionnaires qui réalisent des VN pour leur famille. On note aussi que des autorités coutumières ou religieuses ont accepté de construire. Ces personnes sont par ailleurs très actives dans la promotion informelle des VN¹.

L'association «La Voûte Nubienne»

Le programme se doit de renforcer le positionnement d'acteurs individuels sur le marché réel, sans installer un projet important, ni instaurer un temps long de présence externe. L'association organise par conséquent son intervention sans créer de structures locales qui fonctionneraient inévitablement selon une logique inverse. La promotion de la technique des Voûtes Nubiennes naît de l'interaction entre l'association «La Voûte Nubienne», les partenaires associatifs, les clients de divers horizons et les maçons en formation. Suite au succès rencontré par le programme, l'association doit cependant renforcer ses propres structures organisationnelles et financières en France.

L'association «La Voûte Nubienne» a été créée en France en novembre 2000². Elle soutient et coordonne le programme de construction au Burkina-Faso et relaie l'action de Thomas Granier, l'initiateur du projet. L'association recherche les partenariats et les financements.

L'association «La Voûte Nubienne» n'a pas de structure au Burkina Faso. Elle ne souhaite pas s'installer dans une région donnée et de plus, le public visé (maçons, utilisateurs) n'a pas l'habitude de s'organiser par l'intermédiaire de structures fixes et formelles. Il a été estimé que l'association française suffisait à remplir les tâches d'organisation, de gestion et de contact.

Plusieurs membres, notamment le président, le coordinateur et le responsable d'information se sont déplacés à Boromo pendant la saison écoulée. Un travail considérable a été effectué pour améliorer le site et les outils de marketing. L'association a accueilli également deux professionnels de la construction, un Suisse et un Indien à Boromo. Ces personnes, installées respectivement au Burkina Faso et au Mali, travaillent dans le secteur des matériaux locaux de construction. Des échanges fructueux concernant la technique, la formation et les stratégies de promotion ont eu lieu.



Figure 16 : Boromo, Structure d'accueil, AVN; Photo D. Sillou 2005

L'association a réalisé sept voûtes nubiennes témoins. Ces maisons servent de lieu d'accueil pour les visiteurs lors de leur passage à Boromo. Elles sont constamment occupées. Les milieux intéressés, notamment ceux des professionnels de la construction et de la coopération, prennent note de l'existence de la technique, ce qui provoque de fréquentes visites sur le site.

L'association fonctionnait jusqu'à ce jour sur la base de l'engagement bénévole de ses membres. Suite aux bons résultats du projet, elle se voit aujourd'hui confrontée à un volume de travail de plus en plus important. Anticipant l'évolution du programme, elle recherche aujourd'hui, le financement d'un salaire à plein temps.

ACROTERRE

ACROTERRE intervient comme appui à la maîtrise d'œuvre du programme.

Une première mission d'un technicien d'ACROTERRE a eu lieu en février 1998. Le travail de diagnostique et l'analyse critique des différents programmes de constructions expérimentaux réalisés au cours des vingt dernières années au Burkina Faso ont conduit à retenir la Voûte Nubienne comme alternative viable. La construction de plusieurs prototypes témoins réalisés avec la main-d'œuvre et les ressources locales, a permis de confirmer le bien fondé de ce choix.

¹ Exemple: La famille Konaté de Oury, des forgerons et sculpteurs de masques très respectés.

² L'association est régie par la loi 1901.

Autres Partenaires

Un nombre croissant d'associations et d'ONG's sollicitent les services des maçons « nubiens » pour réaliser des bâtiments. Ces chantiers sont les bienvenus pour la formation de maçons, le renforcement des capacités des maçons formés et l'expérimentation de nouveaux détails techniques. Ils apportent également, au programme, une certaine autonomie financière.

Diverses associations et ONG's ont déjà contribué au programme, notamment par la construction de bâtiments pour leur usage propre. Il s'agit par exemple des associations suivantes:

- l'Association Sini Landa du PIAMET¹ et son président Konaté Bomavé à Boromo. Cette association soutient le programme sur le terrain depuis le début ;
- l'Association des Propriétaires et Constructeurs de Voûtes Nubiennes de la Région de Pâ. Cette association, créée à l'initiative spontanée de Burkinabès, montre l'intérêt des populations pour la technique. 6 membres de l'association habitent dans des maisons en voûte depuis la saison 2003 / 2004 ;
- les Associations de quartier Villeneuve à Grenoble et Tanghin à Ouagadougou, soutenues par la Ville de Grenoble, ont permis la construction de 2 voûtes nubiennes à Tanghin. Celles-ci offrent un lieu de rassemblement pour les femmes du quartier. La réalisation a soulevé la problématique de gestion de l'entretien pour des bâtiments à usage collectif par la dilution des responsabilités (plus de détails suivent) ;
- les Associations de quartier Berriat Saint Bruno à Grenoble et Gounghin à Ouagadougou, soutenues par la ville de Grenoble, ont financé la construction d'une bibliothèque dans le quartier Gounghin. Le bâtiment est conçu comme prototype urbain, intégrant différents matériaux. Les murs sont montés en briques de latérite taillées, maçonnées au mortier de ciment. Les voûtes en briques de terre crue sont recouvertes d'un crépissage au ciment avec une barbotine de goudron en finition afin de supprimer les entretiens annuels ;
- la Compagnie des Grandes Personnes. Cette compagnie française de théâtre de rue a créé en 2003, une parade au Burkina Faso. Pendant les mois de décembre à mars, de nombreuses personnes ont logé dans les bâtiments témoins à Boromo et apporté un soutien financier au programme. Grâce aux artistes rassemblés à Boromo, des contacts ont pu être noués avec des maçons maliens du pays Dogon ;
- l'Association Bassytara de Bobo-Dioulasso. Cette association qui s'occupe d'orphelins, réalise depuis 2003, des chambres d'accueil en VN dans son centre à Samandéni ;
- deux associations de Ouagadougou, ABPAM (sur la route de Pô à Ouaga 2000) et Song-Taaba (à Gounghin, secteur 9) ont fait construire leurs centres d'accueil en 2005 en VN.

Suite au «bouche à oreille», de nombreuses associations ont manifesté leur intérêt durant la dernière campagne. De nouveaux chantiers pour les structures oeuvrant au Burkina Faso sont ouverts en fonction des disponibilités des maçons formés et du plan de charges.

Une participation financière au programme - à hauteur de 20% des devis - est demandée aux partenaires institutionnels pour lesquels des constructions sont réalisées.

La formation de maçons à la technique VN habitant dans la zone où des chantiers sont ouverts est conseillée.

Les Partenaires de soutien

Le programme est suivi avec beaucoup d'intérêt à différents niveaux et l'AVN a obtenu le soutien de :

- l'Ecole d'Architecture de Grenoble CRATerre-EAG : Vincent Rigassi, architecte ;
- l'Association du Théâtre de la Pleine Lune dans l'Hérault : Humbert Camerlo, directeur ;
- la Coopération Suisse à Ouagadougou par intermédiaire de Laurent Séchaud, architecte ;
- le Syndicat des Entrepreneurs Suisse, Section Genevoise: Thierry Garçon, entrepreneur du bâtiment ;
- le Réseau Burkina de la DGER : Khalid Belarbi, animateur au L.E.G.T.A. de la Lozère ;
- l'Association A.I.M.E. dans l'Hérault.

¹ Parc International des Arts Modernes et Traditionnels à Boromo

1.C.3 DIFFUSION - TRANSMISSION à travers la FORMATION

A terme, seule une technique facilement transmissible et économiquement intéressante pour les maçons se maintiendra sur le marché. L'apprentissage doit donc s'inscrire au maximum dans les pratiques et habitudes culturelles et dans le contexte socio-économique du pays. Pour qu'il y ait un renouvellement automatique du cadre professionnel, un minimum de maçons doit initialement être formé.

La formation des maçons est associée à la stratégie de promotion de la VN. Les chantiers de l'AVN ont tous pour vocation de servir de **chantiers école**. C'est particulièrement vrai pour les premières constructions VN dans les villages qui servent en principe à intégrer de nouveaux apprentis, issus du village. Parallèlement, ces chantiers favorisent l'établissement de relations professionnelles directes entre les maçons formés et leurs clients. Cette pratique est différente de celle des programmes de formation similaire (CSB par exemple). L'association encourage chaque maçon à construire son propre habitat¹.

La formation des **maçons, véritables porteurs de la technique**, suit le **mode pratiqué sur tout chantier ordinaire au Burkina Faso**. Il s'agit d'un système de **transmission endogène continue** entre maçon et apprenti, à travers l'exercice pratique. Ce mode génère une intégration des apprentis par le passage d'étapes successives de plus en plus compliquées, au travers des tâches et procédures du chantier².

Il s'agit d'une formation personnalisée qui tient compte des compétences et de la facilité de compréhension de chaque individu. La **vitesse de progression est donc adaptée** à chaque individu. La technique peut être maîtrisée après une saison pour les plus doués, cependant la moyenne est de 2 à 3 saisons, c'est-à-dire une dizaine de chantiers. Pendant un cycle de formation, le maçon progresse aussi dans ses responsabilités vis-à-vis du client et de l'équipe. La gestion de chantier permet de préparer les maçons à une indépendance sur le marché. Le maçon agit d'abord épaulé par un maçon senior, puis indépendamment, mais encore suivi et par la suite, complètement indépendamment.

A la fin de l'apprentissage, les maçons formés peuvent soit évoluer vers le privé, soit approfondir leur formation afin de servir comme maçons formateurs. A terme, **chaque maçon doit se diriger vers le démarchage de clients** dans une **logique d'entreprise**.

Chaque ouvrier sur un chantier de l'association est rémunéré selon son statut, soit d'apprenti, de maçon, de maçon formateur ou encore de chef de chantier. Le salaire se situe entre 20'000 à 45'000 FCFA mensuels³. Lors de la formation, le gîte et le couvert, ainsi que les transports vers les différents chantiers sont assurés. Le salaire correspond donc à un revenu net.

Les maçons reçoivent, après la formation, des documents de promotion, composés de brefs descriptifs, de plan types et surtout de nombreuses illustrations photographiques⁴. Ils utilisent ces documents pour sensibiliser des clients potentiels. Il leur est également remis l'outillage nécessaire, notamment les truelles, fils à plomb, niveaux etc..

¹ On constate que les maçons qui ont les compétences suffisantes, réalisent eux-mêmes leur habitat en VN. Par exemple Séri Youlou, Drissa Sawadogo, Touré Moumouni, Karim Banao et Kamin Gué. D'autres ne veulent pas encore construire car leur parcelle n'a pas encore fait l'objet d'une régularisation par lotissement.

² Concrètement les maçons apprennent à évaluer un site de construction, à déterminer l'adéquation d'une terre pour la confection des briques, à confectionner les briques de voûtes, à implanter un bâtiment, à réaliser des fondations, des murs, des ouvertures sous forme d'arc circulaire. La partie centrale de la formation concerne la construction d'une voûte à l'aide d'un guide mobile, son chargement et la réalisation des acrotères. Les travaux de finition, notamment la pose de l'élément d'étanchéité et l'évacuation de l'eau de pluie terminent l'apprentissage.

³ Les salaires journaliers bruts varient pour le chef de chantier et le maçon formé entre 1'500 et 1'750 FCFA et pour l'apprenti entre 750 et 1'000 FCFA. Des chantiers à Ouagadougou sont généralement mieux payés et le chef de chantier reçoit 2'500 FCFA par jour. Les chantiers directement négociés entre maçons et clients se font sur la base d'un prix global, d'où la difficulté d'en tirer un prix journalier. Dans un cas extrême, la construction d'une première maison en VN à Tcharkou, le chef de chantier gérait ce chantier à prix forfaitaire de façon à dégager un salaire journalier de 5'700 FCFA pour lui-même.

⁴ Ces outils de promotion ont démontré leur adéquation lors de nombreux entretiens en milieu rural. Alors que les parties descriptives sont moins importantes dans un pays frappé d'analphabétisme, les plans et illustrations sont très appréciés par la population et sollicitent un intérêt très encourageant.

1.C.4 DIFFUSION - PROMOTION de la CONSTRUCTION

Augmenter le nombre de constructions dans les zones déjà concernées est une priorité afin de bien ancrer la Voûte Nubiennne dans le paysage architectural. Un nombre suffisant de réalisations permet la compréhension des potentialités de la technique. La suite de la propagation de la technique devra investir essentiellement les circuits de marché libre.

La promotion de la technique VN se fait dans la zone de Boromo à l'aide d'outils de promotion, essentiellement de l'ordre de l'incitation financière :

- à titre d'exemplarité dans les villages qui ne connaissent pas la technique VN, le premier client qui s'y déclare prêt à réaliser une VN pour son propre usage, est fréquemment soutenu dans son projet de construction par le **don d'une vingtaine de journées de travail** d'un maçon aguerrri. Restent à la charge du client le gîte et la nourriture du maçon et de ses apprentis. Il doit bien entendu prévoir la mise à disposition des matériaux et le travail des manœuvres ;
- la **mise à disposition de la bâche** est un autre moyen de promotion de l'AVN. Le client se charge dans ce cas de fournir tous les matériaux et de rémunérer les maçons et l'association lui fournit gratuitement la bâche.

Les outils de promotion sont évalués cas par cas. En raison de la large répartition géographique des ouvrages¹ dans la zone de Boromo, le soutien des clients particuliers devient obsolète². Dans la pratique, ce taux de soutien diminue. Cette politique est d'ailleurs fortement conseillée par les maçons eux-mêmes et les observateurs externes.

Le tableau suivant présente les différents modes de financement des ouvrages :

Tableau 6 : Mode de financement

Type chantier	Financement des divers postes			Nombre de voûtes construites						
	Matériaux	Maçons	Manoeuvres	97-01	2002	2003	2004	2005	Total	%
Client	Client	Client	Client	2	1	1	9	27	40	35
Client bâche offerte	Client	Client	Client	4	8	5	3	4	24	21
Client encouragé	Client	AVN + client	Client	6	5		11	8	30	26
Client encouragé	Client	AVN	Client	2		1			3	3
Promotion rurale	AVN	AVN	AVN	3		4			7	6
Promotion urbaine	AVN	AVN	AVN	1			2		3	3
AVN en régie ³	AVN	AVN	AVN		2	2		3	7	6
			Total	18	16	13	25	42	114	100

Liste des ouvrages 2005, traitement Wyss (Source: AVN)

L'analyse du tableau 6 permet d'apprécier l'évolution et l'amélioration des outils de promotion, mis en œuvre depuis le début de l'activité de l'AVN :

- dans les premières années et en de rares cas, l'AVN a entièrement payé les salaires de maçons et apprentis. Ce mode de promotion a conduit à des problèmes de déresponsabilisation des clients et n'est plus pratiqué ;
- alors qu'en 2003, seule une voûte sur 6 était construite par un client qui payait intégralement l'ouvrage, ce rapport évolue rapidement vers une **situation d'économie de marché** ;
- en 2005, 27 voûtes ont été réalisées sur la base d'un financement intégral du client. 4 clients ont reçu gratuitement la bâche, c'est-à-dire une subvention de l'ordre de 10'000 FCFA et 8 clients étaient assistés par le paiement partiel des salaires des maçons. Cette aide de 35'000 FCFA pour un bâtiment de deux voûtes (45 m²) correspond à une subvention de 780 FCFA/m².

Notons aussi qu'un client à Tcharkou a construit en 2002 son premier bâtiment avec deux VN. L'association lui a fourni la bâche plastique. En 2005 il a réalisé un deuxième bâtiment, de nouveau à deux voûtes, mais cette fois-ci sans assistance⁴. Cet exemple démontre l'utilité des outils de promotion «faits sur mesure».

¹ Les villages le long des axes importants de la zone de Boromo, à savoir Boromo - Pâ, Boromo - Safané, Ouahabou - Bagassi, Oury - Tcheriba sont dotés d'exemples de voûtes. La population qui fréquente les marchés régionaux le long de ces axes peut ainsi visiter ces réalisations.

² Il convient d'éviter de réaliser des «ouvrages cadeau», problématique quotidienne de tout programme de développement. Ces derniers sont en fait un véritable poison pour toute initiative visant à établir des compétences compatibles avec les réalités du marché.

³ Il s'agit des ouvrages à Ouagadougou et à Petit Balé, financés par des bailleurs externes, réalisés en régie.

⁴ Ces bâtiments sont d'ailleurs un parfait exemple pour l'intégration de la VN dans le contexte architectural et social de la région. Le crépissage, d'une beauté impressionnante, a été réalisé par les femmes de la concession en utilisant des recettes traditionnelles.

2 - ANALYSE DU PROGRAMME

2.A LA TECHNIQUE CHOISIE

La technique de la Voûte Nubienne est dans l'ensemble bien maîtrisée et la qualité des constructions généralement bonne. A ce jour, 114 voûtes construites démontrent la fiabilité et la durabilité de la technique. Les qualités esthétique, thermique et architecturale augmentent davantage. L'utilisation des ouvrages voûtés se fait avec grande souplesse et la technique est appropriée à diverses exploitations.

Les arguments techniques militant en faveur ou contre l'emploi de la VN sont en grande partie, les mêmes que ceux concernant la terre crue.

