



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

20131

Mai 1992
Original : français

PROJET : DP/CMR/86/020

**RENFORCEMENT DE L'APPAREIL DE PRODUCTION
ET DE MISE EN OEUVRE DES MATERIAUX LOCAUX
AU CAMEROUN**

**FORMATION, LANCEMENT DE LA PRODUCTION
DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE ET
PRÉPARATION À LA CONSTRUCTION
DES SIX LOGEMENTS ÉCONOMIQUES
À LA CITÉ VERTE DE YAOUNDÉ**

Rapport final élaboré par :
V. Rigassi, Architecte



ONUDI
Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
BP 300
A - 1400 VIENNE / AUTRICHE

Le document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle
l'ONUDI ne partage pas nécessairement les vues exprimées par les auteurs.

Le présent document intitulé "FORMATION, LANCEMENT DE LA PRODUCTION DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE ET PRÉPARATION À LA CONSTRUCTION DES SIX LOGEMENTS ÉCONOMIQUES À LA CITÉ VERTE DE YAOUNDÉ" s'inscrit dans le cadre du projet DP-CMR-86-020 . Il est préparé par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) en coopération avec le Gouvernement Français.

Les experts de l'ONUDI ont reçu, au cours de leur mission, un appui scientifique, technique et logistique de l'organisation dont ils dépendent : le CRATerre-EAG (Centre International de la Construction en Terre - Ecole d'Architecture de Grenoble).

SOMMAIRE

I.	RÉSUMÉ	1
II.	INTRODUCTION.....	3
III.	FORMATION A LA PRODUCTION ET A LA MISE EN OEUVRE DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE.....	5
	1. OBJET.....	5
	2. CONTENU	6
	3. RÉSULTATS	7
IV.	PRODUCTION DE BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE	9
	1. OBJET.....	9
	2. IMPLANTATION ET ENCADREMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION DE BTC.....	9
	3. DÉMARCHE QUALITÉ.....	24
	4. RECOMMANDATIONS POUR OPTIMISER LA PRODUCTION.....	31
	5. PROBLEMES RENCONTRÉS LORS DE LA PRODUCTION DE BTC.....	33
	6. ÉVALUATION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION DE BTC.....	34
	7. RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES COÛTS.....	38
V.	ENCADREMENT DE LA CONSTRUCTION	39
	1. OBJET DE LA MISSION.....	39
	2. PRÉPARATION DU DOSSIER D'EXÉCUTION.....	39
	3. DESCRIPTION DES SYSTEMES CONSTRUCTIFS RÉALISÉS	39
	4. MODIFICATIONS PAR RAPPORT AUX PLANS INITIAUX.....	50
	5. ACQUISITION D'UN SAVOIR-FAIRE A LA MISE EN OEUVRE DES BTC.....	53
	6. PROBLEMES RENCONTRÉS LORS DE LA CONSTRUCTION EN BTC.....	58
	7. RECOMMANDATIONS TECHNIQUES.....	59
	8. ÉVALUATION ÉCONOMIQUE	60
	9. RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES COÛTS.....	68
	10. RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'AMÉLIORATION DE LA GESTION	70
VI.	PROCÉDURE DE NORMALISATION DES BTC.....	71
	1. CONTEXTE ET OBJET DE LA MISSION.....	71
	2. LES OPÉRATEURS DE LA NORMALISATION	72
	3. PROCÉDURES GÉNÉRALES DE NORMALISATION.....	74
	4. PROCÉDURES D'ADOPTION ET CALENDRIER.....	74
VII.	PRINCIPAUX APPORTS DES PARTENAIRES.....	77
VIII.	INTÉRÊTS SUSCITÉS PAR LE PROJET	79
IX.	FORCES ET FAIBLESSES DU PROGRAMME.....	81
	1. FORCES.....	81
	2. FAIBLESSES	81
X.	CONCLUSIONS.....	83
	1. FORMATION.....	83
	2. PRODUCTION.....	83
	3. CONSTRUCTION DES LOGEMENTS DE LA CITÉ VERTE	83
	4. NORMALISATION.....	85
XI.	ANNEXES (SOMMAIRE).....	87

I. RÉSUMÉ

Le but du projet est de promouvoir le BTC (Bloc de Terre Comprimée) au Cameroun par une démarche globale intégrant : l'assistance à deux PME camerounaises (ARTER et AMON & NEON) par la formation de leur personnel à la production et à la mise en oeuvre de ce matériau et à la construction de logements économiques pilotes dans des conditions réelles avec un promoteur public (SIC) ainsi que la diffusion du BTC auprès des institutions publiques et privées par l'élaboration de normes rédigées sous la direction du MINUH (organe d'exécution du projet pour le gouvernement camerounais en partenariat avec l'ENSP).

Le souci principal, lié à la mise en place d'une Démarche Qualité au sein des entreprises, était d'arriver à des produits (BTC et logements) illustrant au mieux les potentialités de ce matériau aussi bien sur le plan technique que sur le plan économique afin de permettre aux entreprises formées de se consacrer entièrement à ce nouveau marché de la construction.

Les résultats obtenus sont très encourageants particulièrement sur le plan technique. Une trentaine de personnes formées et six logements réalisés qui ont suscités auprès de promoteurs privés et publics un engouement certain, offrant de nombreuses perspectives. Les entreprises et les promoteurs publics ont pris conscience de l'importance de l'acquisition d'un savoir-faire propre à ce matériau, lequel a déjà été notablement renforcé pour les deux PME, mais qui doit être encore développé pour arriver à des résultats économiques entièrement satisfaisants notamment par de meilleurs rendements et par une plus grande maîtrise de la gestion de la production et de la construction. Toutefois, il est normal que le savoir-faire acquis ne soit pas optimum après six mois seulement, alors qu'il faut au minimum un à deux ans pour une totale maîtrise technico-économique.

Les entreprises ont maintenant des bases suffisantes pour se lancer sur le marché national et y acquérir une plus grande compétence. Une éventuelle assistance pourrait se limiter à la recherche de marchés et à l'appui pour des projets d'investissement. Les institutions publiques n'ont pas encore entièrement acquis les compétences nécessaires à l'encadrement de projets en BTC. Le MINUH devrait pouvoir disposer de cadres davantage formés à la conception et à la réalisation de bâtiments en BTC. La SIC devrait pouvoir mettre davantage de moyens pour la supervision et la transmission de savoir-faire pour de futures réalisations.

La collaboration avec l'ENSP a été fructueuse avec la pépinière d'entreprise dont un des étudiants a acquis les compétences nécessaires à la supervision de la production et de la mise en oeuvre et qui assurera la gestion et la supervision des équipements de production de BTC jusqu'à décembre 1992. Le partenariat avec le corps enseignant de l'ENSP n'a pas permis la transmission des compétences suffisantes pour la supervision d'une opération de ce type.

En bref, un nouveau projet de ce type devrait soit restreindre le nombre de partenaires, en misant surtout sur des PME, soit développer une stratégie qui garantirait une implication plus importante des institutions publiques. Quels que soient les partenaires, la priorité devrait être mise sur la formation à plusieurs niveaux (concepteurs, cadres, personnel d'entreprises) afin de garantir une réelle diffusion des savoir-faire avec une assistance réduite à long terme.

LES PARTENAIRES DU PROJET

- Le PNUD.
- Le MINUH, organe d'exécution pour le gouvernement camerounais.
- L'ONUDI, organe d'exécution pour le PNUD.
- CRATerre-EAG, organe d'exécution et partenaire de l'ONUDI.
- La SIC (Société Immobilière du Cameroun) qui est maître d'ouvrage des logements de la Cité Verte et dont le Ministère de tutelle est le MINUH.
- ARTER SARL et AMON & NEON : PME camerounaises identifiées par l'ONUDI et qui réalisent les logements SIC.
- L'ENSP (Ecole Nationale Supérieure Polytechnique) de Yaoundé, dont deux diplômés qui ont suivi la formation et l'un d'eux qui a réalisé la maîtrise d'oeuvre pour AMON & NEON.

II. INTRODUCTION

Le projet DP/CMR/86/020 "Renforcement de l'appareil de production et de mise en oeuvre des matériaux locaux au Cameroun" vise à encourager la production nationale de matériaux de construction à partir des ressources naturelles locales et à coûts modérés. Ce projet prévoit de réaliser des constructions pilotes en partenariat avec la Société Immobilière du Cameroun (SIC), des PME du bâtiment (ARTER et AMON & NEON) et l'Ecole Polytechnique de Yaoundé (ENSP).

Le projet US/RAF/91/024 vise à assister deux promoteurs camerounais (ARTER et AMON & NEON) dans la mise en place d'une démarche qualité dans leur entreprise et d'assister les institutions nationales camerounaises dans l'élaboration de normes relatives au bloc de terre comprimée (BTC).

Les buts étant globalement :

- De promouvoir des technologies facilement maîtrisables et utilisatrices de main-d'oeuvre.
- De réaliser des recherches en vue d'améliorer les performances techniques des matériaux locaux.
- De former le personnel d'entreprise à la fabrication et à l'assemblage des blocs.
- De réaliser des constructions pilotes afin d'encourager la promotion de projets d'investissements valorisant les ressources naturelles disponibles.
- D'assister les institutions publiques dans la diffusion de ces matériaux auprès des professionnels du bâtiment et des utilisateurs.

Le but de ce rapport est d'en présenter les phases actives :

- Formation du personnel d'entreprise à la production et à la mise en oeuvre.
- Lancement et encadrement d'une unité de production de BTC.
- Elaboration d'une Démarche Qualité au sein de cette unité de production.
- Encadrement de la réalisation de six logements pilotes.
- Assistance à l'élaboration et à la mise en place de textes normatifs sur le BTC.

En faisant l'exposé du déroulement de chacune de ces phases, les différents problèmes rencontrés et les résultats obtenus afin de dégager une évaluation de chacun des points en vue de préparer des bases de recommandations aux différents partenaires pour améliorer leurs performances technico-économiques et promouvoir la diffusion des BTC au Cameroun.