Voici quelques arguments particulièrement favorables à la technique de la Voûte Nubienne :

- la VN est une **technique souple** qui se prête à toutes sortes de conception et d'utilisation ;
- **l'espace interne est aménageable selon les goûts, les besoins et les moyens de chacun.** Des cloisons internes peuvent séparer l'espace. Des modules de voûtes peuvent être ajoutés dans le temps. Les usages les plus variés : habitations familiales, greniers, lieux de stockage pour le coton, poulaillers pour poules, églises, madrasas ou encore mosquées en démontrent la souplesse. Il faut insister sur le fait que la technique va des bâtiments les plus simples¹ aux plus sophistiqués² ;
- **la toiture peut être utilisée** (toit-terrasse) pour le séchage ou le couchage (utilisation traditionnelle) ;
- la VN a fait ses **preuves de solidité et d'étanchéité** dans un environnement où la pluviométrie est assez importante. La technique est donc applicable à la zone soudano-sahélienne entière ;
- l'inertie thermique, la conductivité thermique moyenne et une porosité naturelle permettent une **ambiance interne agréable** par l'atténuation des cycles thermiques journaliers et la régulation du degré d'humidité de l'air ambiant. Cet argument est très populaire chez les clients réels et potentiels ;
- la technique se caractérise également par sa **qualité acoustique et esthétique.** Lors des pluies, les maisons couvertes en tôle métallique deviennent de véritables caisses de résonance, aspect inexistant à l'intérieur d'une VN. Les maisons en VN plaisent au public et font la fierté des propriétaires, de nombreux entretiens sur place en témoignent ;
- les toitures en terre sont appréciées pour leur **aspect sécuritaire.** Ni le vent, ni les voleurs ne peuvent emporter la toiture, contrairement aux toitures en tôle ;
- la VN est une **technique écologique.** La consommation de bois pour constituer la charpente est minime.

La VN connaît par contre des **contraintes techniques** indiquées par les règles de construction :

- *la pose d'une **bâche plastique** en toiture, sous la dernière couche de crépissage est obligatoire³. La bâche ne doit jamais être laissée à nu sous le soleil et doit toujours être recouverte de terre de crépissage ;*
- *il ne faut pas négliger les **crépisages d'entretien**, surtout ceux de la toiture. Les crépisages doivent être contrôlés annuellement et obligatoirement entretenus ;*
- *pour construire une maison VN on doit rechercher un **maçon expérimenté** et ayant déjà participé à la construction de plusieurs voûtes ;*
- *il ne faut **pas faire d'économie** sur la largeur des murs, sur la qualité des fondations et sur la qualité des terres ;*
- *il ne faut pas augmenter la **largeur maximum** de 3,2 m des bâtiments⁴.*

La forme particulière de la voûte, un plein-cintre terminé en ogive à son sommet, développée à partir d'un **guide central**, ne présente à ce jour **aucun signe d'instabilité**. Le fait de donner aux murs pignons un léger fruit vers l'intérieur crée un effet de compression longitudinale. L'augmentation du pied de la fondation est une autre amélioration renforçant la stabilité de la voûte. Rappelons que la technique est assimilée au travers de l'expérience pratique et que les maçons comprennent au fur et à mesure, de façon intuitive le comportement statique et le cheminement des forces au niveau de la voûte.

¹ Pour exemple: Maison à une voûte de Karim Banao, Lapara, surface habitable de 8 m², construite par lui même, tout seul en 23 jours.

² Pour exemple: Bibliothèque à Gounghin avec murs en latérite, crépi au ciment de façon à supprimer les obligations d'entretien. Église catholique de Petit Balé avec une surface utile couverte de 100 m².

³ Dans les zones à faible pluviométrie, c'est à dire moins de 600 mm par an, cette mesure ne sera pas nécessaire si l'entretien régulier est garanti.

⁴ En principe, cette règle empirique peut être ignorée par des maçons suffisamment expérimentés. Mais il convient de la maintenir dans le cadre d'un programme de formation.

La **technique est sensible à l'eau**, comme c'est le cas de toute construction en terre. Le choix de protéger la toiture avec un **plastique FasoPlast**, disponible pratiquement partout dans le pays, s'est avéré correct¹. Si l'entretien est correctement effectué, aucun danger n'est à craindre. Dans le cas contraire, des incidents désagréables peuvent se poser au niveau des toitures. Ces problèmes ne sont cependant pas de l'ordre strictement technique mais, il faut le souligner, concernent l'entretien. La tenue du bâtiment dans le temps relève donc de la responsabilité du propriétaire. Les clients particuliers entretiennent en général leur patrimoine de façon satisfaisante. Il est cependant utile de contrôler et d'exercer une certaine pression sur les « clients »². Ceci nécessite des **visites régulières et coordonnées** dans les villages. La construction systématique d'escaliers serait bienvenue. L'accès à la toiture sera dès lors facilité et l'entretien plus aisé à effectuer.

Les **constructions servant des fins publiques ou associatives** nécessitent plus d'attention, car on assiste souvent à une déresponsabilisation des usagers vis-à-vis des questions d'entretien. Des solutions minorant ces problèmes d'entretien sont proposées, notamment des **enduits au sable-goudron** et des **chapes en fibre-mortier**. Il convient cependant de souligner que même ces solutions ne sont pas « définitives ». À l'heure actuelle, l'état de connaissance des enduits au sable-goudron conduit à une estimation de la durée de vie variant entre 5 et 8 ans³. La tenue des chapes en fibre-mortier relève encore d'une phase de recherche-action⁴.

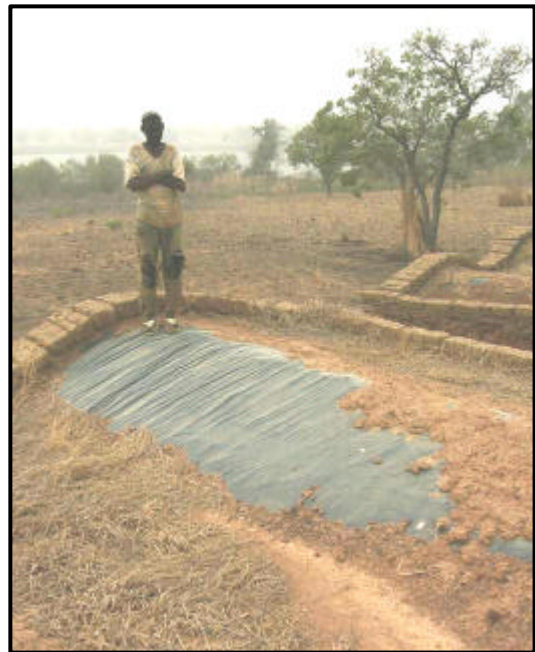


Figure 17 : Lapara, plastique FasoPlast exposé aux UV
Entretien non effectué ; Photo : Wyss 2005

Sur 114 voûtes réalisées, seules trois ont connu des **problèmes au niveau de l'entretien**. Un client à Lapara avait enlevé la bâche pour protéger son véhicule. La voûte s'est effondrée sur un sixième de sa surface au mois d'août 2003. Elle était réparée en décembre de la même année. Le deuxième cas concerne un bâtiment voûté du groupement villageois d'Ourobono, réalisé en 2001. Ce client associatif n'a pratiquement pas effectué d'entretien des crépissages de toiture pendant les premières années. La situation s'est améliorée récemment⁵. Le troisième cas est celui de la « maison de la femme » à Tanghin. En fin 2004, le crépissage de toiture n'était pas entretenu, de l'herbe poussait sur la toiture et la bâche en plastique était à nu. La situation a été corrigée en appliquant une chape en fibre-mortier sur la toiture. Des fuites étaient constatées au niveau des alcôves dans le mur porteur Est. Cependant celles-ci ne provenaient pas d'un défaut de toiture, mais d'une pénétration de fourmis installées sous les acrotères. Un entretien soigné aurait, là aussi, permis de détecter le danger et de le maîtriser avant l'apparition de fuites.

La sensibilité aux **attaques des agents biologiques**, comme par exemple les racines des plantes, les termites, guêpes ou rongeurs est un autre inconvénient. Des fondations adéquates et un entretien régulier de la toiture permettent d'éliminer l'apparition de plantes. Des finitions intérieures à la chaux vive sont efficaces contre les insectes et rongeurs. Le meilleur moyen d'éviter leur apparition est cependant d'habiter et donc d'entretenir le bâtiment.

Un nouveau détail technique a été introduit pendant la dernière campagne au niveau des toitures. Il s'agit de **puits de lumière**, créés avec des canaries de terre cuite, incorporés dans la voûte lors de sa réalisation⁶. Ces ouvertures circulaires présentent certes un point de faiblesse pour la stabilité de la voûte quand ils sont mal exécutés. Mais, le principal problème à maîtriser se situe au niveau du **raccordement de la bâche plastique** qui doit être réalisé avec un soin particulier afin éviter l'infiltration d'eau au droit des ouvertures⁷.

Un nouveau détail technique a été introduit pendant la dernière campagne au niveau des toitures. Il s'agit de **puits de lumière**, créés avec des canaries de terre cuite, incorporés dans la voûte lors de sa réalisation⁶. Ces ouvertures circulaires présentent certes un point de faiblesse pour la stabilité de la voûte quand ils sont mal exécutés. Mais, le principal problème à maîtriser se situe au niveau du **raccordement de la bâche plastique** qui doit être réalisé avec un soin particulier afin éviter l'infiltration d'eau au droit des ouvertures⁷.

¹ Même en construction traditionnelle avec toiture bois - terre, l'usage du plastique devient courant. C'est la confirmation par les populations rurales du choix fait.

² Ce qui a été fait par l'intégration du « totem du sachet » dans le discours de promotion et d'inspection. Le « totem du sachet » affirme que « le sachet (=la bâche plastique) ne doit jamais voir le jour (= ne doit jamais être exposé aux UV), et doit toujours être recouvert de terre ».

³ Il existe un savoir-faire assez développé en milieu rural pour l'exécution d'enduits au sable-goudron, sable-bitume ou encore sable-ciment que les clients appliquent au cas par cas.

⁴ Similaire à un enduit semi-dur en ciment, cette chape se fissurera bien évidemment lors du retrait forcé de la prise du ciment. Elle n'agit donc nullement comme étanchéité. Elle éliminera cependant le danger d'érosion du crépissage en terre sur la toiture et permettra ainsi de protéger l'élément d'étanchéité.

⁵ Ce cas est une des exceptions où l'AVN a entièrement pris en charge le salaire des maçons. Cette démarche, aujourd'hui exclue, s'est soldée par le classique syndrome du « projet cadeau » pour qui le bâtisseur, et non les usagers, est responsable.

⁶ Des puits de lumière sont généralement introduits dans les toitures traditionnelles en terre sur charpente en bois. Ils servent à aérer les chambres et à l'évacuation de la fumée des foyers. La VN se rapproche davantage avec ce détail, des constructions traditionnelles.

⁷ L'évacuation des fumées de foyers peut aussi s'effectuer à travers des cheminées externes à la voûte. Ce détail sera considéré selon les cas.

Le **caractère modulable** de la technique n'est actuellement pas encore suffisamment compris. Ceci aussi bien au niveau des maçons que des clients. Il est important d'insister lors de la formation sur cet aspect de la technique. Il s'agit en fait d'un atout qu'il faut mettre en avant. Un client peut réaliser une voûte simple la première année et plus tard, allonger celle-ci ou ajouter des voûtes supplémentaires en fonction de ses moyens.

Cette souplesse d'adaptation conduit les clients à des **exigences de plus en plus complexes**. On note par exemple l'apparition de voûtes plus longues, jusqu'à 14 mètres et plus hautes, de voûtes décalées les unes par rapport aux autres ou encore de la combinaison de voûtes dans différents sens d'orientation. Ces ouvrages sont tout à fait compatibles avec la technique VN. Mais trois points doivent être considérés avec soin :

- Les **poussées au vide des voûtes** doivent être maîtrisées. L'introduction de règles strictes par rapport aux dimensions maximales, en gardant des marches de sécurité très élevées, minimise le risque.
- Les économies au niveau de la **fondation** ou bien concernant les **acrotères** doivent être évitées. Les maçons peuvent être tentés de ne pas charger la voûte convenablement et de ne pas ériger les acrotères à la hauteur requise. Ce problème statique, peut conduire à l'explosion de la voûte.
- L'élément d'étanchéité, le film polyane, doit être conservé dans un bon état. Pour cela, **l'écoulement des eaux** sur la toiture doit être maîtrisé sans créer de zones potentielles d'érosion. Si l'eau parvient à emporter la couche protectrice, couvrant le plastique, ce dernier sera exposé aux rayons UV et perdra rapidement ses qualités. Des pentes trop fortes, des raccords en forme d'angle ou encore des changements brusques de la direction de l'écoulement doivent être évités.



Figure 18 : Samandéni, 2 VN à orientation opposée accolées
Evacuation des eaux non optimale : Photo : Wvss 2005

La formation sur les chantiers apprend clairement comment ces différents aspects doivent être traités. Cependant, des maçons évoluant en dehors du programme, peuvent être tentés d'abandonner ces règles, notamment en vue d'économiser des briques ou encore pour satisfaire les exigences démesurées de leur client (voire la figure 18, un exemple d'un détail technique réalisé sur un ouvrage « hors programme »).

L'AVN doit donc trouver un **moyen de contrôle compatible** d'une part avec le souci d'éviter des malfaçons, voire des accidents, et d'autre part avec le souhait de ne pas limiter les maçons formés dans leur responsabilité d'entrepreneur. La tenue et mise à jour régulière d'un livre détaillé des réalisations est fortement conseillée.

Certains ouvrages publics ou de prestige nécessitent le recours à des **éléments complexes ou à des matériaux différents de la terre**. Les maçons VN ne sont ni formés, ni équipés pour répondre à de telles sollicitations. Il est alors souhaitable de requérir l'assistance de professionnels qualifiés pour la conception, le dimensionnement et éventuellement l'exécution. C'est particulièrement vrai pour les fondations et les éléments en béton armé. L'exemple de l'église de Petit Balé illustre ce propos. Afin de créer un espace couvert continu, trois voûtes sont appuyées sur un système de cadres porteurs internes en béton armé. Les éléments constitutifs de cette ossature sont surdimensionnés et une optimisation, conçue par un ingénieur, aurait permis de diminuer l'emploi de béton et évidemment les coûts.

Une **collaboration technique** est à envisager avec l'**ONG Development Workshop** active dans les provinces du Sahel. Les maçons de Boromo peuvent apporter leur technique de construction de voûtes à la technique CSB¹. En même temps, les maçons les plus habiles pourront élargir leur répertoire aux coupoles. Notons que les deux techniques, VN et CSB, s'exercent actuellement exclusivement dans le **secteur informel**. Il n'existe aucune **norme de qualité et de construction** s'y appliquant. La terre ne bénéficie pas de **reconnaissance institutionnelle**. Au Niger, fort de 25 ans d'expérience de CSB², l'Etat nigérien est actuellement en train de normaliser et légiférer à ce sujet. FASONORM, l'organe burkinabè de normalisation, sera tout à fait disponible pour assister un processus de normalisation de la construction en terre. Celui-ci doit toutefois émerger de l'action des prestataires, tels que AVN et DW.

¹ Les éléments techniques les plus importants, jouant en faveur de la VN : le guide mobile et la bâche en plastique ne sont pas connus des maçons CSB.

² L'Association Nigérienne de la Construction Sans Bois, ANCSB, est fortement intéressée par les expériences de l'AVN et serait heureuse d'échanger avec ses responsables. Contact : Assoumane Boubacar, Président ANCSB, maison.csb@caramail.com

2.B ASPECTS ECONOMIQUES

Les coûts de mise en œuvre d'une VN participent exclusivement d'une économie locale. La technique génère des revenus au niveau local. De par son indépendance vis à vis des matériaux importés, elle renforce le tissu économique local. La technique n'est cependant pas obligatoirement « moins chère ».

De nombreuses techniques de construction, dites appropriées, se sont en réalité révélées être non accessibles pour la population. Les exigences relatives à la matière première, les outils ou le savoir-faire conduisaient fréquemment à des obstacles insurmontables lors de la vulgarisation des techniques¹. Peut-on dire que la technique VN connaît aussi de telles contraintes limitant son accès au marché ? Examinons avant tout la disponibilité des matériaux premiers de la construction traditionnelle, donc essentiellement de la terre crue et du bois.

2.B.1 ACCESSIBILITE A LA MATIERE PREMIERE

La matière première utilisée par la technique, la terre, est disponible en milieu rural. En milieu urbain, des problèmes d'approvisionnement et de qualité peuvent se poser. Les ressources ligneuses, utilisées pour les toitures traditionnelles, disparaissent rapidement, mais la population ne réagit pas en conséquence.

La **disponibilité** de la terre est garantie en quantité et qualité dans la plupart des régions du pays. La construction traditionnelle se fait en terre, exceptée dans certaines localités très restreintes de l'extrême nord du pays où le sol est couvert de dunes de sables. Il n'y a pas donc pratiquement pas de pénurie possible pour la technique VN. On trouve très facilement les différentes qualités de terre, nécessaire à la confection de briques ordinaires, de briques de voûtes et servant aux enduits.

Ceci n'est pas forcément valable dans les zones fortement urbanisées. L'AVN a par exemple, fait des expériences mitigées lors de la réalisation de la maison de la femme à Tanghin, à Ouagadougou. Sur ce chantier, le prix de la terre transportée par camion, n'était pas vraiment favorable à la construction. De plus, la qualité de la terre n'était pas toujours satisfaisante. Deux chargements de camion de 6 m³ ne correspondant pas aux exigences minimales, 1'000 briques ont dû être remplacées. Ceci représentait évidemment une perte importante de temps et de moyens financiers.

L'**indisponibilité** des ressources en bois² de bonne qualité à des prix abordables est un facteur économiquement important.

2.B.2 ACCESSIBILITE A LA FORMATION

Une technique qui se veut accessible et transmissible ne doit pas recourir à des outils, des procédés ou des concepts inconnus de la population cible. La technique de la VN respecte cette exigence fondamentale.

Schumacher³ notait à propos des technologies modernes : « Si l'on introduit de nouvelles stratégies économiques qui dépendent d'une éducation spéciale, d'une organisation spéciale, et d'une discipline spéciale, dont ne dispose nullement la société réceptive, toute activité de cette sorte, loin de favoriser un développement sain, lui fera vraisemblablement obstacle ».

Contrairement à beaucoup d'autres techniques⁴, il n'est besoin que de **peu d'outils ou d'équipements** pour réaliser un bâtiment VN⁵. Ces outils, peuvent être trouvés sur les marchés locales, fabriqués par des artisans locaux ou sont issus de la récupération⁶. Ils sont légers et peuvent être transportés sans difficulté. Leur prix est tout à fait abordable et ne fait pas obstacle à l'entrée en activité d'un apprenti. Contrairement à la CSB, la VN n'a pas besoin de guide mobile manufacturé.

¹ La technique des Blocs de Terre Comprimée, une technique chère aux « idéologues des matériaux locaux » des années 70 à 90 n'a, à cause de ces exigences, jamais su atteindre le marché. Voir Wyss, «La construction en «matériaux locaux» - Etat d'un secteur à potentiel multiple », Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

² Ces propos sont aussi valables pour les autres matières végétales, notamment le chaume de bonne qualité. Les toitures en « paille », c'est à dire en chaume, sont certainement les meilleures marchées. Mais localement, leur prix évolue de telle façon que l'emploi d'une toiture alternative devient économiquement intéressant.

³ Ernst Friedrich Schumacher, « Small is beautiful », Edition du Seuil, 1980, p. 175

⁴ Par exemple les techniques de la terre stabilisée et compactée qui nécessitent des presses.

⁵ Exceptés le guide central et le moule, aucun outil n'est nécessaire et tout travail peut à la limite se faire à main nue.

⁶ Moules, pelles, pioches, truelles, fils à plomb, fils de fer, anneaux, ficelles, barrique d'eau et mètre.

Par ailleurs, la **formation permet à l'apprenti de gagner un salaire**. Cette situation diffère de nombreux modes de formation proposés au Burkina Faso. En fait, le candidat doit souvent payer pour celle-ci ou récompenser les efforts du formateur par du travail gratuit. Ces formules présentent clairement des obstacles à l'entrée en formation de nombreuses personnes pauvres. Pour la majeure partie des candidats, à l'exception des maçons entrepreneurs, la formation représente une nette amélioration de leur situation financière.

Notons finalement que la **technique n'est pas discriminatoire** sur le plan social. L'apprentissage n'exige pas de niveau scolaire. Il est ouvert à tous.

2.B.3 COMPETITIVITE ECONOMIQUE

Le coût d'une VN n'est pas forcément l'argument essentiel pour mesurer son potentiel économique. La technique a cependant déjà de clairs avantages de prix dans certains segments du marché de l'habitat.

La réalisation d'une maison en VN **n'est pas forcément meilleure** qu'une autre construction. Cette analyse dépend fortement du **référentiel de comparaison** et des **conditions pluviométriques**. Si la terre est généralement disponible en quantité et qualité suffisantes pour réaliser des briques¹, l'eau ne l'est pas forcément.

En fait, **l'approvisionnement en eau** est une des contraintes majeures de la technique VN et peut considérablement pénaliser sa diffusion. Concrètement, la situation pluviométrique déficitaire de la saison 2004 a eu des impacts directs sur les demandes d'ouverture de chantier. De nombreux clients potentiels ont dû renoncer à la fabrication des briques face à la pénurie d'eau.

Au niveau de l'approvisionnement en eau, deux problèmes se posent simultanément :

- le manque d'eau ne permet pas de mouler suffisamment de briques, c'est une conséquence directe d'une mauvaise saison ;
- si la récolte n'est pas bonne, rien ne peut être vendu sur le marché, rien ne peut être troqué contre du travail. Les familles n'ont donc pas les moyens de rémunérer le maçon et les manœuvres nécessaires pour la construction.

Tableau 7 : Différentes références de comparaison pour la VN

	Référence	Problèmes construction référence	Compétitivité
Rural	Habitat traditionnel toiture en chaume	Le chaume est à remplacer tous les 3 - 5 ans. Toiture peu étanche, inflammable, insalubre, hébergeant insectes, rongeurs, serpents. Le chaume devient rare et son prix augmente. Cela reste quand même la solution la moins onéreuse.	NON
	Habitat traditionnel toiture en terre	La durée de la toiture en terre est fonction de la qualité du bois et de l'entretien. Le prix du bâti dépend notamment du prix du bois. Toiture insalubre, hébergeant insectes, rongeurs, serpents, de structure basse. Effondrement des murs fréquent lors des grandes pluies.	Dépend prix bois, eau. Évolution en faveur VN.
	Habitat « amélioré » terre, tôle.	Les murs sont généralement effectués avec peu de soin. Toiture chère parce que matériaux importés et transportés. Climatiquement, acoustiquement, esthétiquement, et au point de vue sécurité inapproprié. Mais toiture ne nécessite « aucun » entretien.	Oui, sous réserve
	Habitat moderne, parpaing, tôle	Matériaux importés, accessibilité aux matériaux contrainte principale. Climatiquement et esthétiquement inapproprié. Mais représente le rêve de « tout » Burkinabè.	OUI
Urbain	Habitat zone non lotie	Insécurité foncière, l'habitat sert uniquement comme abri. Aucun investissement dans l'amélioration du bâti possible avant la régularisation du foncier.	NON
	Habitat « amélioré » terre, tôle	Toiture chère, système climatiquement inapproprié, souffre des malfaçons du secteur informel. Mais toiture ne nécessite « aucun » entretien. Transport des matériaux, notamment de la terre peut être cher.	Oui, sous réserve
	Habitat moderne, parpaing, tôle	Matériaux importés, accessibilité aux matériaux: contrainte principale, climatiquement et esthétiquement inapproprié. Mais représente le rêve de « tout » Burkinabè.	OUI

Source : Wyss, observations sur le terrain, 2005

¹ A l'exception notable des chantiers de Ouagadougou.

La construction d'une VN **nécessite nettement plus de briques** adobe qu'une réalisation ordinaire¹. **La VN est très intéressante si les matériaux peuvent être fournis par le client en dehors d'un système commercial formel.**

Avec la contrainte de devoir payer la confection des briques et leur acheminement sur le chantier, la technique n'est compétitive que par rapport à une construction ordinaire en adobe, même si la toiture en VN est nettement moins chère que la toiture alternative. A l'heure actuelle, cette compétitivité ne s'est pas encore avérée dans tous les cas.

Les maçons de la VN jugent eux-mêmes que seulement 15 à 25% de la population rurale est en mesure et a la volonté de construire en VN².

Pour un bâtiment de 20 tôles³ de deux pièces, avec des murs de 20 cm, 1'700 briques adobe sont nécessaires. Le nombre de briques pour réaliser une VN, de même surface couverte, est de l'ordre de 5'200⁴. Supposons que le prix des briques soit de 10 FCFA lors d'une année ordinaire et de 15 FCFA lors d'une année de pénurie d'eau. La toiture en tôle ondulée sur chevrons coûte 3'000 FCFA/m². La membrane étanche utilisée dans les voûtes coûte 400 FCFA/m². Le coût de la main-d'œuvre est de l'ordre de 20% à 25% du coût total dans le cas de la construction conventionnelle et vaut 50% pour la construction VN⁵.

Tableau 8 : Exemples détail de prix

Type construction	Conventionnelle		Voûte Nubienne	
	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise
# Briques adobe	1'700	1'700	5'200	5'200
Prix brique	10 FCFA	15 FCFA	10 FCFA	15 FCFA
Coût briques	17'000 FCFA	25'000 FCFA	52'000 FCFA	78'000 FCFA
Toiture	86'100 FCFA	86'100 FCFA	11'500 FCFA	11'500 FCFA
Total matériaux	103'100 FCFA	111'100 FCFA	63'500 FCFA	89'500 FCFA
Main-d'œuvre	30'000 FCFA	30'000 FCFA	63'000 FCFA	63'000 FCFA
Coût total habitat	133'100 FCFA	141'100 FCFA	126'000 FCFA	152'500 FCFA
Différence de prix VN – conventionnelle	-5 %			
			+8 %	
Coût sans briques	116'100 FCFA		74'500 FCFA	
Différence de prix	-36 %			

Source : Wyss, observations sur le terrain, 2005

On constate alors que la VN est légèrement moins chère que la construction conventionnelle en temps normal, mais plus chère en temps de pénurie d'eau. D'un point de vue purement économique, il est donc plus intéressant pour le client de se procurer une toiture « moderne » en tôle, même si celle-ci chauffera terriblement sous le soleil du Sahel.

Même en temps normal, 5% d'économies ne suffisent pas pour que la technique soit réellement compétitive⁶.

L'ONG DW publiait une comparaison de prix pour une maison de 24 m² avec différentes toitures. Les finitions, source de grande disparité dans les prix, ne sont pas prises en compte dans cette comparaison.

Tableau 9 : Comparaison des prix de revient, toiture de 24 m²

Type de toiture	Prix de revient total	Variation % CSB
Toiture traditionnelle avec de bois de mauvaise qualité	174'750 FCFA	- 26%
Toiture CSB	236'292 FCFA	-
Toiture traditionnelle avec du bois de bonne qualité	237'750 FCFA	+ 1%
Toiture « améliorée », tôle ondulée galvanisée	367'550 FCFA	+ 36%

Source : DW, Developing local capacity to meet settlement and shelter needs, 2003, www.dwf.org

¹ Les murs sont d'épaisseur double, voire triple, par rapport à ce qui se fait habituellement.

² Ces chiffres sont confirmés par une étude de marché, présentée dans la suite.

³ Longueur 10 mètres, largeur 3,6 mètres, hauteur 2,2 mètres. Surface habitable 28.7 m².

⁴ Le nombre de briques représente un volume égal à la quantité de briques ordinaires, briques de voûte et terre de mortier, nécessaires à la réalisation de l'ouvrage décrit.

⁵ Ces chiffres sont issus d'observations sur le terrain. Ils sont réels pour la VN. Ils sous-estiment par contre les coûts pour la construction conventionnelle. Détails en Wyss, « La construction en «matériaux locaux» - Etat d'un secteur à potentiel multiple », Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

⁶ Il faut généralement une économie de 30% pour introduire avec succès un produit alternatif dans un marché peu dynamique.

Ces chiffres démontrent un **avantage économique significatif par rapport à la construction « améliorée »**, mais **aucun impact au niveau de la construction traditionnelle**. Notons cependant que le prix de revient des bâtiments est très attractif vis-à-vis d'une construction « définitive » du secteur informel¹. Cette compétitivité est plus prononcée en milieu rural qu'en milieu fortement urbanisé.

Les **coûts au m² varient également en fonction d'un milieu et d'un contexte particulier** comme le démontre le tableau 10. Une nette différence peut être observée entre les réalisations en milieu rural et celles en ville. Le recours à des matériaux autres que la terre crue a bien évidemment un impact direct sur le niveau du prix de revient d'un bâti.

Tableau 10 : Prix de revient hors eau, VN dans différents contextes

Lieu	Destination bâtiment	Coût au m ²	Particularité
Ourobono	Promotion rurale, groupement villageois	11'000	Matériaux et main-d'œuvre par popul.
Boromo	Habitation privée	12'500	Matière première payée au bas-fond
Ouagadougou	Promotion urbaine, SIAO	17'000	Tout inclus, terre importée
Ouagadougou	Hôtellerie, client privé	18'000	Tout inclus, terre importée
Ouagadougou	Bibliothèque, association de quartier	30'000	Tout inclus, murs BLT, enduit ciment

Liste des ouvrages 2005 (Source : AVN)

Une dernière comparaison ci-dessous, permettant d'apprécier les différents coûts de construction (selon la technique et en fonction du coût des matériaux, de la main-d'œuvre et du transport), est établie pour la réalisation d'une maison de 44 m² habitables (Salon + Cuisine + Douche + 2 Chambres) à Boromo. 4 techniques de construction sont retenues :

- « murs en adobe et toiture VN » ; correspond à la technique classique de la VN ;
- « murs en adobe et toiture tôle » ; correspond à l'ouvrage de référence en milieu rural ;
- « murs en parpaings de ciment et toiture tôle » ; l'ouvrage de référence en milieu urbain ;
- et « murs en blocs de latérite et toiture VN » ; la solution alternative en VN en milieu urbain.

Tableau 11 : Comparaison du coût total et détaillé de différentes techniques de construction

Type construction	Matériaux			Main d'œuvre	Transport	Total FCFA	Coût/m ² FCFA	Différence % VN	Entretien / 15 ans
	Locaux	Importés	Total						
Adobe et VN	32,5%	5,0%	37,5%	52,7%	9,6%	416'000	945		75'000
Adobe et tôle	11,8%	58,8%	70,6%	26,5%	2,9%	408'000	927	-2%	45'000
Latérite et VN	36,7%	14,0%	50,7%	41,1%	8,2%	613'000	1'393	+ 50%	3'000
Parpaings et tôle			89,7%	9,9%	0,4%	1'047'000	2'380	+ 157%	

Source : Estimations faites par Thomas Granier, AVN

La comparaison est limitée aux coûts des fondations, murs et toiture, éléments qui diffèrent suivant les techniques ; les coûts de menuiseries ou équipements techniques intérieurs sont sensiblement identiques quelque soit la technique et devront être rajoutés aux coûts annoncés pour obtenir le prix de revient exact de la construction. Le tableau 11 permet de tirer les conclusions suivantes :

- « murs en adobe et toiture VN » et « murs en adobes et toiture tôle » ont un coût pratiquement équivalent ;
- on retiendra cependant, que la technique « murs en adobe et toiture VN » requiert le plus grand pourcentage de matériaux locaux et de main d'œuvre, s'inscrivant ainsi dans le développement économique local ;
- « murs en blocs de latérite et toiture VN » bien que technique de 50% plus chère que la technique de base, montre un pourcentage d'emploi de « matériaux locaux et main d'œuvre » très intéressant ;
- l'entretien des constructions est inversement proportionnel à leur coût. La technique « murs en adobe et toiture VN » requiert 18% d'entretien par rapport au coût initial à la construction, ce qui, rapporté au nombre d'années sur lesquelles le calcul est basé, s'avère négligeable².

¹ La construction « définitif », aussi appelée « en dur », se fait avec des murs en parpaing de ciment et une toiture en tôle. Elle représente la référence en zone urbaine.

² De l'ordre de 5'000 FCFA par année.

Ces **comparaisons de prix** sont intéressantes, mais peu utiles sans être commentées. Elles ne reflètent pas forcément la réalité du terrain qui est nettement plus complexe :

- en fournissant eux-mêmes les briques ou une partie de la main-d'œuvre, les clients peuvent par exemple fortement influencer la compétitivité d'une technique, voir les chiffres du tableau 8. La compétitivité de la VN augmente alors de façon très significative. La **fourniture des matériaux de construction et des manœuvres** est la règle générale dans le contexte rural de la zone de Boromo ;
- le **mode de rémunération** du maçon est bien évidemment un élément clé dans la définition du prix. Si ce dernier construit pratiquement gratuitement pour des membres de sa famille, les prix indiqués ci-dessus perdent toute leur valeur et le seul coût réel est celui de la bâche plastique. Certaines réalisations de Kamin Gué à Pâ et de Karim Banao à Lapara reflètent cet aspect ;
- le caractère représentatif très limité d'un prix peut être illustré à l'aide des **différents formats et prix des briques adobe**. En fait, il n'existe aucun standard. Les dimensions varient d'un producteur à l'autre. On obtient alors pour le même prix unitaire plus ou moins de briques. Cependant, pour une raison tout à fait aléatoire, le prix unitaire peut aussi varier d'un quartier à l'autre. Il évolue de plus en fonction du temps, c'est à dire de la disponibilité de l'eau¹ ;
- les **prix de marché**, très évolutifs, des **produits alternatifs et matières importées** sont un autre élément définissant la compétitivité de la VN par rapport à un référentiel donné. Les cours des produits métalliques ont connu une flambée durant les dernières années de façon à augmenter l'attrait de la VN rapidement. A l'intérieur du pays ces prix varient en plus en fonction de la distance des grands centres urbains ;
- le **coût de la maintenance** : en comparant la VN à une maison dite « définitive », en murs de parpaing de ciment et avec une toiture en tôle ondulée, les travaux d'entretien et leur coût devraient être mis en évidence. Ainsi, la VN perdra un peu de son avantage économique à cause de l'entretien récurrent. Mais dans les ménages ruraux, l'entretien des façades fait partie des travaux ménagers, confiés aux femmes. Le travail de maintenance est ainsi considéré comme étant un travail d'embellissement. Balayer régulièrement la cour est un travail qui d'évidence n'a pas de valeur financière. Dans de nombreuses régions du Burkina Faso ceci est aussi vrai pour l'entretien des façades et toitures.