III. FORMATION A LA PRODUCTION ET A LA MISE EN OEUVRE DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE

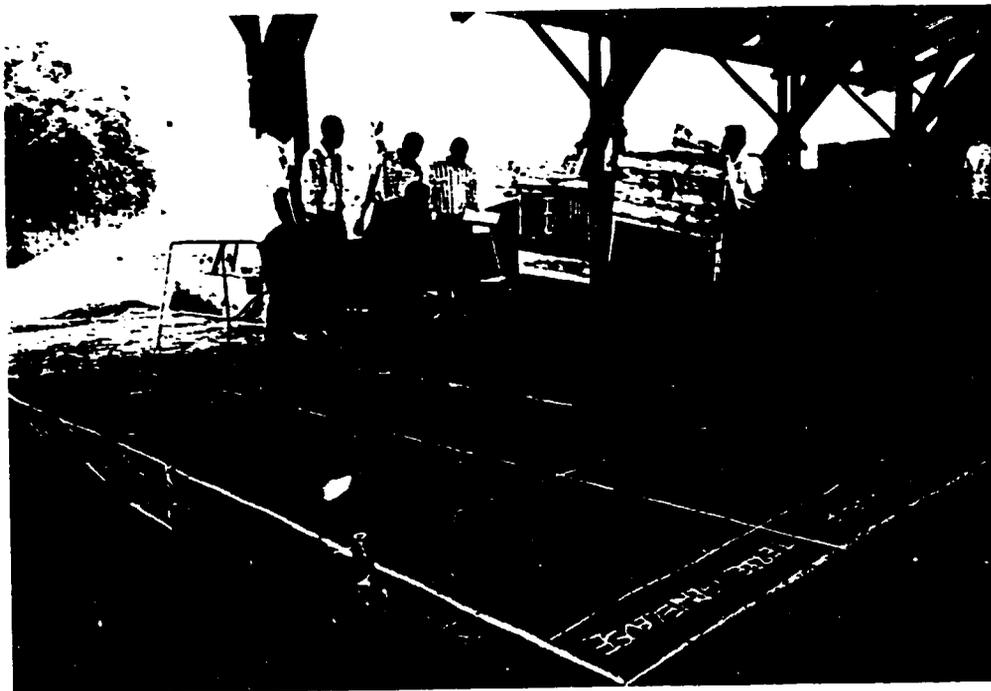
Note : Le détail de cette formation se trouve consigné dans un rapport séparé intitulé : "FORMATION DU PERSONNEL D'ENCADREMENT ET D'EXÉCUTION DES ENTREPRISES À LA PRODUCTION ET MISE EN OEUVRE DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE", daté de décembre 1991.

1. OBJET

Former :

- Le personnel d'encadrement des entreprises :
 - aux méthodes de stabilisation et aux tests de résistances des briques de terre,
 - à la préparation et à l'organisation des tâches,
 - à l'élaboration de planning de production et des interventions des différents corps d'état,
 - au suivi, à la gestion et à l'optimisation de la production,
 - au contrôle de la qualité des produits.
- Le personnel d'exécution des entreprises :
 - à la préparation des matières premières et des matériels,
 - au fonctionnement, au réglage et à l'entretien des machines,
 - à la fabrication des produits en terre comprimée (phase de broyage des matières premières, de malaxage, de moulage, de cure, de manipulation des produits, de stockage),
 - au contrôle de la qualité des briques,
 - au montage des briques de terre comprimée : gestes professionnels de base, techniques d'assemblage, techniques de protection (badigeons, enduits...),
 - au contrôle de la qualité de la maçonnerie réalisée,
 - au problème de sécurité dans les chantiers.

Cette formation a eu lieu du 30 septembre au 30 octobre 1991 à l'ENSP. 29 personnes ont été formées, il s'agissait en majorité du personnel des entreprises ARTER et AMON & NEON, mais aussi de cadres du MINUH, de la SIC et de l'ENSP.



2. CONTENU

Différents chapitres ont été abordés :

- Une introduction générale aux architectures de terre (histoire, universalités, ...).
- Matériaux et matériels (identification et sélection des terres, fonctionnement et réglages des équipements).
- La production des BTC (gestes et spécifications des différentes phases, organisation et contrôles de qualité).
- La mise en oeuvre des BTC (gestes et techniques d'assemblages et de finitions).
- Organisation, gestion, suivi et sécurité de la production et des chantiers.

Le tiers environ de cette formation a été constitué de cours théoriques en salles et le reste en exercices pratiques extérieurs consistant à l'appréhension de différentes terres, à la production réelle de 4 000 BTC de plusieurs types et à la construction de 9 murets de formes et de systèmes constructifs variés aussi bien par leur mise en oeuvre (appareillages, ouvertures, ...) que par leurs finitions (scellements, réservations, protections de surface, ...).

3. RÉSULTATS

Le niveau atteint par les participants en fin de formation était bon. Les exercices réalisés ont permis aux stagiaires, aussi bien qu'au public, d'appréhender rapidement les potentialités des BTC mais aussi le savoir-faire et les règles de l'art spécifiques à ce matériau. De plus, la réalisation grandeur nature des murets, ont permis au maître d'ouvrage (SIC) et aux entreprises d'effectuer de nombreux essais et de discuter des détails constructifs pressentis pour le chantier de la Cité Verte.



IV. PRODUCTION DE BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE

1. OBJET

Dans le but de renforcer l'appareil de production et de mise en oeuvre des matériaux locaux au Cameroun, projet DP/CMR/86/020, il s'agissait dans un premier temps, de produire des BTC à partir des ressources locales permettant la réalisation de 6 logements économiques pilotes à la Cité Verte de Yaoundé.

Pour ce faire, il s'agissait à la suite de la formation décrite précédemment :

- De s'assurer de la disponibilité et de la qualité des matières premières.
- De déterminer l'organisation spatiale et l'organigramme de production de la briqueterie.
- D'implanter et d'encadrer les postes de travail et la production des BTC nécessaires à la réalisation de l'opération pilote.

Dans le cadre du projet US/RAF/91/024 :

- De sensibiliser le personnel des entreprises (exécutant et encadreur) à la Démarche Qualité.
- De mettre en place la métrologie et les systèmes de suivi, de gestion et d'information relatifs à la Démarche Qualité.
- De mettre en place et de former au programme d'entretien et de prévention des pannes des machines.
- De former des responsables de briqueterie aux contrôles et à la gestion de la qualité.
- De proposer des conseils et des recommandations en vue d'optimiser la production.

2. IMPLANTATION ET ENCADREMENT DE L'UNITÉ DE PRODUCTION DE BTC

2.1. Disponibilité et qualité des matières premières

L'ENSP a procédé à l'étude et à l'analyse de 4 gisements, mais pour des raisons de qualité et de disponibilité, ils n'ont pas été retenus.

Lors de la préparation de la phase de formation, 2 gisements ont été sélectionnés :

- A Nkolbisson : site choisi pour les blocs produits pendant la formation, mais l'accessibilité difficile (problèmes de voisinage ainsi que de voies d'accès) ainsi que les quantités relativement faibles de terre adéquate ont justifié l'abandon de son exploitation.

-
- A l'ONDAPB (Office national de Développement de l'Agriculture et du Petit Bétail) : la terre du site assez graveleuse est toutefois de bonne qualité (présence de sable et d'argile en quantité adéquate). De plus, l'accès en est très facile, la capacité d'exploitation importante et la situation dans un terrain administratif, ce qui annule les problèmes avec d'éventuels voisins ou cultivateurs ainsi que la situation, proche à la fois de l'ENSP et de la Cité Verte (moins de 5 km), ont fait que c'est ce site qui ait été retenu pour la production des blocs de la Cité Verte.

2.2. Extraction

Lors de la formation, l'extraction de la terre a été faite manuellement par les stagiaires (pelles, pioches). Les transports ont été faits par camion-benne ou par pick-up. Ce mode d'extraction rudimentaire était possible du fait de la petite quantité de terre à extraire ($\approx 20 \text{ m}^3$), mais n'était plus envisageable pour la production des $\approx 40\,000$ blocs de la Cité Verte ($\approx 250 \text{ m}^3$), laquelle devait se faire mécaniquement. Mais de par les faibles trésoreries des PME et de par les retards de paiement de la SIC, la location d'engins s'avérait difficile. Grâce à de nombreuses démarches, il a été possible de disposer d'engins d'extraction : 1 pelle mécanique et 1 camion auprès de la communauté urbaine de Yaoundé III grâce à l'appui de l'ENSP, ainsi que 3 camions auprès de l'entreprise DRAGAGES grâce à l'appui du MINUH. Les seuls frais ont été ceux du dédommagement des chauffeurs et du carburant soit un coût presque dix fois moins élevé que celui d'une location normale.

2.3. Implantation de la briqueterie

Il avait été prévu initialement que la briqueterie soit située à l'ENSP pendant la formation et ensuite sur le chantier de la Cité Verte pour la production des BTC des logements.

Pour finir, la briqueterie est restée durant tout le projet à l'ENSP pour les raisons suivantes :

- L'alimentation en électricité 330 V triphasée à la Cité Verte aurait dû être installée spécialement ce qui d'une part aurait engendré un surcoût non négligeable et surtout un délai de livraison trop important (1 à 2 mois).
- L'installation de la briqueterie à la Cité Verte aurait occasionné de nombreux travaux de terrassements ainsi que l'installation d'un petit hangar.

En bref, l'installation complète de la briqueterie aurait coûté environ 1 million de FCFA alors que le marché signé par les PME avec la SIC ne prévoyait que 300 000 FCFA.

L'installation de la briqueterie à l'ENSP avait l'avantage de bénéficier d'une infrastructure très satisfaisante : grande halle, sol dallé, eau - électricité, facilité d'accès au laboratoire, gardiennage, etc. Il y avait par contre l'inconvénient d'avoir des transports supplémentaires de la briqueterie au chantier ainsi qu'une légère perte du côté démonstratif : la production des matériaux directement sur le chantier ainsi que le couvert "scientifique" de l'ENSP qui contredisait un peu aux yeux du grand public, l'accessibilité que peut avoir la production de BTC.

2.3.1. Site

La Halle de l'ENSP mesure 31,90 m par 14,60 m soit une surface de 466 m² partagée en 6 modules de 4,50 m par 14,60 m entrecoupé par les soutènements des piliers. La hauteur de la halle est d'environ 5 m à la base et 9 m au faite. Le sol est constitué d'une dalle en béton. Une voie de desserte bitumée permet l'accès d'un côté, l'opposé est terminé par un mur de soutènement, les deux faces longitudinales sont bordées par des terrains vagues permettant facilement le stockage d'une grande quantité de terre (500 à 1 000 m³).

La presse, propriété de l'ENSP depuis 1988, est stockée dans la halle et a un encombrement de 7 m par 2,50 m soit 17,5 m². Le premier module côté desserte est occupé par une petite construction servant occasionnellement de bureau qui fait environ 20 m². A une trentaine de mètres de la halle, sur le bord de la zone de stockage, se trouve un petit bâtiment construit par AMON & NEON et qui tient lieu de bureaux et de magasin, le tout a une surface d'environ 70 m². Un point d'eau branché sur le réseau public est proche de la desserte ainsi qu'une alimentation électrique au côté opposé.

Les murets construits lors de la formation sont situés dans les deux modules côté mur, trois d'entre eux ont été détruits pour permettre le stockage des BTC.

2.3.2. Matériel

Dans le cadre du projet, il a été choisi l'option de briqueterie mécanisée soit une presse motorisée, un malaxeur planétaire 250 l motorisé et un broyeur à marteaux motorisé, ce qui permet une production journalière réelle moyenne d'environ 1 500 blocs avec une dizaine d'ouvriers.