L'avantage de la technique de la Voûte Nubienne ne réside pas dans son caractère « meilleur marché », mais dans sa souplesse d'adaptation et dans la combinaison de différents aspects « hors comptabilité » :

- les matériaux utilisés peuvent être extraits, produits et transportés à l'intérieur des circuits localement les mieux appropriés ;
- le travail peut intégrer de la main-d'œuvre fournie par le client ;
- la rémunération de ces services se fait selon les modes les plus appropriés, par du travail compensatoire, des biens physiques comme par exemple des sacs de mil ou encore par de l'argent ;

Le « prix » devient ainsi une mesure très peu précise du potentiel économique. Ce qui est par contre très important, c'est que l'argent reste effectivement dans le circuit local².

Lors des échanges dans les zones d'activité de la VN, les populations reconnaissent par ailleurs volontiers que cette technique permet de faire des économies importantes de matériaux à prix fort, en particulier la tôle ondulée. Cet aspect est assez décisif pour les clients réels qui se rendent bien compte des avantages économiques que la VN leurs offre par rapport à une construction en « dur ».



Figure 19 : Bagassi, Client VN avec famille ; Photo : P. Sekhsaria '05

¹ Exemple : les briques adobe de format 10 x 20 x 40 à Boulmiougou, Ouagadougou, coûtent normalement 10 FCFA l'unité. Le prix monte cependant à partir de janvier pour atteindre des niveaux de 120 à 150 FCFA en fonction du niveau d'eau dans le barrage. Il chute à nouveau avec les premières pluies. En milieu rural, cette variation est moins importante et se situe par exemple à Tassamakati entre 10 et 35 FCFA.

² Exceptés les FCFA investis dans le film polyane.

2.B.4 EXISTENCE D'UN MARCHÉ POTENTIEL

La technique VN s'adresse avant tout aux besoins d'habitat de la population rurale. Ce marché est loin d'être satisfait. En dehors de ce marché principal de nombreuses utilisations existent et demandent de la promotion.

Le milieu rural connaît actuellement des taux de croissance démographique annuels de l'ordre de 3%¹. Cet accroissement induit bien évidemment une demande croissante d'habitations.

La construction d'une VN demande un effort relativement important au client, soit d'ordre financier soit en terme de travail. La réalisation d'une voûte exige plus de main-d'œuvre et une plus grande quantité de briques à fournir que la construction traditionnelle. Ce fait peut être considéré comme étant une contrainte propre à décourager des utilisateurs potentiels. Mais en milieu rural, et avec l'hypothèse d'une bonne saison des pluies, le travail à fournir n'est pas un problème pour le client réellement intéressé. Et le prix payé au maçon et à ces aides pour la main-d'œuvre se négocie. Généralement un marché global est conclu sans que l'on fixe un prix journalier. Client et maçon y trouvent alors leur compte.

Actuellement, les **clients**, simples cultivateurs ou « autorités locales » sont « **relativement** » **aisés**, ce qui leur permet de fournir les briques et la main-d'œuvre nécessaire et de rémunérer les maçons, même dans une année de faible pluviométrie². La technique deviendra accessible aux couches moins « fortunées » de la population rurale au moment où le nombre de maçons dans les villages deviendra réellement significatif. Ce phénomène peut aujourd'hui être observé au Niger. Là-bas, le nombre de maçons CSB est localement suffisamment élevé pour que l'acte de construire devienne à nouveau une affaire communautaire, réalisé sur la base d'entraide avec peu d'échange de monnaie. **Le potentiel actuel est donc en partie limité par le nombre de maçons disponibles**. Le tableau suivant permet d'apprécier la couverture en maçons VN par rapport aux localités où existent aujourd'hui des VN.

Tableau 12 : Couverture de la zone de Boromo en maçons et voûtes réalisées

Localité	VN depuis	# VN	Année du premier		Nombre actuel			Appréciation situation
			apprenti	maçon	Apprenti	Maçon	Formateur	
Boromo	1997	22	1997	1999	7	2	5	Bien, choix entre maçons
Bagassi	2001	2	2003		1			Trop loin de Boromo
Boundoukui	2003	1						
Bongin			2004	2005	1		1	Positif mais pas construction
Bonzin	2004	2	2004	2005		2		Satisfaisant
Datomo	2004	6						Pas d'impact actuellement
Etoayou	2002	2						Pas d'impact actuellement
Gedou	2004	2						Pas d'impact actuellement
Gnemain	2005	2						Pas d'impact actuellement
Houndé	2004	2	2004	2005	1	2		Satisfaisant
Koumbia			2004	2005		2		Positif mais pas construction
Labien			2005		1			Positif mais pas construction
Lapara	2001	8	2001	2003	1		2	Satisfaisant
Lasso	2004	2	2004		2			
Nanou	2002	1	2003		3			
Ouagadougou	2002	16	2005		1			Insatisfaisant, manque maçons
Oulu	2004	2	2004			1		Satisfaisant
Ouroubono	2001	1						Promotion rurale sans impact
Oury	2000	7	1999	2001	2	2	1	Satisfaisant
Pâ	2001	11	2000	2001	2	1	1	Satisfaisant
Petit Balé	2005	3	2005		1			
Samandéni	2004	13	2004		2			
Sibi	2004	2						Pas d'impact actuellement
Sipohin	2004	1						Pas d'impact actuellement
Tcharkou	2002	4	2002	2005		1		Satisfaisant
Tcheriba			2005		1			Positif mais pas construction
Tissé			2004		2			Positif mais pas construction
Zekuy	2005	2	2005		3			
Total					31	13	10	

Liste des maçons, liste des ouvrages, 2005 (Source : AVN)

¹ 2,8% en 1999 selon l'INSD.

² Cette analyse est partagée par les maçons eux-mêmes.

On constate qu'il y a 8 villages sur 23 où la réalisation de VN n'a pas, pour le moment, conduit à des formations de personnel local. Les réalisations dans ces villages se sont, certes faites avec de la main-d'œuvre locale, mais les maçons et apprentis venaient d'ailleurs¹.

L'illustration la plus significative de ce cas de figure est le village de Ouroubono où la réalisation d'un centre communautaire n'a eu aucun impact direct depuis 2001. Les villageois attendent parfois le passage d'une ou plusieurs saisons des pluies pour s'assurer de la pérennité de la technique. Ce phénomène peut être observé aussi bien dans les villages qu'à Boromo. Maintenant que la technique a fait ses preuves, la demande pour la formation dépasse les possibilités actuelles du programme.

On constate aussi un **décalage entre la première réalisation** VN dans un village et la **disponibilité du premier maçon** local. Ce retard est de l'ordre d'une année et demie. Ceci montre que le maçon effectue généralement une partie de sa formation pendant une saison et en reprend le cycle à la saison suivante. Vers la fin de la deuxième saison, il peut être considéré suffisamment compétent pour réaliser un chantier VN dans son village.

Depuis 2004, des maçons se présentent à la formation, sans que l'AVN n'ait construit préalablement de bâtiment dans leurs villages. 5 villages sont actuellement dans ce cas de figure où des maçons sont déjà ou seront prochainement disponibles. Ce phénomène démontre aussi que la VN attire l'attention, même en dehors de villages déjà touchés, et que des jeunes y voient une opportunité d'apprendre un métier.

Une récente **étude de marché**² relève que la contrainte principale de la terre en tant que matériel de construction est d'ordre psychologique, elle est considérée comme un matériau exprimant la pauvreté. On constate que, indépendamment du milieu, la majeure partie de la population rêve d'un habitat en parpaing ou d'un de ses produits de substitution.

De l'étude ressortent d'autres informations intéressantes. Alors que seulement 2 à 3% de la population rurale et 0 à 8% des populations urbaines souhaitent construire leur future maison avec des murs en terre, Boromo, avec 12%, ressort de façon nette dans cette comparaison. Les habitants de Boromo dans leur grande majorité (80%) connaissent les VN. Soulignons aussi que l'écart entre le choix « terre » comme matériau futur et la proportion de clients potentiels en VN est le plus petit à Boromo. Ces proportions reflètent à peu près le **potentiel actuel réel** de la VN à Boromo, qui sera de l'ordre de 10%.

Seulement 10% ? Selon l'INSD, Boromo comptait en 1996 11'232 habitants, ce qui correspondait à peu près à 1'728 ménages. Si 10% de ces ménages souhaitent construire une maison en VN, les maçons pourront déjà **réaliser 345 voûtes**³. Cela représente un beau capital de travail, comparé aux 22 voûtes existantes à l'heure actuelle. En conclusion, si la majorité des gens agit comme elle le déclare⁴ et ne veut pas vivre dans des maisons en terre, la minorité génère encore suffisamment de travail pour un temps considérable. De plus il est probable qu'une partie de cette majorité changera d'idée dans le temps.

Tableau 13 : Appréciation de la terre comme matériau de construction – Résultats d'enquête en zone rural

	Ipelcé	Tiébébé	Komin Yanga	Boromo
Appréciations de l'adobe des personnes enquêtées				
Positive, convenable, résistant, durable, fraîcheur	59,3%	64,7%	62,4%	30%
Négative, n'est pas résistant, provisoire, pas solide	3,7%	-	-	26%
Dépend de la qualité de la terre, moyenne	18,5%	-	-	26%
Autres appréciations	18,5%	35,3%	38,7%	18%
Type d'habitat des personnes enquêtées				
Habitat traditionnel	34,0%	37,5%	17,2%	
Habitat « amélioré », adobe, tôle ondule	51,2%	60%	77,1%	54%
Habitat moderne	12,8%	2,5%	5,7%	46%
Maison future souhaitée en quel matériau				
Adobe	2,1%	2,5%	2,9%	12%
Parpaing	51,1%	72,5%	31,3%	60%
Appréciation VN, présentées sur photos				
Connaissance de ce type de construction	6,5%	21,1%	25,7%	79,6%
Positive, adapté à nos jours, joli, esthétique, bon	48,6%	53,8%	100% (?)	75%
Doutes par rapport à la résistance, refus catégorique	32,3%	11,5%	-	-

Source : TAMS Consult Ouagadougou 2005. Rapport disponible Coopération Suisse, Ouagadougou

¹ Les chefs de chantier étaient par exemple de Boromo, Oury, Lapara ou encore Bongin.

² TAMS Consult « Étude de marché sur la diffusion et l'utilisation des matériaux locaux dans la construction d'habitat au Burkina Faso » Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

³ Sur la base d'un module standard à 2 voûtes.

⁴ Ce qui est en réalité strictement impossible étant donnés les problèmes qui caractérisent le secteur de la construction immobilière.

Le tableau précédent montre bien que la situation réelle n'est pas aussi défavorable à la terre¹. Une large partie de la population rurale estime « convenable, résistant, durable et procurant de la fraîcheur » un habitat en terre.

Dans les villages de Ipelcé, Tiébébé et Komin Yanga, 60% de la population apprécie positivement l'adobe comme matériau de construction. A Boromo, 30% apprécie la terre comme matériau de construction. On explique le fait que ce taux soit inférieur à la moyenne par l'effet de l'urbanisation et de la modernisation dans cette petite ville et par le fait que 46% des personnes interrogées à Boromo lors de l'enquête habitent en « dur », alors que ce chiffre est nettement inférieur dans les trois autres localités.

Selon l'étude de marché, le potentiel de la technique est à **Ouagadougou**, en terme de pourcentage, à peu près du même ordre de grandeur qu'à Boromo. La situation réelle en terme d'offre **n'y est cependant pas satisfaisante**. Sur place, l'AVN n'a pas de succès auprès des maçons du secteur informel, malgré la demande importante de constructions. Ceux-ci sont certainement impressionnés par cette méthode de construction, mais quant ils sont invités à rejoindre l'équipe afin d'apprendre la technique, de nombreux problèmes surgissent :

- les maçons du secteur informel, des « vrais maçons », ont fréquemment de la peine à accepter l'autorité de villageois, souvent plus jeunes, qui devront leur apprendre la technique ;
- la formation passe par certaines étapes dont la première est la confection de briques de voûte. Cette étape est indispensable. Dans l'approche de l'AVN, les briques de voûtes doivent être réalisées sous le contrôle du chef de chantier. Les maçons conventionnels n'ont pas l'habitude de confectionner eux-mêmes des briques. Celles-ci sont normalement livrées par le client. Ils jugent donc dégradant de devoir passer par cette étape. ;
- la technique ne s'apprend pas en quelques jours. Les maçons Ouagalais ne sont pas prêts à travailler pendant un temps conséquent pour un salaire d'apprenti et cherchent plutôt des chantiers conventionnels où ils peuvent gagner leur salaire habituel ;
- la maçonnerie en parpaing de ciment est de loin la plus productive et la moins éprouvante pour un maçon du secteur informel. Il n'a donc pas intérêt de s'investir dans la construction en terre² ;

Ces problèmes mènent à un taux de défection assez important. Jusqu'à maintenant, il n'y a donc à Ouagadougou pas de maçons compétents dans la technique VN. Dans le cas où l'AVN continuerait à réaliser des ouvrages dans la capitale, il sera certainement utile de s'orienter vers des jeunes sans emploi et sans formation. Ainsi, un public, semblable aux maçons VN de la zone de Boromo, pourrait être recruté. En même temps, plus de maçons seraient disponibles sur les chantiers de la zone³.

Le potentiel principal de la technique se trouve en milieu rural. Il est plutôt limité en milieu urbain. Il a déjà été question des problèmes d'approvisionnement en terre en milieu urbain. Notons aussi que, de par la faible résistance à la traction de la terre, les murs sont d'une grande épaisseur. Ceci n'a pas seulement un impact sur le coût final de la construction, mais aussi sur l'emprise du bâtiment et sur son poids. La réalisation de bâtiments en milieu fortement urbanisé sur de petites parcelles n'est pas très économique. De même, la construction en étage exige d'importants dispositifs pour la reprise des poussées au vide des toitures en étage. La problématique de la cherté relative de la VN s'accroît donc en milieu urbain et elle n'est pas forcément compétitive face au secteur informel de la construction immobilière urbaine de faible standing.

¹ Un tableau complet avec 10 villages et villes support de l'enquête se trouve dans les annexes.

² Détails en Wyss, « La construction en «matériaux locaux» - Etat d'un secteur à potentiel multiple », Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

³ Rappelons que pendant la dernière campagne, des chantiers dans la zone de Boromo ont dû être retardés à cause du manque de maçons, partis travailler à Ouagadougou.

2.B.5 GENERATION DE REVENUS

Le programme VN génère des emplois et des revenus. Les maçons formés perçoivent du fait de leurs savoir-faire un salaire à temps plein pendant la saison sèche. La technique fait appel à une main-d'œuvre très importante. Elle rémunère mieux le travail effectué qu'un mode conventionnel. La plus grande partie des dépenses restent dans le circuit économique local.

Un des soucis premiers des promoteurs de la technique de la Voûte Nubienne est la création d'emplois et de revenus. Dans le contexte actuel du Burkina Faso, c'est un aspect primordial, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Des millions de personnes vivent en dessous du seuil de pauvreté¹ et manquent cruellement de sources de revenus.



Figure 20 : Datomo, Réalisation VN - Mobilise de beaucoup de main -d'œuvre ; Ouagadougou, Briquetiers VN ; Photos: Sillou et Wyss '05

La VN crée des **emplois** et génère des **revenus**. Du fait de l'utilisation de matériaux provenant des environs du site de construction² et par l'importance de la main d'œuvre, cette technique renforce l'économie locale. L'impact du programme est à l'heure actuelle encore limité, mais des signes encourageants en termes de revenus et d'emploi sont perceptibles.

Illustrons ceci avec l'exemple d'un maçon de Pâ, Gué Kamin, qui a quitté l'association et évolue maintenant à son propre compte. Il a suivi la formation en 2000 et était de 2001 à 2003 responsable pour la région de Pâ où il oeuvrait comme chef de chantier. A Pâ, il a réalisé 11 voûtes en 3 ans. S'ajoutent 2 voûtes à Houndé, 2 à Bonzin, le début du chantier de 3 voûtes à l'église de Petit Balé. Depuis 2004, il est actif sur un chantier à Samandéni où il a réalisé 13 voûtes. Ce maçon vit aujourd'hui de son savoir-faire, acquis dans le cadre du programme VN.



Figure 21 : Samandéni, A gauche : Lot n°1, 4 VN servant comme chambres d'accueil, pied-droits en BLT, 2004
Centre, Lot n°2, 4 VN servant comme chambres d'accueil, partiellement en BLT, 2004/05
A droite : Lot n°3, poulailler, logements gérant et cuisinier, cuisine, entièrement en terre, 2005 ; Photos: Wyss '05

¹ Selon l'INSD, 46,4% de la population vivait en dessous du seuil de pauvreté absolu en 2003.

² A l'exception de l'élément d'étanchéité qui peut cependant être acheté sur la plupart des marchés locaux.

La grande majorité des maçons VN exercent ce métier en alternance avec les activités champêtres. Ces cultivateurs sont à la recherche d'un emploi secondaire leur permettant de gagner un salaire pendant la saison sèche. La maçonnerie n'est pas la seule activité qui se prête à ce mode de fonctionnement. Citons l'exemple de la taille de blocs latéritiques BLT pour la maçonnerie, activité en plein essor. Le tableau suivant permet d'apprécier les différents salaires :

Tableau 14 : Salaires journaliers et mensuels

Profession	Salaire journalier	Salaire mensuel ¹
Apprenti VN	750 à 1'000 FCFA	18'750 à 25'000 FCFA
Maçon VN	1'500 à 1'750 FCFA	37'500 à 43'750 FCFA
Maçon VN indépendant	2'000 à 5'000 FCFA	50'000 à 125'000 FCFA
Tailleur de pierres	1'000 à 1'500 FCFA	25'000 à 37'500 FCFA
Enseignant / Fonctionnaire simple	1'200 à 1'600 FCFA	30'000 à 40'000 FCFA

Liste des maçons 2005, Estimation Wyss (Source : AVN)

Après formation, les salaires des maçons VN se situent **au dessus du SMIG** de 28'811 FCFA/mois et sont plus intéressants que ceux des tailleurs de pierre ou encore des simples fonctionnaires. Ils correspondent par ailleurs à ceux payés aux maçons ordinaires sur des chantiers du secteur informel en milieu rural et à Boromo.