Les machines choisies sont de fabrication française. Le broyeur à marteaux a un rendement de $\approx 40 \text{ m}^3/\text{jour}$ et un encombrement au sol de $1 \text{ m} \times 1,30 \text{ m}$.

Le malaxeur planétaire a une capacité utile de $\approx 130 \text{ l}$, soit un rendement $\approx 15 \text{ m}^3/\text{jour}$ et un encombrement au sol de $1,10 \times 1,45 \text{ m}$.

La presse motorisée peut avoir une production réelle $\approx 1\,500$ blocs/jour soit environ $15 \text{ m}^3/\text{jour}$ de terre foisonnée et un encombrement au sol de $1 \times 1,30 \text{ m}$.

Toutes ces machines sont équipées de roues et peuvent facilement être déplacées.

Leur consommation totale est de 10 KW/h soit en moyenne 60 KW par jour, étant donné que les machines ne fonctionnent pas toutes à plein temps.

2.4. Organisation spatiale

2.4.1. Typologie

Les roues de la presse motorisée se démontant pour la production, il a été choisi d'avoir une presse fixe. Pour des raisons de commodité (poussière), le broyeur a été placé relativement loin de la zone la plus occupée (malaxage, pressage, cure) tandis que le malaxeur se trouvait à proximité immédiate de la presse, il a été envisagé d'intégrer le malaxeur à la presse en la rehaussant et en l'équipant d'une trémie de stockage en attente du pressage. Cette solution aurait eu l'avantage de supprimer un poste de travail (le chargeur manuel de la presse) et de donner un caractère plus industriel à l'unité de production. Mais avec l'inconvénient que la surélévation et la trémie auraient coûté relativement cher et n'aurait pas été très proches des configurations que pourront, par la suite, installer les entreprises du projet. Il s'agit donc d'une unité à presse fixe autonome.

2.4.2. Contraintes

Cette typologie pour être rationnelle, suppose une aire de stockage rayonnant autour de la presse, afin de réduire au maximum les transports de blocs démoulés.

La production des blocs a commencé alors que la saison des pluies n'était pas terminée et que la terre était trop humide, il fallait donc installer, du moins à titre provisoire, une zone de séchage où l'on pouvait étendre la terre en fine couche en zone abritée pour qu'elle sèche.

La production étant faite par deux entreprises, il était important de pouvoir séparer clairement les zones de stockage de chacune afin de déterminer facilement qui était propriétaire des blocs.

Il fallait aussi prévoir les accès pour le stockage des matières premières (terre, sable) ainsi que ceux permettant le déstockage des blocs vers le chantier.

Il fallait aussi tenir compte de l'encombrement de la presse acquise par l'ENSP en 1988 et du petit bâtiment de bureau.

2.4.3. Surfaces des postes abrités

Séchage :

Une zone centrale de séchage de $\approx 65 \text{ m}^2$ avec deux extensions possibles sur les bords de la halle côté desserte de 15 m^2 chacune.

Sable :

Le sable étant livré sec, il peut être entassé, une zone prise entre deux piliers de $\approx 13 \text{ m}^2$ qui permet facilement le stockage d'un camion benne (4 à 5 m^3).

Broyage :

Une zone ceinte de planche, pour éviter la dispersion de la terre de $\approx 7 \text{ m}^2$ machine comprise.

Tamissage :

Une zone avec deux tamis (10 mm et 5 mm) de $\approx 7 \text{ m}^2$.

Dosage Terre Sable :

Une zone comprenant les brouettes et les circulations de $\approx 6 \text{ m}^2$.

Malaxage :

Une zone comprenant la rampe de chargement (5 x 1 m), le malaxeur, le dosage en ciment et en eau et les circulations de $\approx 25 \text{ m}^2$.

Pressage :

Une zone d'attente du mélange, la presse et les circulations de $\approx 10 \text{ m}^2$.

Cure :

Il avait été envisagé une cure en deux temps (1ère cure 2 jours, puis 2ème cure 26 jours) mais pour éviter les nombreuses manipulations de blocs et vu l'espace disponible, ne nécessitant pas l'empilement sur la plus grande hauteur possible, il a été décidé de ne faire qu'un stockage direct (démoulage -> livraison).

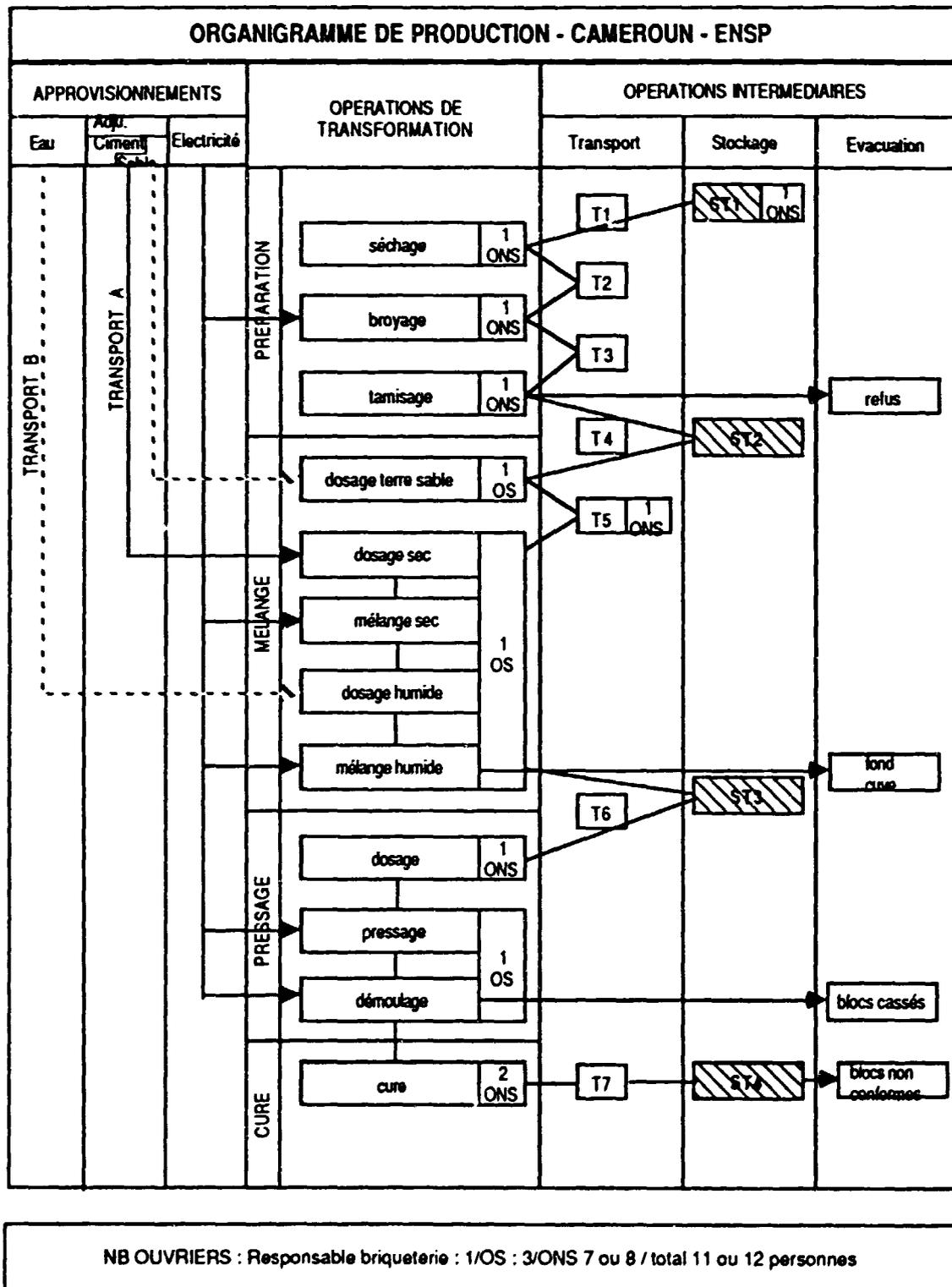
Il y a donc, de par et d'autre de la halle, 2 zones de stockage pour chaque entreprise d'environ 7 000 blocs chacune (soit un total de 4 zones de 7 000 blocs soit $\approx 27 \text{ m}^2 \times 4 = 104 \text{ m}^2$) y compris les circulations.

En face de la sortie des blocs se trouve deux zones de stockage pour les blocs spéciaux, chacune de 1 500 blocs soit un total de $\approx 2 \times 8,5 \text{ m}^2 = 17 \text{ m}^2$. Au cas où il n'y a plus de nécessité de sécher la terre, la zone de séchage peut servir de zone de stockage et ainsi permettre un rayonnement autour de la presse. Cette zone permet le stockage d'environ 10 000 blocs pour $\approx 40 \text{ m}^2$ (circulations comprises). Les blocs sont posés sur champ et sur 10 hauteurs.

Total :

On arrive donc à une surface utile d'environ 320 m^2 , il y a environ 70 m^2 en plus qui ne sont pas directement utiles mais dus à la configuration de la halle. Cette surface est entièrement abritée et avec un sol dur et plane (béton). On voit qu'il y a environ 10 % de la surface qui est inutile ainsi qu'un "luxe" qui n'est pas nécessaire (tout ne doit pas être abrité), ce qui montre qu'il est possible d'installer une briqueterie plus simple à frais bien plus bas.

2.5. Organigramme de production



L'organigramme de production ci-dessus prend en compte toutes les opérations après extraction de la terre et arrivée à l'ENSP jusqu'au stockage des blocs avant utilisation.

2.6. Description des opérations

2.6.1. Opérations de transformation

Chacun de ces postes comporte une transformation des matières premières en vue d'obtenir des BTC :

Séchage/Extraction :

Ce poste n'est pas indispensable, il dépend évidemment des saisons des pluies, soit environ 5 mois par année. Durant la mission, il a été opérationnel de mi-novembre à fin décembre soit environ 30 % sur un total de 4 mois et demi de production.

Ce poste occupe 1 ONS à plein temps, soit 2 ONS à mi-temps qui se répartissent cette tâche avec le transport de la terre du stockage 1. En saison sèche où il n'y a plus besoin de séchage, cet ouvrier participe au transport de la terre, laquelle étant durcie nécessite d'être creusée à la pioche.

Outillage : 1 pelle, 1 pioche.

Broyage :

Remplissage du broyeur avec la terre séchée.

Ce poste occupe 1 ONS à 2/3 à 3/4 de temps, le reste du temps cet ouvrier peut aider au séchage au tamisage et/ou au transport de la terre du stock 1.

Outillage : 1 pelle.

Tamisage :

Passage de 20 à 30 % la terre broyée dans un tamis de 10 mm. En fait, la préparation du mortier s'est, la plupart du temps, faite en même temps que la production d'où la présence d'un deuxième tamis de 5 mm.

Ce poste occupe, en tenant compte de la préparation du mortier, 1 ONS à plein temps.

Conclusions - préparation terre :

En comptant l'ouvrier effectuant les transports du stockage 1, on totalise 4 ONS lesquels en fait procédaient à un tournus selon les nécessités entre transport, broyage et tamisage.

Dosage terre/sable :

Il faut effectuer les différents dosages entre terre broyée, terre tamisée à 10 mm et sable, dans les brouettes en partance pour le malaxeur.

Ce poste occupe 1 OS à plein temps qui parfois aide au transport vers le malaxeur.

Outillage : 1 pelle, 2 seaux et 1 ou 2 brouettes.

Mélange :

Il faut doser le ciment à l'aide d'une boîte doseuse confectionnée à cet effet, effectuer un mélange à sec, doser la quantité d'eau nécessaire (donc s'approvisionner au point d'eau), faire le mélange humide à la TEO (Teneur en Eau Optimum), vidanger et nettoyer le malaxeur.

Ce poste occupe 1 OS à plein temps.

Outillage : 1 truelle, 1 boîte doseuse de ciment, 1 arrosoir et éventuellement 1 montre.

Dosage :

Il faut charger la presse par la trémie doseuse et en cas de production de blocs spéciaux (évidés), dose la quantité de terre dans un seau gradué.

Ce poste occupe 1 ONS à plein temps.

Outils : 1 pelle et 1 seau gradué.

Pressage/démoulage :

Il faut vérifier que le moule soit bien rempli et actionner les commandes de la machine, pour ainsi donner le rythme de production.

Ce poste occupe 1 OS à plein temps.

Cure :

Il faut récupérer les blocs au démoulage, les transporter au lieu de cure et les empiler correctement puis humidifier et bâcher les blocs.

Ce poste occupe 2 ONS à plein temps.

Outils : 2 brouettes transformées pour le transport des blocs, 1 arrosoir, des bâches en polyane.

Conclusions : mélange-pressage et cure :

Ces postes ont des tâches et des affectations précises, c'est en effet eux qui donnent le rythme de la production.

2.6.2. Opérations intermédiaires

2.6.2.1. Transport

On peut distinguer 2 types de transport :

- principaux,
- annexes.

Les transports principaux supposent une affectation spéciale à ces postes telle que :

- le transport de la terre au lieu de préparation T1 qui occupe 1 ONS à plein temps,
- le transport du mélange terre-sable au malaxage T5 qui occupe 1 ONS à plein temps,
- le transport du mélange à la sortie du malaxeur à la trémie de la presse T6 qui occupe 1 ONS chargé du dosage (à la pelle ou au seau) ; son dosage est un transport en lui-même,
- le transport des blocs démoulés au lieu de cure T7 qui occupe 2 ONS aussi chargés de l'empilage et de l'humidification (cf. cure).

Les transports annexes sont effectivement indispensables mais de plus courtes distances et sont réalisés par des ouvriers conjointement à la tâche qui les occupe .

T2 du séchage au broyage effectué par les ouvriers de chacun de ces postes.

T3 du broyage au tamisage effectué par l'ouvrier au tamisage, en effet le tamis est posé directement à côté du tas de terre broyée, le transport se réduit donc au versage sur le tamis.

T4 du tamisage et broyage au dosage, c'est l'ouvrier en poste au dosage terre-sable qui en fait se sert dans les 2 tas voisins afin de remplir seaux et brouettes.

TA transport du ciment du magasin au lieu de dosage, il s'agit pour 1500 blocs par jour d'environ 15 sacs de ciment, soit 5 à 7 voyages d'une trentaine de mètres, effectués soit par les ouvriers affectés à la préparation de la terre, soit par l'ouvrier en poste au dosage et malaxage.

TB transport de l'eau sur une vingtaine de mètres :

2 solutions :

- tous les 2 malaxages l'ouvrier en pose va remplir sa brouette,

- un fut de 200 l est installé à proximité du malaxeur et rempli le matin par l'ouvrier malaxeur.

Stockage

Stockage 1 :

Il s'agit de la terre transportée de la carrière pour une production journalière de 1 500 blocs. Il faut environ 7 m³/jour soit 10 à 12 m²/jour d'où une zone de stockage minimale de 120 m².

Stockage 2 :

Il s'agit de la terre préparée (broyée et tamisée) ainsi que du sable (cf. Organisation spatiale, sable : 13 m²) pour la terre broyée il faut environ 9 m²/jour, pour la terre tamisée environ 3 m²/jour et pour le sable environ 3 m²/jour.

Stockage 3 :

Il s'agit de stockage du mélange terre-sable-ciment-eau en attente de pressage, un volume de 130 l soit une surface d'environ 3 à 4 m² (circulations comprises).

Stockage 4 :

Il s'agit du stockage des blocs en cure (cf. organisation spatiale) soit environ 125 m² (circulations comprises) donc environ 3 à 4 semaines de production.

2.6.3. Evacuations

Refus de tamisage :

Ils sont évacués par les ONS travaillant à la préparation de la terre, en principe en fin de journée. Ils sont stockés afin de les utiliser comme gravier de drainage (abords de la briqueterie ou chantier).

Fond de cuve du malaxeur :

Les dépôts de mélange dans le malaxeur sont périodiquement évacués (tous les 1 ou 2 malaxages pour réduire l'usure des pales du malaxeur) par l'ouvrier chargé du remplissage de la presse ou par un des ouvriers à la préparation de la terre. Ils sont déposés sur les stocks en attente de broyage.

Blocs cassés au démoulage :

Ils sont évacués par les ouvriers en poste à la cure et stockés en attente de broyage.

Blocs non conformes :

Ils sont stockés séparément par les ouvriers en poste à la cure ou par les transporteurs de blocs vers chantier et peuvent être utilisés pour des petits travaux (exercices de maçonnerie, travaux de remblais ou de compactage des sols, etc.).

2.6.4. Approvisionnements**Eau :**

Un point d'eau branché sur le réseau public se trouve d'un côté de la halle (cf. transport).

Electricité :

La halle est alimentée en courant 380 V triphasé des connexions temporaires ont été effectuées afin d'alimenter les 3 machines. Les équipements restant sous surveillance de la pépinière d'entreprise de l'ENSP, jusqu'à décembre 1992, elle aura à charge d'effectuer un branchement comportant un tableau électrique et des coupe-circuits.

Ciment :

Il s'agissait de ciment CIMENCAM CP 325 fourni par un marchand de matériaux proche et en petites quantités (10 à 20 sacs) afin de réduire les risques de vol.

Sable :

Il s'agissait de sable de rivière sanaga bien gradué de 3 à 0,03/0,02 mm.

2.7. Implantation des postes de travail**2.7.1. Répartition de la production aux deux entreprises**

En principe chaque entreprise produisait alternativement chaque semaine, mais en pratique le tournus n'était pas aussi régulier et se décidait chaque semaine lors d'une réunion PME/ONUDI. La répartition dépendait essentiellement des capacités financières à se fournir en matériaux et à salarier leurs ouvriers, ainsi que des besoins en blocs sur le chantier de la Cité Verte.

Arter

On peut distinguer 3 phases dans la production de cette entreprise :

- De mi-novembre à mi-décembre :
Production de BTC seule (12 jours de production).
- De mi-décembre à fin janvier :
Production de BTC conjointe au chantier Cité Verte (15 jours de production).
- Du 9 mars à fin mars :
Production de BTC pour le gymnase INIS (14 jours de production).

Chacune de ces phases a eu un fonctionnement spécifique :

- Lors de la première phase, le chantier n'ayant pas démarré, tout le personnel ayant participé à la phase de formation était disponible pour la production avec un encadrement satisfaisant du chef de chantier.
- Lors de la deuxième phase, la majorité du personnel formé travaillait sur le chantier, 4 ouvriers formés travaillaient à la production, aux "tâches spécialisées". Le chef d'équipe, différent de la première phase, ne pouvait encadrer la production de manière satisfaisante de par le fait qu'il travaillait lui-même à la production et n'avait pas le recul suffisant.
- Lors de la troisième phase pour éviter le mauvais encadrement, l'entreprise a désigné un responsable de briqueterie formé, spécialement par l'expert ONUDI, à la gestion et aux contrôles de qualité. De plus le chantier touchant à sa fin, certains ouvriers formés ont réintégré la production.

Amon & Néon

On peut distinguer 3 phases dans la production de cette entreprise :

- De fin novembre à mi-décembre :
Production de BTC seule avec 2 équipes de production (12 jours de production).
- De mi-décembre à début février :
Production de BTC avec une seule équipe conjointement au chantier.

Chacune de ces phases a eu un fonctionnement spécifique :

- Lors de la première phase, l'entreprise a travaillé avec 2 équipes de production, ce que l'expert avait vivement déconseillé. En effet, le personnel formé a été dispersé et entouré d'une majorité d'ouvriers engagés au jour le jour qui n'acquerraient que difficilement les gestes. De plus, vu la durée de la production, un encadrement de qualité était difficile à assurer, en fait il était fait par un des ouvriers de chaque équipe, ces derniers n'avaient ni le recul, ni tout à fait les compétences requises.
- Lors de la deuxième phase, les choses se sont améliorées du fait du passage à une seule équipe, ce qui a permis de concentrer le personnel formé et de faire un encadrement de meilleure qualité. Toutefois, indépendamment des compétences, la production a été heurtée par les problèmes financiers de l'entreprise.

2.7.2. Remarques générales

Les postes de travail définis par l'organigramme de production ainsi que l'organisation spatiale n'ont quasiment pas été modifiés. Parfois le personnel affecté au transport et au séchage de la terre a été plus important compte tenu des conditions climatiques, mais de manière générale les postes et leur effectif sont restés fixes.

2.8. Essais de mise au point

Après avoir défini l'organigramme de production et l'organisation spatiale, les méthodes et moyens, qui tous deux traitent davantage la gestion des ressources humaines, il faut s'attacher à la définition de la transformation des matériaux et à l'obtention des produits.

2.8.1. Calcul global des consommations

CADENCE :

1 500 blocs/jour

PRODUIT :

dimensions : 29,5 x 14 x 9 cm

masse volumique sèche : 1 800 kg/m³

TERRE A EXTRAIRE : 10 m³

teneur en eau naturelle : 4 à 13 %

TERRE TAMISEE : 1,75 m³

refus : 0,1 m³

ADJUVANT :

sable : 0,9 m³ - TEN : 2 à 4 % - dosé : 11 %

ciment : 0,775 t - dosé : 6 %

eau : 0,3 à 0,4 m³

PRESSE :

taux de compression : 1,83

teneur en eau Optimum : 15-16 %

blocs cassés : 5 % de la production

blocs produits : 1 500 u - 11,6 t - 5,6 m³

CURE :

5,5 m²/jour

NOTE : les pourcentages sont calculés en poids sec sauf pour les blocs cassés.