La VN **mobilise beaucoup de main-d'œuvre**. Un chantier école de 20 m² fait souvent intervenir deux à trois maçons ou maçons apprentis au niveau de la maçonnerie, deux à trois manœuvres pour préparer le mortier et acheminer les briques et 2 apprentis dans la production de briques de voûte. Il y a donc un rapport de 2,5 à 3,5 m² construit par homme. Sur un chantier « adobe et tôle » ce rapport est de l'ordre de 4 m² par homme. Sur un chantier « parpaing et tôle » du secteur informel, ce rapport est encore plus élevé et se situe entre 6 et 10, selon que le maçon se fait aider par une ou deux personnes. Le tableau suivant donne des estimations de la fraction de la main-d'œuvre dans le prix du revient de divers systèmes de construction.

Tableau 15 : Fraction main-d'œuvre dans le prix du revient de divers systèmes de construction

Type d'ouvrage	Main-d'œuvre
Murs en adobe, enduit au ciment, sol chape cimenté, toiture en tôle	17% ^a
Murs en parpaing, enduits ciment, Tyrolienne, chape cimenté, toiture en tôle	13% ^a
Habitat en briques de terre, toiture en Voûte Nubienne	50% ^b

Source : a Wyss, Enquête Habitat à Ouagadougou, b AVN

La **part de la main-d'œuvre** dans le coût d'une réalisation VN est généralement **de l'ordre de 50%**. C'est-à-dire que la moitié de la somme globale de la construction revient en forme de salaire aux maçons. Ce chiffre ne représente cependant que la partie destinée directement aux maçons et manœuvres sous forme de salaires. En tenant compte des salaires des briquetiers, de charretiers et des pousseurs d'eau, le pourcentage du coût total alloué à la rémunération du travail devient encore plus impressionnant et atteint la quasi-totalité². Le tableau suivant est basé sur le tableau 8 et présente une interprétation des flux financiers. Alors que les dépenses pour les briques et les salaires restent dans le circuit économique local, ceux pour les matériaux manufacturés en sortent.

Tableau 16 : Flux financiers locaux et externes selon le système de construction

Dépenses	Conventionnelle		Voûte Nubienne	
	Montant	%	Montant	%
Matériaux locaux	17'000 FCFA	12 %	52'000 FCFA	41 %
Matériaux non locaux	86'100 FCFA	65 %	11'500 FCFA	9 %
Salaires	30'000 FCFA	23 %	63'000 FCFA	50 %
Dépenses totales	133'100 FCFA	100 %	126'500 FCFA	100 %
Dépenses locales	47'000 FCFA	35 %	115'000 FCFA	91 %
Dépenses non locales	86'100 FCFA	65 %	11'500 FCFA	9 %

Source : Wyss, observations sur le terrain, 2005

La VN **renforce clairement le circuit économique local**, alors que la construction conventionnelle renvoie deux tiers des dépenses hors de l'environnement immédiat.

De par la vulgarisation d'une technique profitable aux populations locales et compatible avec leur mode de vie, des jeunes trouvent un emploi et ne sont pas contraints de migrer vers les villes ou les états côtiers. La technique renforce donc la **lutte contre l'exode rural**.

¹ A raison de 25 jours de travail.

² Seul l'argent nécessaire à l'achat de la bâche plastique sort du circuit local.

2.C ASPECTS SOCIAUX

Après avoir passé une première phase où le public cible doutait de sa validité, la technique jouit aujourd'hui d'une reconnaissance grandissante. D'impact encore limité, la technique reçoit beaucoup de « good-will ».

Examinons la perception de la VN chez les acteurs et les clients réels. Notons tout d'abord que les maçons VN qui se mettent à construire pour eux-mêmes, utilisent systématiquement la technique apprise. Karim Banao de Lapara est le dernier exemple dans la liste des maçons VN **autoconstructeurs**. Il a réalisé une première petite voûte à la fin de la saison précédente pendant les pauses entre différents chantiers, réalisation qu'il a agrandie par une deuxième voûte au cours de cette campagne.

2.C.1 IMPACT - POPULATION CONCERNEE

La sagesse villageoise veut qu'un bâtiment dans une technique aussi « étrange » que celle des toitures voûtées fasse d'abord ses preuves vis-à-vis des intempéries avant d'être habité. Un autre aspect concerne le scepticisme très répandu par rapport aux qualités de la terre en tant que matériel de construction. Petit à petit, la VN réussit à convaincre les populations, grâce aux clients satisfaits et au nombre croissant de réalisations exemplaires.

Le facteur le plus important limitant l'acceptation de la Voûte Nubienne par la population est la **méconnaissance de la technique** des voûtes. Il n'existe pratiquement pas d'exemples de toitures voûtées au niveau de l'habitat en zone soudano-sahélienne¹. Certaines mosquées comportent des éléments d'arcs et de nombreuses ethnies ferment leurs greniers par des voûtains. Mais la population ne fait pas le rapprochement entre ces éléments et l'habitat. En l'absence de référence concrète, d'une réalisation témoin, la maison « sans bois » est souvent considérée comme une maison « sans toit », c'est-à-dire une maison basée sur un concept impossible². Dans la zone de Boromo, de nombreuses personnes ont **visité des chantiers et des réalisations VN**. Ils ont pu constater que la construction de toiture sans recours au bois est possible et que la technique n'a rien de sorcier.

Au début, les clients réels se méfient aussi des performances des voûtes. L'attitude conservatrice et la résistance culturelle face à tout ce qui est nouveau, c'est à dire non traditionnel, induit cette méfiance³. La sagesse paysanne impose que les **voûtes fassent leur preuve** dans le temps. Ces propriétaires occupent leur patrimoine seulement après une ou deux saisons de pluie et attendent ce moment pour mettre de l'argent dans les finitions⁴.

Étant donnée la bonne qualité des bâtiments construits et le nombre croissant d'exemples, ce facteur diminuera évidemment avec le temps. En tous cas, la demande pour l'ouverture de chantiers en milieu rural ne fait que croître et indique donc que la méfiance généralisée est en train de céder la place à une appréciation positive des performances de la technique.

Les clients réels remarquent fréquemment que le nombre de **visites de courtoisie** a sensiblement augmenté depuis qu'ils habitent dans des maisons en VN. Les gens, curieux d'observer le comportement des voûtes dans le temps, viennent régulièrement effectuer des « visites d'inspection non officielles ».

Un autre facteur important limitant l'acceptation de la Voûte Nubienne est lié au **statut déprécié de la construction en terre**. La problématique de la terre, considérée comme un matériau de construction exprimant la pauvreté, a fait l'objet du chapitre précédent. Si les populations rêvent d'un habitat en matériaux « définitifs », c'est-à-dire en ciment et tôle, ils considèrent ces matériaux comme étant indestructibles. De plus, de par leur cherté et leur aspect « moderne », ils signifient la richesse et la réussite sociale du propriétaire aux yeux de ses concitoyens.

La lutte contre l'effet de cette perception des matériaux « définitifs », implicitement dépréciant pour la terre, ne peut que passer par la sensibilisation et l'exemple concret. Il est notamment important de s'appuyer sur les **personnes ayant une grande crédibilité et le respect de la population locale**, notamment les chefs de village ou les délégués. Cette politique est pratiquée par le programme depuis son début⁵. On constate aujourd'hui que les propriétaires, les maçons, même de simples citoyens deviennent des promoteurs et mettent

¹ Les expériences de DW au Sahel ou plus anciennes de l'ADAUA ne sont évidemment pas très connues par la population rurale de la zone de Boromo.

² Voir à ce titre Wyss, « Enquête Habitat à Ouagadougou », Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

³ La méconnaissance de la technique engendre la crainte que la voûte ne soit pas durable. Parce que la toiture n'est pas soutenue par des poteaux et poutres en bois, les propriétaires de VN, ont assez souvent eu peur qu'elle s'effondre avec les premières pluies.

⁴ On peut citer l'exemple de Oulu, Lasso ou encore de Tissé.

⁵ Le tableau 5 indique que 25% des clients VN font partie des « autorités locales ».

en avant les aspects positifs de l'habitat en terre. Là où les VN sont connues, elles ne suscitent plus de crainte par rapport à leur **résistance, durabilité ou fiabilité** et ces **bâtiments sont reconnus comme étant valorisants pour le propriétaire**.

A Boromo, circulent de nombreuses anecdotes à propos de personnes ayant initialement refusé d'habiter une VN. Depuis qu'ils y habitent, ils ne veulent plus entendre parler d'autres types de maisons.

Un autre phénomène intéressant se manifeste depuis à peu près une année. Des **personnes** qui ne sont ni maçon VN, ni client, sillonnent les villages et **font délibérément de la publicité**, sans que l'AVN ne leur ait demandé d'intervenir.

On peut citer le cas d'une femme, d'un village proche de Oury. Pendant la saison 2004-2005 elle a amené plusieurs jeunes chez le responsable de la zone afin qu'il les intègre dans ses équipes et qu'il les forme. Ces contacts faisaient intervenir les forgerons¹ de Oury comme intermédiaire. Hormis un de ces propres fils, ces jeunes n'avaient pas de lien de parenté avec la promotrice bénévole. Dans un cas précis, le chef de famille avait préféré, suite aux conseils de cette femme, confier son fils à l'AVN plutôt que l'envoyer ailleurs à la recherche d'un emploi. Ces anecdotes illustrent que **la VN s'intègre** petit à petit **dans la culture et les réseaux locaux** et que certaines parties de la population y voient un grand potentiel de développement.

Le souhait de construire en matériaux « définitifs » est aussi motivé par l'absence **d'entretien régulier**, que nécessite par exemple un ouvrage en terre. La technique de la **Voûte Nubienne demande un effort d'entretien régulier dans le temps**. Des solutions techniques permettent cependant de limiter ce dernier. L'entretien donne aussi la possibilité aux clients d'utiliser leur bâtiment pour une expression culturelle, comme ceci fut le cas sur les murs des maisons traditionnelles dans les régions Gourounsis, touchées par le programme.

2.C.2 SECURITE PHYSIQUE

Les aspects sécuritaires sont des véritables arguments de vente de la technique VN. Aucune autre méthode de construction ne permet de réaliser des habitats aussi « sûrs » avec des moyens aussi limités.

À partir du moment où un habitant est convaincu que la VN ne présente pas de danger d'écroulement, il y met **tous ses biens le plus précieux**. On observe dans les villages que l'antenne de télévision y est pratiquement toujours fixée. Certains clients y stockent des vivres ou encore du coton.



Figure 22 : Etoayou, VN servant à l'habitat et au stockage de coton, Plaque photovoltaïque et TV intégrées ; Photo : Wyss '05

En fait, les toitures alternatives, notamment les toitures en tôle ou en chaume ne procurent pas suffisamment de sécurité. Elles peuvent être arrachées par le vent et s'envoler. Le chaume peut prendre feu, accidentellement ou volontairement. Une des plus grandes craintes de la population concerne **l'agression et le vol**. Un voleur peut arracher la tôle et l'embarquer. Une fois que la toiture est « ouverte », l'intérieur est à la merci des criminels.

Une toiture VN ne connaît pas ce genre de problèmes. C'est pour cela, et après avoir couvert son abri champêtre deux fois de suite en tôle, qu'un cultivateur de Bagassi a opté pour une toiture VN. Les voleurs ne lui joueront pas une troisième fois un mauvais tour.

¹ Les forgerons sont très respectés dans les cultures africaines.

2.C.3 CONFORT ET SANTE, ESTHETIQUE ET PRESTIGE

La construction conventionnelle ne tient pas vraiment compte des aspects climatiques et sanitaires et ne satisfait pas les exigences de la population. La VN apparaît nettement mieux, les clients le soulignent sans réserve.

Les **performances thermiques renforcent les conditions de sécurité** des habitants¹. Pendant la nuit, ils peuvent fermer la porte à clé et dormir à l'intérieur sans la moindre crainte. Une maison en tôle, surchauffée pendant la journée, restera par contre ouverte pendant la nuit pour permettre aux habitants de rentrer quand ils ont trop froid dehors. Ces aspects peuvent sembler anecdotiques, mais les rencontres sur le terrain permettent de réaliser qu'il s'agit là d'arguments importants et très populaires en faveur de la VN.

Interrogées sur les performances des VN, de nombreuses personnes évoquent les **bonnes conditions thermiques** à l'intérieur des bâtiments. Ceci non seulement en terme de fraîcheur pendant les mois les plus chauds, mais aussi en terme de maintien de chaleur pendant les mois les plus froids. Un client VN s'est exprimé ainsi: « *S'il fait trop chaud dedans, je peux aller dehors et dormir sous les étoiles. Mais s'il fait trop froid dedans, il fera trop froid partout.* »

Une étude de marché² confirme d'ailleurs l'importance de cet argument. Il fait partie des trois arguments principaux retenus. 10% des personnes interrogés à Boromo, dans le cadre de cette étude, pensent avant tout que la VN propose des habitats qui « **ne se chauffent pas** ».

Un autre point retenu concerne **l'esthétique et le prestige**. Pour 12,5% des personnes interrogées à Boromo, les maisons en VN sont « **très jolies et esthétiques** » et pour 40% elles sont tout simplement « **très bonnes** ». Sur le terrain il est clairement perceptible que les populations bénéficiaires d'une VN sont très fiers et ne se privent pas d'afficher leur fierté comme l'illustre l'exemple des inscriptions sur la façade de la maison du chef de Zekuy. Il a réalisé sa VN en 2005. On peut y lire en résumé : « *La maison de Bako Bessao, c'est lui le chef de Zekuy, construit en 2005 par Drissa, Voûte Nubienne* ».

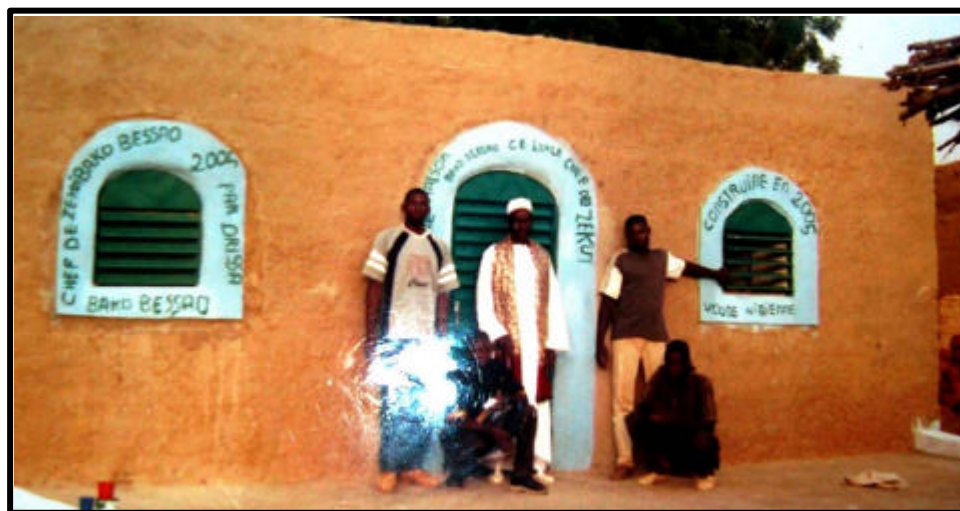


Figure 23 : Zekuy, Palais du chef de village, Habitat à 2 VN, Enduit traditionnel ; Photo : Séri Youlou 2005

Les maisons voûtées, généralement plus hautes que les réalisations traditionnelles à toiture en terre, peuvent être mieux aérées si les dispositifs techniques sont prévus. Les **risques de méningite** et d'autres maladies contagieuses peuvent alors être réduits.

L'aspect culturel, attaché à une connotation religieuse ou mortuaire de la forme de la voûte, relevé quelques fois dans le passé, s'est montré sans importance. Le fait que la VN puisse ressembler, de par sa forme voûtée, à une tombe, n'est pas un argument intervenant dans l'acceptabilité de la technique.

¹ Selon les explications fournies par des clients réels, notamment le fait qu'il ne fasse ni trop froid, ni trop chaud dans une VN.

² TAMS Consult « Étude de marché sur la diffusion et l'utilisation des matériaux locaux dans la construction d'habitat au Burkina Faso » Coopération Suisse, Ouagadougou, 2005

2.D ASPECTS ECOLOGIQUES

Les matériaux utilisés lors de la réalisation d'une Voûte Nubienne sont disponibles sans préjudice écologique majeur. La technique ne produit pas de CO₂, pas de déchets et lutte efficacement contre la déforestation.

A l'heure actuelle 114 VN ont été bâties. Elles totalisent une surface habitable de 2'450 m². Ceci correspond à une **économie de toitures alternatives**, soit en terre, reposant sur une charpente en bois coupé « localement », soit en tôle ondulée, reposant sur une charpente en bois équarri importé. L'écobilan suivant est basé sur des estimations conservatrices¹.