2.8.2. Définition des dosages

Ciment :

Les essais effectués lors de la formation ont permis d'établir que le dosage des blocs en ciment à 6 % en poids était bon. Les raisons bien entendu sont avant tout d'ordre technique (résistance à l'eau, performances mécaniques, etc.) mais aussi d'ordre stratégique. En effet, lors du lancement d'un matériau, il est opportun de le présenter sous son meilleur jour, afin d'en illustrer toutes ses potentialités, tout en restant dans une politique d'économie. Ce taux de stabilisation permettait, outre les avantages décrits ci-dessus d'avoir des blocs aux parements lisses et résistants, car l'aspect est souvent le premier critère de jugement du public.

Terre-sable :

Du point de vue de la cohésion : la terre de l'ONDAPB était relativement graveleuse, des premiers essais ont été faits en l'utilisant telle quelle avec du sable comme dégraissant à cause de la présence un peu trop importante d'argile. Les premiers essais ont été faits avec 2 seaux de sable (= 22 %) mais les blocs étant friables, le dosage a été réduit progressivement à 1 seau (11 %) avec lequel les blocs avaient une bonne cohésion.

Du point de vue de l'aspect : la terre trop graveleuse donnait des parements rugueux avec quelques trous de surface. Des essais ont été faits avec de la terre tamisée (= 10 mm) afin de réduire les graviers. Le dosage optimum étant de 2 seaux de terre tamisée (23,7 %) pour 7 seaux de terre broyée (59,1 %).

Dosage final :

	Pds/volume (1 seau = 12 l)	% en poids sec
Terre broyée	7 seaux	59,1 %
Terre tamisée	2 seaux	23,7 %
Sable	1 seau	11 %
Ciment	10 kg	6,2 %

2.8.3. Fiche de fabrication et performances des produits

Géométrie

La régularité des dimensions est importante car des variations trop importantes peuvent perturber la précision des appareillages. Des tolérances dimensionnelles ont été fixées : $L \begin{smallmatrix} +1 \\ -3 \end{smallmatrix} \text{ mm}$ $l \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix} \text{ mm}$ $h \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix} \text{ mm}$ (L = longueur ; l = largeur ; h = hauteur).

Les résultats obtenus lors des différents contrôles de fabrication, les produits sont restés dans les marges de tolérance fixées. Les principales variations ont été celles de hauteur qui pour un même bloc pouvait donner une arête oblique avec des hauteurs allant de 8,9 à 9,2 cm. Ce qui s'explique par une mauvaise répartition de la terre par l'opérateur de la presse, qui ne vérifiait pas suffisamment que la terre en haut du moule soit étalée bien horizontalement. Le meilleur moyen pour y palier est de désigner un opérateur de presse fixe qui tiendra toujours ce poste et acquerra ainsi "l'oeil" lui permettant réglage et dosage optimum.

Aspect

L'appréhension de l'aspect d'un bloc permet de distinguer deux stades de qualité :

- Mauvaise fabrication évidente (fissures de retrait à cause de terre trop argileuse, mauvaise cohésion à cause de terre trop sèche, etc.).
- Une bonne fabrication mais avec un aspect rugueux (p.e. terre graveleuse).

Il faut fixer là-aussi des seuils de tolérance qui vont dépendre de la destination des blocs.

Une mauvaise fabrication avec des risques de rupture de blocs (p.e.) est bien sûr à proscrire mais un bloc résistant à l'aspect rugueux n'est pas forcément à proscrire si ensuite ce bloc va être enduit. C'est pourquoi plusieurs paramètres sont à observer pour l'acceptation ou non d'un bloc.

Dans notre cas, il était souhaitable que la majorité des blocs aient un aspect lisse afin de laisser la possibilité qu'ils restent bruts ou soient seulement badigeonnés, sauf pour les murs des pièces humides (= 20 % des BTC). C'est pour cette raison qu'une partie de la terre a été tamisée afin de réduire les graviers pour obtenir un aspect lisse. Toutefois les performances mécaniques des blocs constitués de terre broyée seule sont équivalentes.

Caractéristiques physiques

Masse volumique :

C'est une donnée facile à obtenir, il suffit d'une balance et d'un mètre et c'est un bon indicateur des performances d'un bloc.

La masse volumique humide 2 055 kg/m³ (au démoulage) avec un TEN = 15 % ce qui donnait une masse volumique sèche = 1 750 kg/m³ à 1 800 kg/m³.

Capacité d'absorption (capillaire et par immersion) : des essais de "terrain" ont été effectués, mais vu l'imprécision des pesées, les résultats chiffrés n'ont pas de valeur, toutefois ils ont permis d'observer que l'absorption en général était faible (moins de 10 % par immersion).

Performances mécaniques

La résistance à la flexion est l'essai qui a été le plus souvent utilisé grâce à la simplicité de l'appareillage (casse-bloc artisanal) et qui permet une évaluation rapide du niveau de performance avec une précision acceptable.

De plus sans pouvoir être fixée clairement (sans essais de laboratoire), une corrélation existe avec la résistance à la compression qui peut être déduite approximativement : R. Flexion = 6 kg/cm² après 7 jours de cure.

Des essais de compression ont été faits en laboratoire avec des résultats dépendant de l'humidification des blocs : R. Compression = 35 à 70 kg/cm². Ces résultats sont tout à fait satisfaisants pour des constructions à un niveau, tel qu'à la Cité Verte.

2.8.4. Conclusions

Les différents essais de mises au point ont permis de définir les différents paramètres conformément aux performances souhaitées. Le détail des différents contrôles effectués pendant la production sera développé dans le chapitre concernant la Démarche Qualité.

2.9. Productivité

Plusieurs paramètres interviennent pour obtenir une bonne productivité :

- La compétence du personnel, dépendant d'une formation de qualité et du savoir-faire acquis par l'expérience.
- La qualité de l'organisation de l'équipe de production dépend de l'encadrement de l'équipe et ainsi de la responsabilisation de chaque ouvrier.
- La bonne gestion de la briqueterie notamment par la gestion des stocks et des approvisionnements.
- L'entretien et la maintenance des équipements afin d'éviter les pannes et les arrêts de production.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur "l'implantation des postes de travail", l'organisation et l'encadrement du personnel ont connu des fluctuations dans les deux entreprises qui allaient tout de même en s'améliorant.

	Blocs standards (4/4)						Blocs spéciaux (3/4 - 1/2 ...)					
	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Mov.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.	Moy.
ARTER												
Production jour moy.	1 030		860		1 150	1 035	250	355	180		600	295
Nombre de jours	11		3		5	19	1	4	7		2	14
AMON & NEON												
Production jour moy.	770	940	850			865		480		325		395
Nombre de jours	8	11	15,5			24,5		4		5		9

Remarques

Il faut remarquer que le nombre total de jours de production est faible (66 jours pour les 2 entreprises).

De plus, il apparaît aussi que la production pour les deux entreprises est entrecoupée de longs arrêts. Tout ceci à cause des difficultés de financement qui ont passablement retardé et haché le projet.

Or il est évident que pour acquérir un rythme de croisière de production, il faut pouvoir travailler en continu et sur une période assez longue, afin que chaque ouvrier se stabilise à un poste fixe et que les mécanismes d'équipe s'installent.

En l'occurrence, chaque reprise de production, était presque comme s'il s'agissait du démarrage, en tout cas du point de vue organisationnel.

Il faut signaler pour ce type de briqueterie mécanisée, outre la nécessité que chaque ouvrier trouve sa place, l'importance d'une supervision exercée à plein temps par une personne ne travaillant pas directement à la chaîne de production, du moins jusqu'à l'obtention d'une production optimale. Dans ce cas, la supervision peut se réduire à un mi-temps.

3. DÉMARCHE QUALITÉ

3.1. Introduction

Pour qu'une démarche qualité soit opérationnelle, il est indispensable qu'il s'agisse d'une volonté délibérée de l'entreprise, aussi bien des responsables, des encadreurs que du personnel exécutant.

Le but d'une démarche qualité est de mettre en place les moyens permettant de s'écarter le moins possible des objectifs définis, lesquels prennent en compte des aspects techniques, mais qui sont essentiellement économiques : fabriquer le produit demandé au coût le plus bas.

Le prix de vente est composé essentiellement des matériaux, de la main-d'oeuvre, de l'énergie et des charges.

Matériaux :

Les blocs produits doivent être tels que définis, ni trop mauvais, ni trop bons, ce qui suppose impérativement :

- le respect des dosages et donc des consommations fixées,
- la régularité des performances des produits,
- le choix de matériaux de la qualité prescrite (p.e. si l'on change de terre, il faudra revoir les dosages),
- l'approvisionnement aux coûts fixés.

Main-d'oeuvre :

Le personnel doit être organisé de manière à fournir sa rentabilité maximale ce qui signifie que l'effectif établi doit permettre à la chaîne de production de tourner en continu et que tout le monde doit être actif. Les méthodes doivent être précises et l'organisation spatiale éviter les déplacements inutiles.

Energie :

Les capacités et rendements des machines doivent être connus afin d'établir les temps d'utilisation idéaux de chaque machine pour réduire ainsi l'utilisation inutile d'énergie. Leur entretien doit éviter les pannes immobilisant la chaîne.

Charges :

La gestion de l'entreprise doit être maîtrisée afin de réduire au maximum les charges.

Sensibilisation du personnel

L'ensemble du personnel doit prendre en compte les impératifs ci-dessous :

- Les responsables doivent être conscients de la globalité de la démarche mais plus précisément de la gestion, de la planification et du contrôle des coûts.
- Les encadreurs doivent effectuer de nombreux contrôles (organisation, fabrication, produits, rendements) afin de maintenir la production dans les objectifs fixés (techniques et économiques).

-
- Les exécutants sont surtout responsabilisés sur la constance de la qualité (matières premières et produits) qu'ils doivent vérifier et comptabiliser. Ils doivent aussi intervenir dans le respect de la productivité par exemple grâce à un système de primes.

3.2. Moyens de sensibilisation

Ils passent par une information la plus grande et la plus précise possible.

Compréhension de la répartition des coûts dans le prix de vente des blocs illustrés, suivant les compétences, par des décompositions calculées ou par des images. Par exemple : devant une pile de blocs, le nombre de sacs de ciment vides utilisés ou des essais de résistance avec le casse-bloc de terrain de blocs à différents taux de stabilisation et le prix correspondant de chaque bloc. Autre exemple : en fin de journée l'affichage devant la pile produite du coût direct du bloc en fonction de la productivité du jour, etc.

Informations sur les composants : les quantités consommées doivent être connues de tous car elles ont des prix unitaires connus de tous et leur visualisation en volume permet de donner une échelle au coût de production, et la productivité étant sensée fixe, elles permettent à chacun d'avoir une vision de la régularité des dosages et donc de la qualité des blocs.