Tableau 17 : Ecobilan, économies de matériaux non durables et de transport

Économie	Quantité	Unité	par VN	Unité
Toiture traditionnelle en terre reposant sur une charpente en bois				
Volume lattes à raison de 0,15 [m ³] au [m ²]	370	[m ³]	3,2	[m ³]
Volume poutres à raison de 1,8 [m] au [m ²]	4'410	[m]	38	[m]
Toiture moderne en tôle ondulée reposant sur une charpente en bois scié importé				
Feuilles tôles de 2,0 x 1,0 [m] à raison de 0,81 [m ²] au [m ²]	1'000	[unités]	8,8	[unités]
Volume poutres 8x8 bois rouge de 0.4 [m] au [m ²]	980	[m]	8,6	[m]
Tôle : nombre de kilomètres en camion économisés ²	1'150	[km]	10	[km]
Bois rouge : nombre de kilomètres en camion économisés ³	820	[km]	7	[km]

Liste des ouvrages 2005 ; estimations Wyss (Source : AVN)

On constate que les quantités économisées en termes de matière ligneuse, de métaux et de transport sont considérables, notamment en comparaison avec le nombre limité de voûtes réalisées⁴.

Actuellement, **l'impact écologique positif** du programme est encore peu important à l'échelle nationale. Mais ne négligeons pas l'effet à petite échelle. Pour une VN moyenne, 38 ml de poutres seraient utilisés. Cette quantité de bois nécessite l'abattage d'au minimum 4 à 5 Rôniers ou Miniers, des bois déjà extrêmement rares dans la région soudano-sahélienne. Donc, grâce au programme, **une forêt virtuelle de 456 à 570 arbres a été sauvée** en très peu de temps.

L'économie de bois est certainement très présente dans les discours de ceux qui défendent la cause de la VN, aussi bien clients et maçons que simples citoyens de la zone de Boromo. Cependant, cet argument n'est pas encore un argument aussi décisif dans la boucle du Mouhoun qu'il peut l'être dans l'Oudalan ou dans le Niger voisin⁵. Notons l'exemple du célèbre village de Tiébélé⁶ où une toiture en bois et terre coûte aujourd'hui déjà plus cher qu'une toiture en tôle. La technique VN peut dans un tel environnement se profiler comme étant la solution la meilleur marché.



Figure 24 : Koko logho, Remplacement toiture Palais Naaba ; Wyss '05

La technique VN ne génère pas de préjudice environnemental pendant la production des briques. Sur les chantiers, le **recyclage** est complet. Les **déchets** de briques, les restes de mortier, les **structures démolies**, tout réintègre la construction, soit comme brique soit comme mortier de terre. Il suffit de mouiller la terre, de la malaxer et de l'employer comme souhaité.

¹ Peu de données macroéconomiques fiables sont disponibles permettant une quantification exacte.

² La tôle provient en grande partie du port de Lomé, 1'150 km de Boromo. La quantité de tôle économisée correspond à un volume de 6 m³ et un poids de 48 tonnes. Supposons qu'un camion surchargé ait effectué le voyage.

³ Le bois rouge provient notamment de la région au sud de Kumasi en Ghana. En passant par Ouagadougou, la distance est de l'ordre de 820 km, effectué avec un camion capable de transporter 6,5 m³ et 8 tonnes.

⁴ En absence d'informations fiables, toute traduction de ces données en émissions de CO₂ économisées reste spéculative.

⁵ Ceci ne veut nullement dire qu'il faut attendre et encore davantage dégrader l'environnement pour « enfin » créer une pression suffisante à l'adoption de la VN. Bien au contraire. Chaque VN signifie quelques troncs d'arbres économisés.

⁶ Connus pour son architecture Kassena et des façades particulièrement bien entretenus et décorés.

2.E FORMATION

La formation des maçons VN est appropriée au contexte social. Le parcours est individuel et tient compte des compétences de chaque apprenti. Un temps important de présence du programme en est la conséquence.

La VN s'adresse avant tout à des populations rurales, cultivateurs pour une bonne partie et souvent illettrés. La technique nécessite donc une formation basée sur la transmission orale et l'apprentissage pratique, ce qui demande un **temps d'apprentissage assez conséquent**. En général, la technique peut être apprise en une à deux saisons en passant par un nombre approprié d'expériences concrètes sur les chantiers. Les plus habiles atteignent le statut de maçon après avoir travaillé sur environ 4 chantiers. D'autres mettent plus de temps. Le temps de formation est non seulement fonction des capacités d'apprentissage des individus, mais aussi de leur disponibilité. Celle dépend notamment des obligations sociales et culturelles des candidats dans leur communauté et des obligations liées à leur activité principale, l'agriculture¹. Ces facteurs, non maîtrisable par les responsables du programme, nécessitent une approche souple dans la planification de la formation.

Dans un tel contexte et pour assurer la pérennité de la formation, le projet doit **intervenir pendant un temps conséquent** dans la zone témoin et assurer l'assistance et le suivi des chantiers. Ainsi des **ressources financières et humaines relativement importantes** doivent être mobilisés et maintenues pendant ce temps. Cet aspect peut conduire à une « **logique projet** » comme ce fut le cas dans d'autres projets souhaitant introduire une nouvelle technique de construction². Contrairement à ces expériences peu satisfaisantes, les maçons VN évoluent sur des chantiers de clients réels dès le début de leur activité.

L'AVN dispose aujourd'hui d'un **nombre acceptable de maçons formateurs** (10 personnes)³. Ces personnes peuvent en principe encadrer 50 à 60 apprentis sur une dizaine de chantiers actifs. Elles sont toutes issues du même cycle de formation et ont évolué parallèlement à la technique. Leurs compétences pédagogiques et techniques correspondent par conséquent assez bien aux exigences que pose la formation. De par leur expérience pratique et par leurs facultés à assimiler la technique, ils apportent constamment des améliorations techniques. Ils **n'ont cependant pas de vraies compétences de gestionnaire**.

Dans l'environnement rural habituel, ce fait est sans conséquence majeure. Des chantiers importants, notamment à Ouagadougou, ont cependant démontré les limites des capacités organisationnelles des encadreurs ruraux⁴. L'AVN doit réviser son attitude face à de tels chantiers et éventuellement constituer une équipe professionnelle à Ouagadougou, capable de maîtriser des chantiers plus complexes.

L'AVN doit aussi évaluer le besoin de **formations complémentaires** aux maçons, concernant notamment certains aspects techniques et gestionnaires. Une collaboration avec l'ONG DW, expérimentée en ce domaine, organisée à la fin de la saison sèche, pourrait aborder les aspects suivants : l'implantation correcte d'un bâtiment, la lecture et l'élaboration de plans, l'établissement de devis, la réponse à des appels d'offre, le marketing et la sensibilisation. Il est également souhaitable que les maçons suivent les cours d'alphabétisation, régulièrement proposés dans les écoles.



Figure 25 : Petit Balé ; Photo Wyss

Aujourd'hui, les besoins **d'expansion du programme** face au nombre limité de maçons formateurs contraignent l'AVN à **ne pas pousser trop rapidement les maçons à une indépendance professionnelle**. En fait, la logique d'entreprise n'est pas forcément compatible avec les besoins de formation et d'information⁵. Pour qu'une technique pénètre effectivement le marché, un nombre minimal de prestataires et une certaine concurrence entre eux doit d'abord être établi : ce qui n'est pas encore le cas.

¹ En janvier 2005, certains maçons n'étaient pas disponibles parce qu'ils devaient vendre leur coton.

² L'ADAUA ou encore LOCOMAT, le projet national de promotion des matériaux locaux, ont proposé dans le passé de vastes programmes de formation et de promotion de techniques alternatives qui n'ont cependant jamais atteint le marché et se sont soldés par des échecs globaux.

³ Le nombre de formateurs est acceptable par rapport à la jeunesse du programme. Par contre, il ne satisfera pas les exigences et demandes de l'avenir proche. Il correspond aux prévisions, postulés au début du programme.

⁴ Les maçons ne savent pas établir des contrats écrits avec leurs clients. En milieu rural, tout marché est conclu de façon orale et peu de litiges surgissent habituellement. Dans le milieu urbain, plus de précaution est à recommander.

⁵ Un maçon entrepreneur n'est pas forcément un bon formateur. Économiquement parlant, il n'a pas d'intérêt à former des concurrents potentiels.

2.F STRATEGIE DE DIFFUSION

Dans la zone d'intervention de Boromo, la phase de promotion doit être remplacée par une phase de vulgarisation. Le soutien matériel des clients potentiels perd sa raison d'être. Le nombre de maçons réellement actifs dans la zone doit être augmenté de façon significative. Les nombreuses demandes de réalisations hors zone sont encourageantes, mais, créent cependant des problèmes de diffusion de la technique à l'intérieur de la zone.

2.F.1 SITUATION ACTUELLE

La zone de Boromo est actuellement caractérisée par les chiffres clés suivants¹ :

- 21 villages touchés par le programme avec au moins une voûte réalisée ;
- 18 villages représentés par des apprentis dans le programme de formation ;
- 10 maçons formateurs disponibles dans 3 pôles principaux : Boromo, Oury, Pâ

Selon les chiffres ci-dessus nous pouvons **estimer la population touchée par le projet** de façon suivante :

- 200 personnes habitent ou profitent directement des 32 réalisations pour clients privés² ;
- 20'000 personnes ont pris connaissance de l'existence de la technique, visité des chantiers et réalisations³.

Cette situation correspond à une **pénétration acceptable**.

- cependant, **elle ne suffit pas encore pour réellement ancrer la technique dans la culture constructive locale**. Comme mentionné, le marché le plus adapté à la technique VN est celui des habitats en milieu rural. Les dernières réalisations se situent effectivement en milieu rural, à une proportion de deux tiers ;
- les chantiers de Boromo et Ouagadougou représentent une part importante dans les statistiques car ils totalisent un grand nombre de voûtes sur un seul chantier⁴. Le tableau suivant indique la répartition selon le milieu et leur destination.

Tableau 18 : Nombre de voûtes réalisées depuis le début du programme en fonction du milieu et de la destination

Type chantier	Nombre de voûtes par milieu			Nombre de voûtes par année ⁵						
	Rural	Boromo	Ouaga	97 - 01	2002	2003	2004	2005	Total	%
Habitation privée	52	14		11	12	7	14	22	66	58
Abri champêtre	1							1	1	1
Poulailler	4			2			2		4	3
Centre communautaire	3	1	6	2	4	2	2		10	9
Église	3							3	3	3
Hôtellerie	13	7	10	3		4	7	16	30	26
Total	76	22	16	18	16	13	25	42	114	100
Répartition milieu %	67	19	14							

Liste des ouvrages 2005 (Source : AVN)

On constate **deux phénomènes** :

- une **forte progression du nombre de voûtes destinées à l'habitat, exclusivement en milieu rural**
- et une **part importante de voûtes servant à l'hôtellerie**.

L'AVN a initié la promotion des VN à Boromo à travers la réalisation de 7 voûtes, chambres d'accueil. Ce type d'usage est aujourd'hui copié à Ouagadougou et Samandéni par des clients particuliers et associatifs.

¹ Voir aussi le tableau 11

² Un ménage compte en moyenne 6.4 habitants en milieu rural.

³ Boromo comptait en 1996 11'323 personnes, tous les autres localités dans la zone touchée moins, voir largement moins que 4'000 habitants. Estimons donc la population dans 21 localités à environ 12'000 à Boromo et 20'000 personnes dans les villages concernés, donc 32'000 au total. 80% des personnes à Boromo indiquent connaître la VN.

⁴ Exemple : En 2005, un chantier à Ouagadougou donnait lieu à la réalisation de 8 voûtes.

⁵ La répartition des réalisations en années est un peu trompeuse car une seule année touche à deux saisons. Concrètement, un bâtiment peut être réalisé à la fin d'une saison ou au début de la prochaine et tombera dans la même année.

L'AVN compte ses ouvrages en nombre de voûtes réalisées. Ce référentiel est dû au fait que chaque voûte réalisée sert de chantier école et constitue donc une unité-mesure de formation. Cette comptabilité cache les nombres réels de bâtiments réalisés et de clients. Le tableau suivant éclaire cette situation.

Tableau 19 : Nombre de clients et bâtiments réels en VN

Localité	# clients	# bâtiments	# voûtes
Boromo	7	11	22
Ouagadougou	5	6	16
Pâ	5	6	11
Lapara	3	4	8
Oury	3	4	7
Datomo et environs	3	3	6
Bagassi	2	2	2
Samandéni	1	5	13
Tcharkou	1	2	4
Villages à 1 client	14	14	25
Total	44	57	114

Liste des ouvrages 2005 (Source : AVN)

De 22 localités rurales, seule 6 comptent plus d'un client. Ce constat met en évidence **la jeunesse du programme et son impact limité à l'heure actuelle.**

L'absence de stratégie de recrutement incite les candidats à la formation à se présenter eux-mêmes¹. Les maçons représentent donc diverses provenances géographiques. Ainsi, les apprentis ne sont pas forcément dans leur propre village pendant leur temps de formation. Leur engagement dans le cadre de la VN n'a donc pas d'effet immédiat sur leur environnement et la motivation d'autres membres de leur communauté à suivre leur exemple.



Figure 26 : Ouagadougou, Chantiers à Gounghin et Ouaga 2000, Ouvrages servant comme chambres d'accueil ; Photos : Wyss '05

¹ DW exige un nombre minimal de 4 apprentis maçons par village afin de garantir la pérennisation du savoir-faire au niveau villageois. Cette exigence n'est pas forcément compatible avec la politique employée par l'AVN. Elle peut cependant faire office de mesure du succès de la diffusion de la technique.

2.F.2 INTERVENTION EN ZONE URBAINE

Pendant la dernière saison, les **chantiers de Ouagadougou ont occupé de nombreux maçons et apprentis**, ceux-ci profitant de chantiers importants. Parallèlement, la diffusion en milieu rural et le renforcement de la présence du programme dans la zone clé en a souffert.

Ces chantiers représentent aussi un **danger pour la philosophie du programme** qui souhaite que les maçons exercent leur métier avant tout en milieu rural. Mais les chantiers en milieu urbain se soldent par des revenus plus élevés que ceux payés en milieu rural. Il est tout à fait logique que les maçons soient attirés par la ville¹.

Outre l'intérêt de vendre une prestation, **les projets hors zone offrent des avantages** de plusieurs ordres :

- stratégique : en vue de l'élargissement de la zone, d'ouverture de nouvelles zones ou encore de créer des réalisations de promotion ;
- technique : afin de relever un défi technique et de proposer aux maçons d'évoluer davantage ;
- gestionnaire : inspiré par le volume de travail qui permet un large chantier de formation ;
- financier : quand il s'agit de clients prêts à appuyer et soutenir les activités du programme.

A l'avenir, la question de l'intervention hors zone va certainement s'accroître². Trois stratégies se présentent :

- seuls les maçons issus de localités ayant un nombre suffisant de maçons et de réalisations, seront délégués sur les chantiers hors zone. A l'heure actuelle, seuls quelques maçons de Boromo pourraient ainsi partir à Ouagadougou. Cette stratégie présente l'avantage de laisser les autres maçons en formation, proches de leur communauté et construisant effectivement dans leur environnement habituel. L'AVN sera par ailleurs forcée de recruter hors zone des maçons qui pourront à terme, constituer un nouvel pôle. Cette analyse ne correspond cependant pas forcément à la réalité : de nombreux candidats à la formation proviennent de localités sans chantier à réaliser. Elle néglige de plus un aspect important : une formation optimale est basée sur une acquisition d'expériences variées nécessitant un minimum de rotation ;
- l'AVN opte pour une classification des chantiers en chantier de formation primaire, chantier de rodage et chantier de perfectionnement. Les premiers seront ceux du milieu rural, les derniers par contre hors zone. Ces chantiers seront accompagnés par les formateurs les plus qualifiés en fonction de la situation. Les apprentis évolueront progressivement à travers ce système. Cette stratégie nécessite un encadrement et un planning plus conséquent que ceux de la situation actuelle. Ce système plus rigide risque à nouveau de se heurter aux réalités socioculturelles. Il rompt aussi avec le système de formation actuel : sur chaque chantier, des novices, des apprentis expérimentés, des maçons et des maçons formateurs collaborent et progressent mutuellement ;
- la troisième stratégie consiste à ne plus envoyer de maçons hors zone, exceptés ceux qui seront chargés d'ouvrir une nouvelle zone d'intervention. La rupture avec la pratique actuelle fait sens si les deux conditions suivantes sont remplies. Des ouvrages présentant des défis techniques aux maçons existent à l'intérieur de la zone. La demande hors zone peut être satisfaite par des équipes, qui restent cependant à former. Ces équipes seront encadrées d'une personne représentant l'AVN³. Cette stratégie correspond aussi à l'idéologie défendue par l'AVN qui veut que *« le public cible reste les populations rurales et la multiplication des zones en milieu rural est bien plus importante que le ciblage des populations urbaines. »*.

La dernière stratégie est celle qui demande le moins de modifications du fonctionnement de la formation actuelle. Elle est aussi celle qui limite les problèmes d'organisation au maximum. Mais cette stratégie signifie aussi une perte de gain importante en ville et oblige l'AVN à créer une structure duale.