Informations sur la production et les produits : les quantités produites ainsi que tous les contrôles effectués doivent faire l'objet d'une diffusion afin de responsabiliser les ouvriers. Le fait de savoir s'ils font de bons ou mauvais blocs est fondamental pour valoriser leur travail ainsi que leur productivité dont ils doivent être fiers et dont va dépendre indirectement leur salaire s'il existe un système de primes.

Note : ces diverses informations sont aussi utiles pour la clientèle qui peut ainsi vérifier le sérieux de l'entreprise, et aussi connaître les informations de base sur le produit.

Ces différents exemples ont été diffusés dans le cadre du projet :

- Lors de la formation où :
 - . des calculs de coûts ont été suivis selon différents scénarios par chacun,
 - . des bases de gestion ont été abordées.
- Lors de la production :
 - . différentes illustrations (cf. exemples) ont été faites sur la briqueterie,
 - . des tableaux de comptage des différents postes ont été installés,
 - . des tableaux de contrôle de blocs et de la productivité ont été installés,
 - . différentes fiches de suivi ont été distribuées au chef d'équipe.
- Lors de la formation particulière (février-mars) des responsables de briqueterie à qui ont été expliqués les principes et moyens de la démarche qualité (cf. plan + manuel et fiches de suivi, d'enregistrement, de contrôles et de gestion) ainsi que les procédures d'essais simplifiés pour effectuer les contrôles et les analyses des suivis permettant d'établir non-efficacité et non-qualité.

3.3. Métrologie et systèmes de suivi et de gestion

Comptages

Des tableaux remplis par les ouvriers ont été installés à différents postes afin d'une part de mesurer les consommations quotidiennes et d'autre part de pouvoir effectuer des recoupements permettant de vérifier la qualité des dosages.

Dosage terre/sable :

1 tableau spécifiant en seaux et brouettes les dosages de terre broyée, terre tamisée et sable.

1 tableau comptant le nombre de brouettes et le nombre de seaux de sable.

Malaxage :

1 tableau comptant le nombre de doses de ciment (10 kg) et le nombre de sacs ciment.

1 tableau comptant le nombre de malaxage.

Pressage :

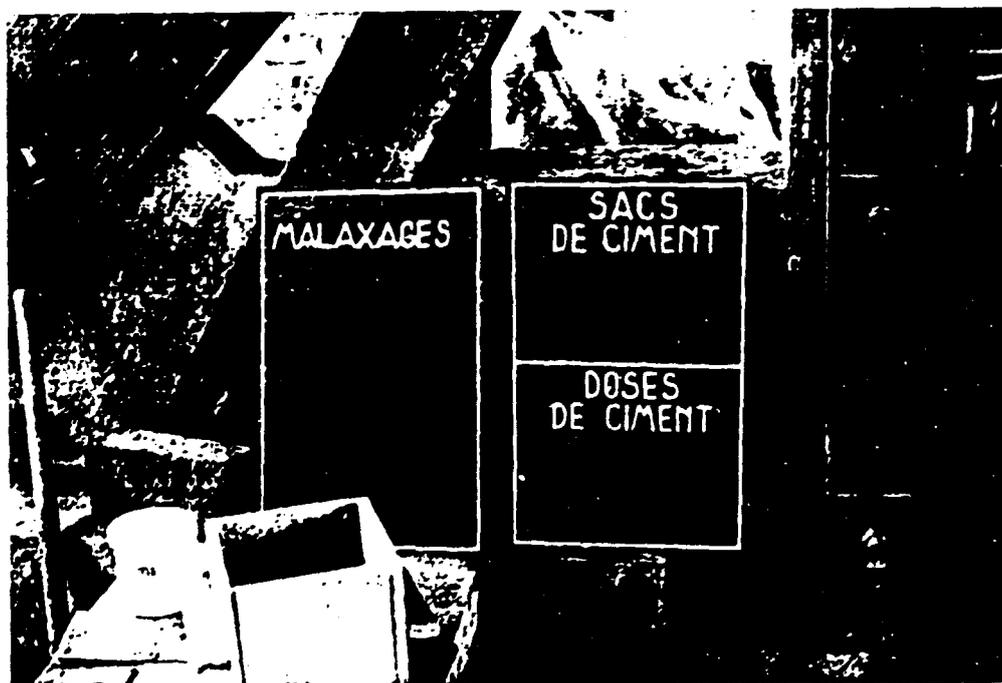
1 tableau comptant le nombre de blocs cassés.

Cure :

1 tableau comptant le nombre de bloc stockés donc produits journalièrement pendant 1 semaine.

Recoupements :

Nombre de seaux de sable = nombre malaxages = nombre de doses de ciment (1 seau de sable pour 2 brouettes) (5 doses ciment = 1 sac ciment) (1 malaxage = 21 blocs).



Contrôles

Des tableaux recensant les critères de qualité ont été installés sur lesquels sont définies des marges de tolérance pour de bons blocs permettant ainsi de visualiser rapidement si la production est bonne ou mauvaise.

- Poids des blocs au démoulage avec indication de sa masse volumique :
tolérance 8 kg/bloc $\pm 0,5$ kg (masse vol. = 1900 ± 50 kg/m³).
- Dimensions des blocs (hauteur seulement, les autres ne variant presque pas) :
tolérance H : 9 cm $\begin{matrix} +2 \text{ mm} \\ -1 \text{ mm} \end{matrix}$
- Résistance à la rupture (avec casse-bloc) (Résist. flexion) :
R min = charge = 14 blocs (133 kg -> R Flex = 3,3 kg/cm²).
- Un tableau des responsabilités indiquant la date, l'entreprise, le nom du chef d'équipe et le nom des ouvriers à chaque poste (séchage, broyage, dosage, malaxage, presse, cure).

Essais de briqueterie (voir aussi les fiches de contrôle en annexe)

Trois types de contrôles ont été définis :

- Contrôle de fabrication qui permet de vérifier si chacune des opérations de transformation est effectuée correctement ainsi que la qualité des composants.
- Contrôle des blocs qui permet de savoir si les performances et apparences du produit sont bonnes.
- Contrôle de l'organisation qui permet de savoir si les méthodes et effectifs de chaque poste sont appropriées.

Pour ces contrôles, une série d'essais sont à effectuer :

Préparation de la terre :

Afin de savoir si le broyage est correct ou non, on confectionne avec de la terre tamisée à 2 ou 3 mm un boudin de \varnothing 3 cm. On le laisse glisser dans le vide jusqu'à ce qu'il se casse. On mesure la longueur (l) des morceaux :

l < 5 cm trop sableux
5 < l < 15 cm correct
l < 15 cm trop argileux



On peut ainsi savoir si la terre est cohésive ou non.

Test de sédimentométrie rapide : on remplit un bocal cylindrique transparent de $\approx 1/4$ de terre et de $\approx 3/4$ d'eau, on agite le contenu et on laisse décanter au moins 20 minutes. On voit ainsi les proportions indicatives des différentes granularités. On aura un bocal témoin avec la terre de référence analysée lors des essais de mise au point afin de la comparer avec le bocal en cours de test.

Dosage :

Compter le nombre de blocs par malaxage afin de définir la quantité de ciment par bloc.

Mélange sec :

Observer visuellement l'homogénéité du mélange à la couleur et chronométrer le temps moyen du mélange (sur 3 mélanges au moins).

Mélange humide :

Chronométrer le temps moyen du mélange (sur 3 mélanges au moins) et effectuer le test de la boule : faire une boule d'environ \varnothing 5 cm fortement comprimée dans la paume de la main et la lâcher d'une hauteur de 1 m. Si la boule se casse en plus de 5 morceaux le mélange est trop sec, si la boule se casse entre 3 et 5 morceaux la teneur en eau est bonne, si la boule se casse au moins de 3 morceaux la terre est trop humide.

Temps de retenue :

Chronométrer au moins 3 fois le temps d'attente du mélange avant qu'il ne soit rempli dans la presse. Ce temps d'attente doit être inférieur à 30 minutes et de préférence inférieur à 15 minutes.

Blocs au démoulage :

Afin de vérifier si la presse est bien réglée (force de compression, dimensions moules, etc.) et si les différentes opérations préalables sont bonnes, peser les blocs, observer leur aspect, les mesurer, vérifier à l'aide d'une équerre leur parallélisme et vérifier au pénétromètre leur résistance.

Cure :

Vérifier s'il y a présence de condensation sous les bâches et si possible quantifier le taux d'humidité, soit avec un humidimètre, soit en calculant la teneur en eau des blocs en cure.

Ciment :

On tamise le ciment à 2 mm afin de déterminer la présence d'éventuels nodules. Si ceux-ci se cassent pas entre le pouce et l'index, le ciment est mauvais.

Sable :

Effectuer comme pour la terre, un test de sédimentométrie rapide. Si l'eau surmontant le sable est très trouble, le sable est sale (silt et/ou argile). L'échantillon est également à comparer avec un bocal témoin.

Eau :

S'il s'agit d'eau d'un réseau public, celle-ci est en règle générale propre. Si ce n'est pas le cas, il faut la goûter afin de détecter une éventuelle salinité, puis la laisser évaporer afin de détecter d'éventuels dépôts.

Blocs en cure :

Après 7, 14, 21 ou 28 jours (temps de prise du ciment) :

- Vérifier poids, dimensions et parallélisme (retrait ou non).
- l'aspect et la solidité en piquant le bloc avec une pointe et en le brossant avec une brosse métallique.
- Vérifier la résistance à la flexion avec le casse-bloc de briqueterie (cf. annexes).
- Les blocs étant cassés, vérifier la texture interne pour voir si elle est homogène ou non.
- Les demi-blocs restants sont immergés 6 heures et séchés 42 heures (1 ou plusieurs cycles) pour déterminer leur résistance à l'eau.

Contrôle de l'organisation :

En fonction de la cadence de production souhaitée, on établit une fiche de calcul précisant les différentes quantités et temps nécessaires à chaque poste pour l'effectif donné (par exemple : pour une production de 1500 blocs/jour, au poste de broyage, 1 ouvrier non spécialisé transportera 105 brouettes).

Pour le contrôle, on effectue des pointages, où l'on fait compter les quantités par l'ouvrier pour contrôler s'il y a écart entre l'objectif et le résultat. S'il y a écart, il faut évaluer si l'effectif est en nombre correct ou si la méthode est adéquate. Cette méthode de comptage fixe permet de déceler de légers défauts d'organisation parfois difficilement détectables par la seule observation.

3.4. Gestion de la qualité

Un dossier complet de fiches a été mis au point et étudié lors de la formation des responsables de briqueterie.

Liste des fiches démarche qualité et gestion de la briqueterie :

- Fiche de présentation de l'unité de production
- Fiche de suivi journalier
- Fiches de contrôle hebdomadaire
 - . fiches de contrôle de fabrication
 - . fiches de contrôle des blocs
 - . fiche de contrôle de l'organisation
- Fiches de contrôle mensuelles
 - . fiche d'enregistrement de l'assurance qualité
 - . fiche d'enregistrement de la production
 - . fiche d'enregistrement des consommations
 - . fiche d'enregistrement du rendement
- Fiches de gestion
 - . fiche de suivi des dépenses et recettes
 - . fiche de suivi des commandes
 - . fiche de suivi des équipements
 - . fiche de suivi des transports
 - . fiche de suivi de l'outillage

Les fiches traitent aussi bien des aspects de planification (commandes, achats, entretien, ...) que la comptabilité (dépenses, recettes, charges, ...) que de la qualité (performances, efficacité, ...). Elles permettent aussi de créer la mémoire de l'entreprise indispensable à tout contact extérieur (clients, financeur, administration, etc.). Chacune de ces fiches est simple et facile à remplir et permet ainsi d'aider les PME, pas toujours très compétentes en gestion, à maîtriser le domaine. Toutefois, vu les nombreux problèmes rencontrés sur le plan gestionnel, il serait souhaitable de consacrer plus de temps et/ou de moyens pour former les responsables d'entreprise à la gestion ; surtout à la capacité de planification ainsi qu'à l'illustration de la nécessité d'une gestion saine. En effet, très souvent les responsables étaient incapables de transmettre l'état de leurs dépenses ou de leurs stocks et se retrouvaient "devant le fait accompli" incapables de faire face aux contraintes de continuité par faute de non-planification.

3.5. Entretien et maintenance des équipements (voir aussi fiches, manuel des équipements et Plan Qualité)

Lors de la venue de M. Turquin D., constructeur des équipements, début octobre et fin novembre 1991, un manuel d'utilisation et d'entretien des équipements a été élaboré (document séparé) lequel recense les différents gestes et points d'entretien. Il a aussi, lors de sa présence, formé quelques ouvriers spécialisés en mécanique aux fonctionnements et mécanismes des machines. L'ouvrier de l'entreprise ARTER a depuis lors quitté la production et son remplaçant n'en a pas acquis la totale maîtrise.

Deux ouvriers de l'entreprise AMON & NEON ont atteint un niveau satisfaisant pour les réparations courantes. De plus des enseignants du département de mécanique de l'ENSP ont eu une séance de travail avec M. Turquin qui leur a présenté ses équipements.

A fin mars, 55 000 blocs avaient été produits sans avoir rencontré de problèmes majeurs, mais les incidents suivants ont été enregistrés :

- Le peigne du broyeur maintenu en place par des vis qui se sont tordues, s'est déplacé et de ce fait un des couteaux a cassé une dent du peigne, lequel a été ressoudé et le peigne maintenu en position par une goupille extérieure sur l'axe.
- La table de réception des blocs dont les rails de guidage étaient inutiles, descendait parfois obliquement, cassant ainsi les blocs. Un bon réglage du contrepoids permettait d'améliorer le bon cheminement.
- Le limiteur de couple a dû être réglé afin de réduire les blocages de la presse dus surtout à la nature graveleuse de la terre.
- Des pièces d'usure (couteaux du broyeur et pales du malaxeur) ont été fabriquées localement afin d'en réduire le coût et le délai de livraison. Les qualités d'acier sont moins bonnes mais l'économie reste intéressante. A noter que l'usure du broyeur a été notablement accrue par le broyage de terre mouillée. Les Silentbloks du piston de démoulage se sont usés très rapidement, vraisemblablement à cause d'un mauvais réglage.

4. RECOMMANDATIONS POUR OPTIMISER LA PRODUCTION

Elles sont essentiellement liées à la gestion de la briqueterie.

4.1. Approvisionnement en terre

La location d'engins d'extraction (pelle mécanique et camions) est onéreuse aussi faut-il trouver un système de réduction des coûts :

- En cas de location "usuelle", le nombre de camions doit être de 4 ou 5, afin d'optimiser au maximum l'utilisation de la pelle mécanique, ou encore trouver un arrangement de type forfaitaire avec un loueur.
- Démarches institutionnelles : il peut être possible de trouver des arrangements avec différentes institutions pour le prêt d'engins (communauté urbaine, génie militaire, matériel génie, etc.) lesquelles devraient être appuyées par le MINUH et/ou l'ENSP. Il peut aussi être possible de situer les différents chantiers en cours (bâtiments, routes, ...) menés par l'administration ou de grandes entreprises puis de procéder à l'analyse des terres évacuées afin de les faire livrer au cas où elles s'avèreraient bonnes.
- A terme les entreprises devraient pouvoir s'équiper de petits engins d'extraction (Bobcat et petite benne) qui permettraient de réduire notablement les coûts et d'avoir des recettes en les louant.

4.2. Stockage de la terre

Pour ne pas être retardé ou même arrêté lors des saisons des pluies, la terre doit être stockée de manière à ne pas se mouiller. La base doit être drainée (surélévation du terrain avec une couche de sable-gravier) et la terre protégée (bâche ou hangar) sur = 150 m² min. Eventuellement l'aire de stockage peut être ceinturée de murets ou de palissades pour permettre un stockage en hauteur.

4.3. Productivité

Jusqu'à l'obtention d'un "rythme de croisière" (environ 1 500 blocs/jour), il est impératif que l'encadrement soit continu et rigoureux afin de déceler toutes les erreurs et y remédier au plus vite. Cette période de rodage doit être suffisante (3 semaines - 1 mois) pour atteindre les automatismes nécessaires et pour que les ouvriers trouvent la place qui leur convienne (l'imposer trop fermement crée des tensions dans la chaîne). Les ouvriers doivent impérativement être intéressés au produit par une sensibilisation continue à la démarche qualité et par une participation aux résultats (primes qualité et rendements) en évaluant régulièrement les coûts directs (une mauvaise ou trop basse qualité ainsi qu'une faible productivité engendre des coûts directs élevés d'où une baisse des marges).

Des objectifs réalistes doivent être fixés et tous les moyens mis en oeuvre pour ne pas s'en écarter (p.e. éviter d'avoir 2 000 blocs/jour comme objectif alors que la moyenne réelle est à 1 000 blocs/jour).

4.4. Gestion des stocks et des dépenses

L'état des stocks doit être connu quotidiennement afin d'éviter les ruptures. Ceci est une raison de plus pour la présence d'un responsable de briqueterie qui tient ses fiches à jour. La trésorerie doit tenir compte des estimations réalistes des consommations qui sont indispensables en cours de rodage. Une fois le rythme de croisière atteint les dépenses et recettes sont plus régulières. Une caisse hebdomadaire au moins doit être bloquée en cas de besoin. Il suffit d'évaluer le manque à gagner de l'unité de production pour savoir que la création d'une caisse est rentable.

4.5. Personnel

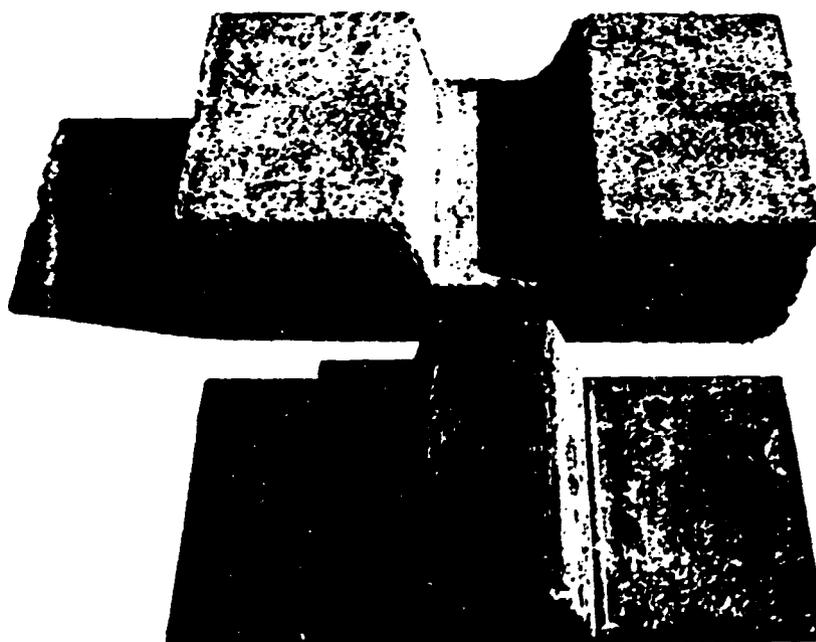
Il faut impérativement stabiliser le personnel et payer du personnel compétent, même en cas d'inactivité. Cela coûte moins cher que de former inutilement du personnel de passage.

4.6. Qualité

La rigueur, la régularité et la stabilité de l'unité de production sont la meilleure publicité pour l'entreprise. C'est pourquoi il faut mettre en oeuvre tous les moyens d'informations (tableaux qualité, visites, dossier d'entreprises, etc.).

5. PROBLEMES RENCONTRÉS LORS DE LA PRODUCTION DE BTC

Nature du problème	Détail du problème	Solution	Cause du problème
Apport de la terre	Location onéreuse d'engin	Démarche auprès de diverses institutions (ENSP, MINUH, Communauté urbaine Yaoundé III) pour la mise à disposition à prix coûtant d'engins	Faible capacité financière des PME Retard des paiements de la SIC aux PME
Productivité en-dessous des objectifs fixés	Terre mouillée	Personnel complémentaire pour séchage de la terre	Prolongation saison des pluies jusqu'à déc. 91.
	Fabrication de blocs spéciaux	Fabrication locale d'empreinte et nombreuses modifications mais pour une briqueterie de ce type, solution trop artisanale.	1 seul type de moule livré avec la presse
	Encadrement insuffisant	Formation en février et mars 92 de responsables de briqueterie pour ARTER et JUPITER BTP	Difficultés de paiements des ouvriers et manque de compétence à la gestion qualité
Arrêts de production	Ruptures de stocks et impossibilité d'approvisionnements et de paiement des salaires	Démarche auprès du MINUH et de la SIC pour accélérer les paiements	Constant retard des paiements SIC dû au blocage des comptes et à la sensibilisation insuffisante aux objectifs du projet
Statuts des équipements	Gestion et supervision des équipements en phase transitoire (avril à déc. 92)	Rédaction d'un protocole d'accords entre MINUH-ONUDI avec partenariat de l'ENSP et de sa pépinière d'entreprise	Absence de personnel compétent à l'encadrement de briqueterie au MINUH



5.1. Statuts et destination des équipements

Il a été proposé durant la période transitoire du projet (d'avril à décembre 92) c'est-à-dire après la construction des logements de la Cité Verte et avant le démarrage de la seconde phase (janv. 93), que les équipements soient mis à disposition des entreprises formées afin qu'elles renforcent leur compétences à la production de BTC.