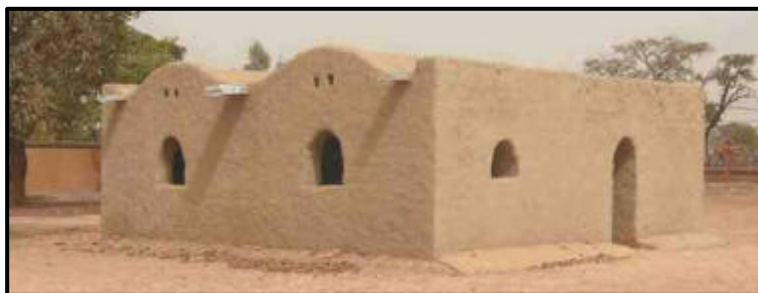


Figure 27 : Ouagadougou, Maison témoin sur le site du SIAO ; Photo : Wyss 2005

¹ Au Niger, la CSB souffre aujourd'hui du fait que les maçons se sont habitués à des salaires incompatibles avec le milieu rural.

² Le nombre de réalisations hors zone représente le tiers des voûtes bâties pendant la campagne précédente. La forte demande exprimée par des associations de Ouagadougou laisse présager que ce rapport évoluera davantage si l'AVN ne définit de stratégie particulière.

³ L'AVN dispose déjà d'un représentant bénévole à Ouagadougou en la personne de M. Issaka Zongo.

2.F.3 INTERVENTION EN ZONE RURALE ELOIGNEE

Le concept de zone est aujourd'hui exposé à des **demandes d'ouverture de chantiers de plus en plus lointains de Boromo**. La tentative de vouloir créer, rapidement et un peu partout, des maisons témoins est assez grande. Ceci n'a pas seulement des conséquences sur la capacité de vulgarisation dans la première zone. De telles activités posent des **problèmes logistiques** et **diminuent les possibilités de contrôle** de l'AVN. Il s'est avéré très utile de visiter chaque année les réalisations afin d'inciter les propriétaires à effectuer les travaux d'entretien nécessaires et de prévoir des interventions si besoin. Ces rencontres ont aussi permis de rassurer les clients réels et de convaincre des clients potentiels.

Quelque soit la stratégie employée par rapport aux chantiers hors zone, ceux de la zone de Bromo doivent être privilégiés.

Le concept de zone est par ailleurs caractérisé par des limites trop étendues. **Un rayon de 50 km de piste ou 100 km de goudron doit être considéré comme limite absolue d'une zone.**

Il sera préférable de **renforcer la zone déjà existante par la création de nouveaux pôles**. Des villes qui se prêtent à une telle politique sont par exemple Houndé, Safané ou encore Tcheriba. Cette politique a d'ailleurs déjà eu lieu à Pâ avec Kamin Gué et à Oury avec Adama Fofana, tous les deux, maçons formateurs actifs et indépendants.

2.F.4 STRATEGIE DE PROMOTION

L'AVN a cherché jusqu'à présent le contact de clients potentiels lors des missions de sensibilisation. Un client sur deux obtenait une aide lors de la réalisation de la voûte¹. Selon le responsable de la zone, un changement de politique s'impose. L'activité du programme a suffisamment pénétré la zone de Boromo pour que la **promotion dans les villages devienne caduque**². Il importe actuellement de satisfaire la demande existante, sans pour autant réaliser des « projets cadeau ». Le programme approche à grand pas, la **situation de marché libre** en réalisant des ouvrages pour des **clients qui assurent l'intégralité des coûts**. Notons que certains maçons, par exemple Adama Fofana à Oury, agissent aujourd'hui comme promoteur et réalisent des chantiers sans attendre l'intervention de l'AVN.

La promotion passe aussi par l'exemple, au niveau des villages. Chaque maçon VN doit en principe fournir lui-même la preuve de la validité de la technique. C'est pour cela qu'il serait souhaitable que **les candidats à la formation se déclarent prêts à construire une pièce habitable pour eux-mêmes** dans le cadre de leur formation³.

Cette obligation n'est cependant pas compatible avec le système de formation actuel. L'AVN peut inciter les maçons à agir pour eux-mêmes, notamment par la fourniture de la bâche plastique ou encore celle des portes et fenêtres. Elle doit cependant se garder à nouveau, d'entrer dans un système de « projets cadeau ».

La stratégie de promotion devra être reconsidérée dans le cas d'ouverture de nouvelles zones.

2.F.5 SENSIBILISATION

L'AVN dispose aujourd'hui d'outils de sensibilisation appropriés :

- des **dépliants avec de nombreuses photos** ainsi que des **règles de construction** permettant aux maçons de souligner leur propos lors de leurs négociations avec des clients potentiels ;
- un intéressant **site Internet** retient l'attention de nombreuses personnes ;
- la réalisation d'un **ouvrage de promotion sur le site du SIAO** à Ouagadougou (voir photo en bas de la page précédente) a ouvert davantage de portes. La VN est actuellement en train de « se faire un nom » au Burkina Faso et même dans la sous-région.



¹ Voir le tableau 6 qui présente les différents modes de financement et leur répartition en pourcentage.

² Voir aussi à ce sujet la figure 2 qui met en évidence 3 pôles d'activité.

³ Cet aspect est une modification notable par rapport au système de formation actuel où les maçons sont formés sur un bâtiment quelconque.

2.G GESTION DU PROJET

Le défi actuel le plus important pour l'AVN est d'assurer la logistique et gestion des prochaines étapes, aussi bien dans la zone de Boromo que dans les nouvelles zones d'activité. Le renforcement des capacités de gestion des responsables de zones est primordial.

Des aspects de la gestion du projet sont régulièrement apparus dans les chapitres précédents. Alors que les contraintes liées à la technique proprement sont tout à fait maîtrisables, celles liées à la **logistique et à la coordination du projet** sont plus préoccupantes.

D'importants efforts administratifs, logistiques et de gestion doivent s'ajouter au travail de formation pour garantir le bon déroulement de l'opération. L'AVN est donc aujourd'hui arrivée à un point décisif de son existence et ses activités. Elle dispose à l'heure actuelle de ressources humaines pour assurer la formation dans la zone de Boromo, voire dans des nouvelles zones. Mais les **compétences et moyens administratifs et logistiques locaux nécessitent encore des améliorations**.

Il convient de pousser les formateurs actuels, destinés à devenir **responsables de zones**, à acquérir des compétences complémentaires. Avec l'extension du programme, des tâches supplémentaires les attendront. Citons par exemple **la comptabilité, la rédaction de contrats** ou encore **la mise à jour de répertoires de maçons et clients**¹. Actuellement, les maçons et clients proviennent encore d'un horizon géographique maîtrisable. Ceci changera rapidement dans les années à venir. Le coordinateur expatrié ne pourra plus assumer de telles questions courantes.

Des programmes similaires à celui de la VN recourent souvent à des coordinateurs locaux qui n'ont pas des compétences pratiques, mais des formations en gestion. Ce pas, trop souvent source de conflits potentiels et d'une « logique projet », n'est pas nécessaire si les responsables de zone répondent aux nouvelles exigences. La création d'une administration locale n'est par ailleurs pas compatible avec l'idéologie de l'AVN qui souhaite « *que le programme se retire après avoir amorcé un effet boule de neige* ». Financièrement, une telle politique ne sera pas non plus supportable en l'état actuel du programme. Il est préférable de **confier l'organisation locale à un formateur endogène du programme**, donc à une personne familière du monde rural et de ses subtilités culturelles qui connaisse les aspects pratiques de la construction et de la formation.

Répétons que des **visites réguliers et coordonnées** dans les villages sont indispensables afin de garder le contact avec les clients et maçons et surveiller l'état des bâtiments. La tenue et mise à jour régulière d'un livret détaillé des réalisations est fortement conseillée.

La **collecte systématique des données** doit être renforcée. L'analyse de la pertinence du programme, qui a considérablement évolué ces trois dernières années, s'impose. Un outil de contrôle permettra aussi de « protéger » l'activité du programme des malfaçons possibles de maçons actifs en dehors de ce dernier.

L'ouverture de nouvelles zones est avant tout un **problème de moyens**. Actuellement, les ressources sont les suivantes :

Ressources humaines :

- le coordinateur de projet Thomas Granier ;
- le responsable de la zone de Boromo Séri Youlou ;
- deux maçons formateurs destinés à devenir de futurs responsables de zones ;
- six maçons formateurs assurant la formation dans la zone de Boromo ;
- une quarantaine de maçons et apprentis ;
- un secrétaire administratif ;
- un responsable information en France ;
- un représentant bénévole à Ouagadougou ;

Ressources matérielles :

- un véhicule d'occasion ;
- une moto 125 cm³ tout terrain ;
- un ordinateur ;
- des outils ;
- une structure d'accueil de 7 VN.

¹ Pour l'instant, ces compétences manquent.

3. PERSPECTIVES

3.A POTENTIALITES DU SYSTEME CONSTRUCTIF

La technique VN a trouvé sa maturité. Mais elle est encore loin d'avoir trouvé sa juste place dans le marché de la construction au Burkina Faso. Elle est pourtant appropriée à toutes sortes d'usages encore peu explorés. Son potentiel est considérable.



Figure 28 : Petit Balé, Avancement simultané des 3 VN de l'église catholique ; Photo : Wyss 2005

3.A.1 LE MILIEU

Selon le milieu considéré, le potentiel de la technique VN varie, ceci de par ses contraintes contextuelles et de par les aspirations (et perceptions) des clients différentes :

- la VN est **adaptée à l'environnement rural et villageois**, à condition que le nombre de maçons formés soit suffisant et que le projet assure pendant un temps conséquent la formation et l'encadrement des maçons. Dans le cadre de l'activité concrète de l'AVN, l'ouverture de nouvelles zones ne doit notamment pas se faire au détriment de la zone existante ;
- la VN est **intéressante pour les populations de petites et moyennes villes**, pour les personnes recherchant une solution économique pour la réalisation d'un bâtiment d'un certain standing. Ces ouvrages peuvent aider à lutter contre le blocage psychologique qui s'oppose à l'utilisation de la terre. Mais on risque aussi que la technique soit vue par les couches sociales moins favorisées comme une « affaire de riches » ou encore une « affaire de blancs » ;
- en milieu urbanisé, l'équilibre entre les réalisations servant aux différentes couches sociales, aussi bien des populations moins aisées que des populations mieux situées, est important. Des programmes de **construction de cités en VN** pourront s'inscrire dans ce sens. Ils seront aussi utiles à la formation en milieu urbain ;
- la situation du **logement des fonctionnaires** en leur lieu d'affectation est un problème d'actualité. Le processus de décentralisation et le développement des secteurs de l'éducation de la santé et du social, notamment dans le cadre du PEDDEB¹, renforcent la pénurie du logement pour fonctionnaires dans les villages et petites villes. L'Etat doit, en principe, proposer à ses agents et fonctionnaires un logement de standing minimal. Faute de logement décent, ces derniers sont souvent contraints de louer une maison au village, ce qui n'est pas toujours facile. La technique VN permet de construire des **cités et logements pour fonctionnaires** et des **chambres de passage pour des consultants et fonctionnaires en mission**². Ceci avec une participation importante de la population bénéficiaire et à des coûts inférieurs à toute solution alternative. Des premiers contacts ont été noués afin d'examiner les possibilités de réaliser des logements pour enseignants dans le cadre du PEDDEB ;
- en **milieu fortement urbanisé** la situation n'est pas aussi favorable à la VN. Un client fortuné, qui souhaite une résidence de haut standing, exécutée avec soin, économique, esthétique, confortable et écologique, trouve largement son compte dans la VN. Par contre, un client urbain pauvre, souhaite avant tout le strict minimum. Le secteur informel de la construction conventionnelle exerce alors une forte concurrence sur le marché. En milieu urbain, tout se paye et la VN peut se révéler économiquement inintéressante.

¹ Plan Décennal de Développement de l'Éducation de Base, programme national de réalisation de 10'000 écoles primaires.

² DW a fait des expériences en ce sens, notamment avec la construction d'un logement pour l'inspecteur d'enseignement de Kelbo, Soum.

3.A.2 LA DESTINATION / OCCUPATION DES BATIMENTS

La VN est un outil très intéressant pour la **réalisation d'ouvrages communautaires**, comme par exemple **des banques de céréale, des salles de réunion, des édifices de culte, d'écoles, de dispensaires** ou d'autres infrastructures importantes.

Cependant, ces ouvrages doivent être entretenus. La réalisation effective des **travaux d'entretien** dépend du contexte et doit être soigneusement prise en compte lorsqu'on décide d'opter pour la VN. Les expériences à Ouroubono et Tanghin démontrent le danger d'un tel choix.

Un usage en plein essor est celui des **complexes hôteliers**. Le Burkina Faso est une destination qui connaît un tourisme grandissant. Les conditions d'hébergement sont cependant souvent inexistantes.

Soulignons finalement que la VN se prête aussi à la réalisation d'**ouvrages secondaires**. De par l'inertie thermique et les possibilités de ventilation des VN, des **porcheries ou poulaillers pour pondeuses**, comme à Bagassi, Lapara ou Sibi, sont des applications possibles. Il peut être utile de lancer une campagne de promotion dans ce sens.



Figure 29 : Sibi, Poulailler ; Wyss '05

Les formes voûtées sont par ailleurs appropriées pour **couvrir des fours** servant à la confection de pain, à la cuisson de briques et poterie, à la cuisson de la chaux, à l'incinération de déchets.

3.B PERENNISATION DE L'IMPACT ACTUEL DU PROGRAMME

Partie d'une initiative personnelle et bénévole, l'activité de l'AVN et du responsable de zone doit se « professionnaliser ». La pérennisation de l'impact du programme nécessite la réalisation de 200 ouvrages et la formation de 140 maçons pendant les 3 ans à venir.

Dans les trois années à venir, l'activité de l'AVN doit s'attacher à **vulgariser de façon significative la technique et diffuser ainsi le savoir-faire jusqu'aux villageois**. Après ce délai, l'association pourra probablement se retirer de la zone.

Elle dispose actuellement de 23 personnes formées et de 30 apprentis. **L'objectif visé est de l'ordre de 120 à 160 personnes formées, c'est à dire 4 maçons dans 30 à 40 villages clé. Cet objectif implique la réalisation d'autant de voûtes.**

Étant donné le nombre de commandes et le nombre de candidats à la formation, ce planning semble réaliste.

Tableau 20 : Évolution souhaitable du nombre de maçons et ouvrages

Campagne	Apprentis	Maçons	Formateurs	Ouvrages
2004 / 05	30	14	8	114
2005 / 06	40	30	15	170
2006 / 07	50	45	20	240
2007 / 08	60	60	25	320

Liste des ouvrages 2005 (Source AVN)

La nécessité de **mieux organiser et gérer l'activité** a déjà fait l'objet d'observations. La pérennisation du programme dans la zone nécessite des efforts considérables, des moyens logistiques et financiers.

Il convient notamment de disposer d'un salaire pour le responsable de la zone de Boromo. Celui-ci travaillait jusqu'à présent gratuitement et se trouvait confronté à des conflits de priorité, notamment vis-à-vis de ces obligations de cultivateur. Un salaire correct¹ lui permettra de rémunérer la culture de ses champs pendant qu'il visitera les différents villages de la zone.

L'AVN a fonctionné sur la base de l'engagement bénévole de ses membres. Suite aux bons résultats du projet, elle se voit aujourd'hui confrontée à un volume de **travail de plus en plus important**. Afin d'assurer ses engagements croissants, elle **recherche un financement** pour garantir en France un salaire à plein temps.

¹ De l'ordre de 100'000 FCFA par mois. Ce salaire permet de couvrir les déplacements, les communications et la rémunération de remplaçants dans les champs.

3.C EXTENSION DU PROGRAMME A D'AUTRES ZONES DU BURKINA

La technique peut être exportée à d'autres zones. L'intérêt de nombreuses personnes se manifeste, les ressources humaines sont disponibles. Cette étape nécessite un financement, actuellement inexistant.

Étant donné que l'environnement et les ressources naturelles se dégradent à une vitesse excessive et que les conditions d'habitat ne font que s'aggraver, **l'expansion d'une technique durable de construction est indispensable.**

L'intérêt concret et les demandes pour des réalisations par des personnes hors zone ne fait que croître.

Des maçons provenant de localités « hors zone » renforcent la **pression pour élargir les champs d'intervention.** Cette année, une équipe de maçons maliens du pays Dogon participera à la formation¹. La technique sortira donc dans quelques temps du Burkina et deviendra une affaire sous-régionale.

Il est tout à fait compréhensible que les promoteurs de la technique de la VN s'impatientent et souhaitent **ouvrir des nouvelles zones aussitôt que possible.** Ils disposent maintenant aussi d'au moins deux ou trois maçons formateurs suffisamment expérimentés et qualifiés.

L'association cherche à atteindre les populations dans des régions de Dédougou, Léo et des pays Dagari et Lobi. Ces régions du Burkina Faso sont comparables à celle de Boromo. L'habitat joue un rôle primordial dans la culture de ces populations, comme c'est aussi le cas des Bwa, Nounouma, Ko et Dafi de la zone d'intervention actuelle². Des missions d'exploration ont été menées dans ces régions pendant la campagne écoulée et des contacts prometteurs ont été noués avec des représentants des autorités locales, coutumières et politiques et des clients potentiels.

L'AVN présente le programme prévisionnel suivant pour la prochaine campagne :

- **formation et poursuite de formation pour plus qu'une trentaine d'apprentis, dont notamment les premiers maçons maliens ;**
- **construction d'une cinquantaine de bâtiments ;**
- **ouverture de 2 à 3 nouvelles zones d'intervention avec l'installation de maçons formateurs.**

L'ouverture de nouvelles zones renvoie à des moyens logistiques et financiers. L'installation du formateur, ses déplacements, les moyens de communication et ceux d'une éventuelle promotion devront être assurés pour quelques années.

Dans le cas contraire, la qualité de la formation, le suivi des chantiers et l'encadrement post-formation des maçons ne seront probablement pas appropriés mais accompagnés d'effets dévastateurs, d'ailleurs fort souvent rencontrés dans le cadre de projets similaires.

Ce qui est vrai pour les ouvrages est aussi valable pour les maçons. Agissant de manière isolée, un maçon qui n'est ni suivi, ni épaulé, ni exposé à une concurrence peut devenir un risque ; d'où l'intérêt de former un nombre significatif de maçons dans un environnement donné.

Une **stratégie d'expansion optimale** n'agit pas à partir d'îlots complètement isolés. Elle grandit plutôt **de façon compacte** à partir de **pôles qui ont déjà trouvé une certaine affinité** avec les pôles existants. (Intérêt du renforcement des villes « frontières » comme Houndé ou encore Tcheriba)



Figure 30 : Divers concepts d'expansion ; é droite : expansion par îlots ; à gauche : expansion compacte ; Wyss 2005

¹ Des ONG Maliennes sont en attente des premiers maçons VN pour leurs propres constructions.

² Il existe au Burkina Faso des ethnies qui ont une approche moins conséquente à l'habitat, notamment les Mossi.

Selon l'AVN, « les résultats obtenus pendant une période test dans la zone témoin, le programme pourra servir de modèle à de futures implantations dans d'autres zones du pays, voire de la région ».

La première zone de Boromo doit donc fournir des réponses concrètes relatives à l'adéquation de la formation, de la promotion et de la vulgarisation. Un temps de 7 à 8 ans était prévu pour l'obtention de résultats concluants. Le chapitre précédent confirme cette estimation de temps, nécessaire pour ancrer localement la technique.

Ce **principe est aujourd'hui questionné** par l'ouverture de nouvelles zones avant même que celle de Boromo ait permis de confirmer les moyens adéquates pérennisant l'impact du programme.

Cependant, **le programme est aujourd'hui capable de supporter un tel raccourci dans le déroulement prédéfini**. Les résultats disponibles concernant la technique, le mode de formation et la promotion sont suffisamment évolués et matures pour qu'une expansion contrôlée ne soit pas préjudiciable à la zone d'activité initiale. Des **expériences acquises** dans la zone de Boromo peuvent par ailleurs **entrer en temps réel dans la stratégie employée** dans les zones d'expansion et vice versa.

Ce nouveau programme devra prendre en compte les contraintes suivantes :

- la stratégie d'expansion **ne doit porter préjudice à l'activité dans la zone** de Boromo qui exige encore des efforts importants pour pérenniser l'impact ;
- une **stratégie claire vis-à-vis des chantiers hors zone**, notamment ceux de Ouagadougou. Le programme risque d'être confronté à une activité grandissante autour de Boromo, à de nouveaux pôles à développer et à d'importantes constructions à réaliser dans la capitale ;
- les **capacités de gestion** doivent être renforcées. Les responsables de zone doivent être en mesure de rédiger un contrat, de tenir une comptabilité à jour et de documenter les données de base concernant les ouvrages et l'effectif en formation ;
- la stratégie d'expansion doit être basée sur des **moyens financiers assurés**. Un coût de 1 à 1,2 millions de FCFA par an est nécessaire à la seule installation d'un maçon formateur. D'éventuels coûts de promotion sont à prévoir en supplément.

3.D CONCLUSIONS

La Voûte Nubienne est effectivement une technique adaptée à divers besoins de bâtiments. Le projet est simple, efficace et de qualité remarquable. Mais son impact actuel est géographiquement et quantitativement limité et mérite d'être soutenu davantage. L'activité doit être renforcée dans la zone d'intervention actuelle. L'ouverture de nouvelles zones est recommandée, elle doit être ciblée.

La Voûte Nubienne est notamment **adaptée à l'environnement rural** et villageois, à condition que le nombre de maçons formés soit suffisant et que le projet assure pendant un temps conséquent : formation et encadrement des maçons. Dans le cadre des activités de l'association, l'ouverture de nouvelles zones ne doit notamment pas se faire au détriment de la zone existante. D'importants efforts administratifs, logistiques et de gestion doivent s'ajouter au travail de formation pour garantir le bon déroulement de l'opération.

La Voûte Nubienne **est une technique intéressante pour les populations de petites et moyennes villes**, notamment en tant que solution économique pour des bâtiments d'un certain standing. Ces ouvrages peuvent contribuer à lutter contre le blocage psychologique qui s'oppose à l'utilisation de la terre. Des programmes de **construction de cités en Voûte Nubienne** pourront s'inscrire dans ce sens. Ils seront aussi utiles à la formation en milieu urbain.



Figure 32 : A gauche : Bonzin, Habitat privé en milieu rural ; A droit : Bibliothèque à Gounghin, Ouagadougou ; Photos : Wyss 2005

ANNEXES

Annexe 1 ; Répartition des ménages selon matériaux, niveau de vie et milieu de résidence (en %)

	Q ₁		Q ₂		Q ₃		Q ₄		Q ₅		Ensemble	
	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural
Nature du mur												
Terre / adobe	89,6	95,0	81,0	94,4	72,5	94,4	61,5	91,9	33,2	85,4	49,1	92,0
Pierres	3,1	0,0	2,1	0,4	3,9	0,2	3,4	0,3	3,1	0,8	3,2	0,4
Brique cuites	0,0	0,0	0,7	0,1	0,6	0,1	2,4	0,2	3,1	0,3	2,4	0,1
Ciment/béton	7,3	1,5	15,8	1,1	23,0	1,4	32,7	1,7	60,3	6,7	45,1	2,6
Bois/bambou	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2
Tôle métal.	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
Paille	0,0	2,9	0,0	3,8	0,0	3,7	0,0	5,3	0,1	6,4	0,0	4,5
Autres	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	4,5
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Type de toiture												
Terre	18,4	39,0	14,9	35,6	9,81	36,3	6,22	31	2,2	28	5,48	33,7
Paille	13,7	37,3	3,5	37	2,28	38,2	2,3	39,8	0,96	35,7	2,1	37,-
Tôle métal.	66,4	23,8	80,5	27,3	86,8	25,4	89,1	28,7	93,2	35,9	89,6	28,4
Ciment/béton	1,43	0,0	1,15	0,09	1,12	0,0	2,4	0,48	3,48	0,28	2,75	0,18
Tuiles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Autres	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Type de sol												
Carreau	0,0	0,0	0,8	0,19	0,0	0,07	0,97	0,0	9,82	0,14	5,91	0,08
Ciment	52,0	11,8	56,9	16,3	73,9	17,3	79,4	20,0	84,4	29,6	78,8	19,4
Terre battue	48,0	88,0	42,3	83,3	26,1	82,5	19,6	79,7	5,69	70	15,2	80,3
Autres	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : INSD, Burkina Faso, La pauvreté en 2003

Annexe 2 ; Répartition des ménages selon le matériau des murs de la maison et le GSE 1 du chef de ménage

Matériau des murs de la maison GSE du chef de ménage	Terre / adobe	Pierres	Briques cuites	Ciment béton	Bois / bambou	Tôles	Paille	Autres	Total
	Salariés du public	23,8	3,0	3,9	68,2	0,2	0,6	0,0	0,3
Salariés du prive formel	32,8	0,9	0,7	63,4	0,6	0,0	0,0	1,6	100
Salariés du prive non formel	54,5	2,4	2,7	38,7	0,0	0,0	1,8	0,0	100
Agriculteurs de coton	96,5	0,9	0,1	1,3	0,0	0,0	1,2	0,0	100
Autre agriculteurs	92,6	0,4	0,1	2,0	0,3	0,1	4,4	0,2	100
Autres indépendants	63,6	1,4	1,0	31,8	0,0	0,0	2,3	0,0	100
Aides familiaux, bénévoles et apprentis	70,2	2,1	3,0	9,5	0,0	0,0	15,2	0,0	100
Inactifs	77,2	0,7	0,0	13,4	0,0	0,0	9,6	0,0	100
Chômeurs	62,8	2,7	1,6	27,5	0,3	0,1	4,7	0,1	100
Total	83,1	0,9	0,6	11,4	0,2	0,1	3,5	0,1	100

Source : INSD, Burkina Faso, La pauvreté en 2003

Annexe 3 ; Répartition des ménages selon le matériau de toiture de la maison et le GSE du chef de ménage

Matériau des murs de la maison GSE du chef de ménage	Terre	Paille	Tôles	Ciment béton	Tuiles	Autres	Total
	Salariés du public	1,1	1,0	9,37	4,0	0,1	0,0
Salariés du prive formel	0,8	2,2	95,0	2,0	0,0	0,0	100
Salariés du prive non formel	6,1	5,5	86,7	1,4	0,0	0,4	100
Agriculteurs de coton	43,7	28,2	27,9	0,2	0,1	0,0	100
Autres agriculteurs	30,9	39,6	29,3	0,2	0,0	0,0	100
Autres indépendants	13,5	8,8	75,7	2,0	0,0	0,0	100
Aides familiaux, bénévoles et apprentis	44,8	24,9	28,3	2,0	0,0	0,0	100
Inactifs	33,4	29,7	35,1	1,8	0,0	0,0	100
Chômeurs	15,3	20,6	62,5	1,5	0,0	0,1	100
Total	27,9	30,2	41,2	0,7	0,0	0,0	100

Source : INSD, Burkina Faso, La pauvreté en 2003

¹ GSE : Groupe Socio-Économique

Annexe 4 : Appréciation de la technique des toitures voûtées dans 10 localités

	Ouaga	Bobo	Ouahi.	Fada	Koupéla	Toma	Boromo	Ipelcé	Tiébélé	Komin Y
Appréciation de l'adobe comme matériau de construction										
Positive, résistant, durable	48	23	45	40	78	37	22	59	65	59
Qualité moyenne	10	7	18			14	12	19		
Négative, provisoire	20	49	28			32	26	4		9
Entretien difficile	3									
Dépend de choix terre	4			19			14			
Procure fraîcheur		4					8			
Autres appréciations	15	17	9	41	22	17	18	18	35	32
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Connaissance de maison « sans bois »										
Technique connue	37	22	78	62	36	29	80	7	21	26
Technique pas connue	63	78	22	38	64	71	20	93	79	74
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Appréciation maison « sans bois », présentation de photos de voûtes nubiennes										
Adapté, esthét., résistant	46	49	41	26	6	73	56	48	54	67
Climat, froid et chaud	17		9	15	17		10			11
Économique										22
Maison doit être petite					11					
Beau, mais coûteux	6									
Ne connaît pas					17					
Doutes, pas de confiance				24	33			32	12	
Autres appréciations	31	51	50	35	16	27	34	20	34	
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Type de toiture souhaité pour maison future										
Tôles	33	21	24	5	8	46	38	41	81	17
Dalle béton ou hourdis	10	18				3	10			
Tuiles	29	34	29	41	74	34	30	26	5	14
Terre avec bois	16		25	27	6	11	14			23
Terre sans bois	9	19		22			8	22	5	40
Autres toitures	3	8	22	6	12	6		11	9	6
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Raisons motivant le choix de la toiture nouvelle										
Pratique, durable	36	31	45	16	42	50	10	21	34	7
Protection contre pluie	8	10		20			21			
Fraîcheur, climat	14	19	10	36	22	11	23		6	57
Capacité financière	8				18	11	10	32		
Disponibilité matériaux	3						6			
Adapté type maison								11	16	
Autres raisons	31	40	45	28	18	28	30	34	44	36
Total %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Source : Interprétation de TAMSI, « Étude de marché sur la diffusion et l'utilisation des matériaux locaux » Coopération Suisse, Ouagadougou

Annexe 5 ; Liste des ouvrages

Nombre de voûtes	Lieu	Année construction	Type chantier	Surface habitable
1 voûte	Bagassi	2001	Client encouragé	20
1 voûte	Bagassi	2005	Client bâche offerte	20
1 voûte	Boundoukui	2003	Client encouragé	40
2 voûtes	Bonzin	2004	Client bâche offerte	40
1 voûte	Boromo		Client encouragé	20
3 voûtes	Boromo	1999/01/03	Client encouragé	50
7 voûtes	Boromo	1999/01/03	Promotion rurale	145
6 voûtes	Boromo	2005	Client	130
1 voûtes	Boromo	2002	Client encouragé	20
1 voûte	Boromo		Promotion urbaine	20
3 voûtes	Boromo	2005	Client	65
2 voûtes	Datomo	2004	Client encouragé	40
2 voûtes	Etoayou	2002	Client encouragé	45
2 voûtes	Gedou	2004	Client encouragé	40
2 voûtes	Gnemain	2005	Client encouragé	40
2 voûtes	Houndé	2004	Client encouragé	40
2 voûtes	Lapara	2002	Client encouragé	45
2 voûtes	Lapara	2004/05	Client bâche offerte	30
2 voûtes	Lapara	2001	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Lapara	2002	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Lasso	2004	Client encouragé	40
1 voûtes	Nanou	2002	Client encouragé	20
8 voûtes	Ouaga 2000	2005	Client	200
2 voûtes	Ouaga Gounghin	2003	Client	44
2 voûtes	Ouaga Gounghin	2005	Client	40
2 voûtes	Ouaga SIAO	2004	Promotion urbaine	45
2 voûtes	Ouaga Tanghin	2002	Client	40
2 voûtes	Oulu	2004	Client encouragé	40
1 voûtes	Ouroubono	2001	Promotion rurale	20
1 voûte	Oury	2000	Client encouragé	20
2 voûtes	Oury	2002	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Oury	2005	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Oury	2001	Client encouragé	45
3 voûtes	Pâ	2003	Client bâche offerte	50
2 voûtes	Pâ	2001	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Pâ	2003	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Pâ	2002	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Pâ	2001	Client encouragé	45
3 voûtes	Petit Balé	2004/05	Client	150
2 voûtes	Proche Datomo 1	2005	Client encouragé	45
2 voûtes	Proche Datomo 2	2005	Client encouragé	45
13 voûtes	Samandéni	2004/05	Client	200
2 voûtes	Sibi	2004	Client	40
1 voûte	Sipohin	2004	Client encouragé	20
2 voûtes	Tcharkou	2005	Client	45
2 voûtes	Tcharkou	2002	Client bâche offerte	45
2 voûtes	Zekuy	2005	Client encouragé	45

Source : AVN, Liste des ouvrages 2005

Annexe 6 ; Liste des maçons

Nom Prénom	Lieu	Statut actuel VN	Année Entrée VN
Youlou Séri	Boromo	Responsable zone de Boromo	1998
Sawadogo Drissa	Boromo	Maçon formateur	1999
Touré Moumouni	Boromo	Maçon formateur	1999
Ouédraogo Saidou	Boromo	Maçon formateur	1999
Fofana Adama	Oury	Maçon formateur	1999
Gué Kamin	Pâ	Maçon formateur indépendant	2000
Banao Karim	Lapara	Maçon formateur	2001
Sougé Djomo	Boromo	Maçon formateur	2003
Mien Ibrahim	Lapara	Maçon formateur	2003
Loué Kolou David	Bongin	Maçon formateur	2004
Youlou Mekra	Boromo	Maçon	2000
Youlou Seydou	Boromo	Maçon	2004
Abie	Bongin	Maçon	2004
Salam	Bonzin	Maçon	2004
Mouvo	Bonzin	Maçon	2004
Kambi Kanou	Houndé	Maçon	2005
Tebi Gnanayou	Houndé	Maçon	2005
Coulibali Issa	Koumbia	Maçon	2004
Bonkian Moussa	Koumbia	Maçon	2004
Ganoulo Aime	Oulu	Maçon	2004
Sougé Etienne	Oury	Maçon	2000
Ami de Etienne	Oury	Maçon	2002
Kafando Bassyrou	Pâ	Maçon	2004
Banao Bouamo	Tcharkou	Maçon	2002
Joël	Bagassi	Apprenti	2003
Azenda	Boromo	Apprenti	2004
Neya Fathé	Boromo	Apprenti	2004
Ouédraogo Karim	Boromo	Apprenti	2004
Seynou Soumana	Boromo	Apprenti	2004
Jean	Boromo	Apprenti	2005
Ouédraogo Lasso	Boromo	Apprenti	2005
Seynou Habidou	Houndé	Apprenti	2005
Batieno Wambié	Labien	Apprenti	2005
Banaon Suleiman	Lapara	Apprenti	2004
Youin Nissouiou	Lasso	Apprenti	2004
Yousoumou Abou	Lasso	Apprenti	2004
Oukri	Nanou	Apprenti	2002
Nadji	Nanou	Apprenti	2003
Saidou	Nanou	Apprenti	2003
Bado Jean-Marie	Ouaga	Apprenti	2005
Arouna	Oury	Apprenti	2004
Tiebo Sulibou		Apprenti	2005
Suleiman	Oury	Apprenti	2005
Gué Bavoro	Pâ	Apprenti	2003
Guè Beli	Pâ	Apprenti	2004
Kafando René	Petit Balé	Apprenti	2005
Mandé Moussa	Samandéni	Apprenti	2004
Palm Sié	Samandéni	Apprenti	2004
Joseph	Tcheriba	Apprenti	2005
Boulain	Tissé	Apprenti	2004
Bilélé	Tissé	Apprenti	2004
Bagé Boubié	Zekuy	Apprenti	2005
Baco Pilibié	Zekuy	Apprenti	2005
Mega	Zekuy	Apprenti	2005

Source : AVN, Liste des maçons 2005