Les équipements sont déjà installés à l'ENSP qui dispose de l'infrastructure nécessaire ainsi que d'un membre de la pépinière d'entreprise (P. M. Patchou) compétent dans l'encadrement de la briqueterie. Pour cette raison un projet d'accords entre le MINUH, l'ONUDI et l'ENSP a été rédigé. Ce projet définit les modalités et conditions d'utilisation, mais restait trop imprécis, de l'avis du représentant du MINUH, sur les statuts proprement dits des équipements (organes de gestion, prise de décision, etc.).

Un document définitif sera établi lors de la mission d'évaluation (avril-mai 92) par les principaux partenaires PNUD-MINUH-ONUDI.

6. ÉVALUATION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION DE BTC

6.1. Evaluation technique

Comme nous l'avons vu dans le chapitre concernant les "essais de mise au point" ainsi que dans les "performances des produits", les blocs produits sont de bonne qualité avec des coefficients de sécurité largement suffisants par rapport aux contraintes des bâtiments de la Cité Verte.

Une série d'essais complémentaires doit être réalisés par l'ENSP sur la production des mois de mars et avril 92, notamment pour les blocs du gymnase de l'INJS.

Performances minimales des BTC après 28 jours de cure

Poids moyen	7,5 kg
Masse volumique apparente	1 900 kg/m ³
Résistance traction	5 kg/cm ²
Résistance compression	30 kg/cm ²

Charge sur les murs de BTC $\leq 2 \text{ kg/cm}^2$ d'où un facteur de sécurité de l'ordre de 15.

6.2. Evaluation économique

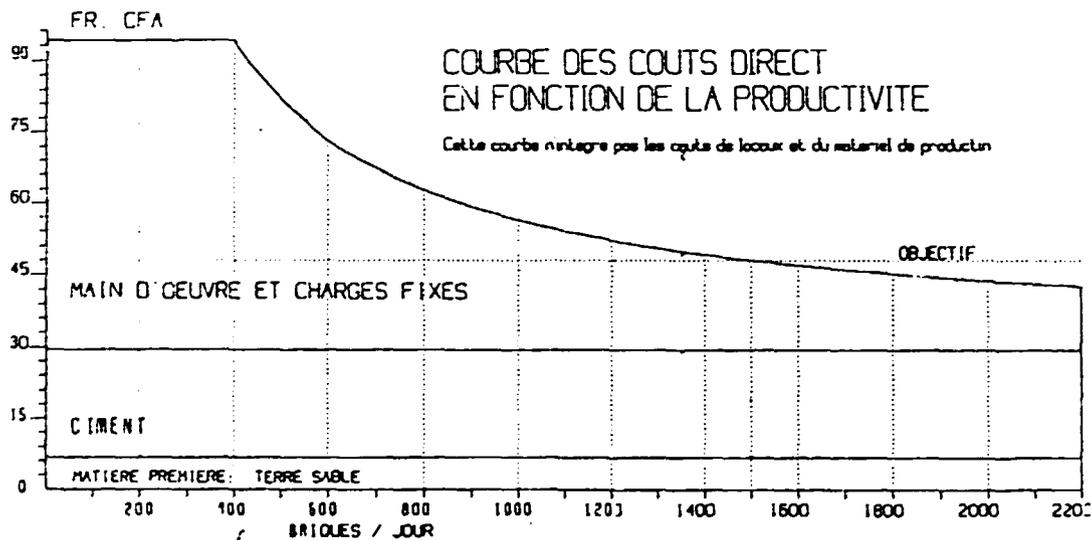
6.2.1. Estimation

En novembre 1991 lors du démarrage, plusieurs scénarios ont été étudiés pour calculer le coût des blocs. En voici les conclusions, pour les calculs détaillés voir annexes.

1) Il s'agit d'une estimation dans le contexte à l'ENSP où il n'a pas été tenu compte des charges fixes, principalement de l'amortissement du matériel et des intérêts financiers. On arrive aux répartitions suivantes du coût direct :

Pour une production de	1 000 blocs/jour	1 500 blocs/jour	2 000 blocs/jour
Composants	10,9 %	12,75 %	14 %
Ciment	40,2 %	47,24 %	51,75 %
Charges liées à la production	4,3 %	5,07 %	5,55 %
Charges fixes	1,8 %	1,39 %	1,1 %
Main-d'oeuvre	42,8 %	33,55 %	27,6 %
Coût direct (coef.)	1,17	1	0,91

Prix de vente = 75 FCFA/bloc avec 50 % de marge de fonctionnement et bénéfice.



On voit que les répartitions varient selon la productivité. Ceci est particulièrement le cas pour la main-d'oeuvre (environ 15 % entre 1000 et 2000 blocs) et le ciment (environ 11 %). Selon la courbe des coûts en fonction de la productivité, on voit aussi que le coût direct baisse beaucoup plus lentement à partir d'une productivité de 1 500 blocs/jour qui semble donc être relativement optimum compte tenu des capacités de l'unité de production. En bref, l'objectif de 1500 blocs/jour est le bon et dans ce cas une réduction du taux de stabilisation aura une incidence importante sur le coût du bloc.

2) Les observations du premier scénario ont conduit à l'élaboration du scénario suivant productivité de 2 000 blocs/jour avec un taux de stabilisation de 5 %. Mais cette fois en tenant compte des charges fixes (amortissement du matériel y compris taxes de 82 % à l'importation et les intérêts financiers) c'est-à-dire un contexte réel pour une jeune PME qui veut s'installer sans pouvoir faire appel à un régime de faveur.

Composants	20 %
Ciment	28,04 %
Charges liées à la production	3,67 %
Charges fixes	30,07 %
Main-d'oeuvre	18,22 %

Prix de vente = 87,50 FCFA/pièce

Il est apparent que les charges fixes prennent une part importante du coût de production et ceci à cause du prix élevé surtout de la presse motorisée alourdi par les taxes. Il ressort de cette évaluation que l'achat d'un tel équipement ne peut être rentable pour une PME en création que si elle peut bénéficier de détaxes à l'importation.

3) Un autre scénario a été élaboré avec un équipement différent : 2 presses manuelles du même constructeur qui permettent aussi une production globale de 2 000 blocs/jour avec un effectif un peu supérieur, 3 ouvriers en plus, soit un total de 14 personnes. En prévoyant également un broyeur et un malaxeur motorisés, on arrive à la répartition suivante :

Composants	22,54 %
Ciment	31,61 %
Charges liées à la production	4,14 %
Charges fixes	16,48 %
Main-d'oeuvre	15,22 %

Prix de vente = 84,70 FCFA/pièce

Cette répartition est beaucoup plus satisfaisante et malgré les taxes d'importation de 82 %, le prix d'achat des équipements réduits à 40 % du prix d'achat des équipements du scénario 2 pèse beaucoup moins lourd sur le coût de production.

6.2.2. Coût réel

A partir de pointages et des données communiquées par les entreprises (particulièrement ARTER) on a pu obtenir la décomposition réelle des coûts suivants :

POSTE	%	Coût/bloc
Composant	23,35	13,44
Ciment	30,65	17,64
Charges liées à la production	9,20	5,29
Charges fixes	4,00	2,35
Main-d'oeuvre	32,80	18,83
Coût direct de fabrication	100,00	57,55
Fonctionnement	7,15	4,15
Prix de revient	107,15	61,70
Marge bénéficiaire	18,00	11,30
Prix de vente	125,15	73,00
Transport	9,70	7,00
Prix de vente bloc livré	134,80	80,00

avec une productivité moyenne de 655 blocs/jour (blocs standards et spéciaux compris).

Si l'on compare ces coûts avec le premier scénario des estimations, on voit que :

- Les composants sont environ le double que prévu, ce qui s'explique par le fait que la terre a coûté 550 FCFA/tonne au lieu des 230 FCFA prévus. Les charges sont aussi plus importantes ce qui s'explique par la fabrication des empreintes pour blocs spéciaux et à leur mise au point, ainsi que par la gestion difficile due au retard de paiement de la SIC qui a engendré de nombreux frais.
- La part de main-d'oeuvre reste à peu près équivalente.
- Le prix de vente reste à peu près équivalent à celui estimé mais avec un total pour les marges (fonctionnement + bénéfice) de $\approx 25\%$ au lieu des 50% prévus.

7. RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES COÛTS

Au vu des coûts réels, il paraît possible de réduire les coûts, particulièrement par une meilleure productivité qui abaissera les parts de main-d'oeuvre ainsi que des charges. Ce qui permettrait une augmentation des marges actuellement trop serrées. Une gestion plus précise devrait aussi permettre des réductions du fonctionnement mais aussi des charges en réduisant les frais financiers. Un taux de stabilisation plus bas du ciment (5 à 4 %) pour autant que les performances des blocs restent bonnes, réduirait encore le coût. Une solution permettant la disponibilité d'engins (camions, pelles...) permettrait de réduire à la fois le coût des composants (terre surtout) et des transports de blocs.

Selon les études de marché et la politique d'entreprise, elles devraient alors définir si cette réduction des coûts se répercutera sur le prix de vente du bloc ou sur l'accroissement des marges. Dans un premier temps, il semblerait qu'un prix de vente de l'ordre de 75,00 F pièce serait adéquat à l'ouverture du marché.

V. ENCADREMENT DE LA CONSTRUCTION

1. OBJET DE LA MISSION

Lancer et encadrer la construction des six logements jusqu'à l'achèvement des travaux y compris les finitions, conformément aux prescriptions techniques et au cahier des charges établis par la SIC.

Contrôler l'exécution et la qualité de l'ensemble des ouvrages y compris les finitions.

2. PRÉPARATION DU DOSSIER D'EXÉCUTION

La conception des bâtiments a commencé au mois de septembre 1990 par une mission d'assistance de l'ONUDI aux architectes et ingénieurs de la SIC et du MINUH qui a permis de mettre au point deux types de logements (T3-T5 PSM et T4 PSM).

Rapport technique pour la construction de 6 logements économique en bloc de terre comprimée à Yaoundé (P. Rollet) cf. bibliographie.

Par la suite, la SIC et le MINUH ont élaboré les plans des deux logements T4 PSE, le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Principales) et les devis estimatifs qui ont permis la signature des marchés en août 1991 avec les deux PME.

Les plans d'exécution (fondations, chaînage, menuiseries, toiture/charpente, plafonds) n'ont pas été réalisés avant le début de la présente mission. Des esquisses ont été faites par l'expert ONUDI et la SIC en cours de construction pour permettre l'avancement des travaux. Des plans de recollement ont été prévus, mais leur réalisation n'était pas commencée au terme de la présente mission.

3. DESCRIPTION DES SYSTEMES CONSTRUCTIFS RÉALISÉS

3.1. Fouilles

Les fouilles ont été réalisées en rigole de 30 cm de largeur et de 30 à 40 cm de profondeur.

3.2. Fondations - soubassements

Logements PSM :

Les semelles ont été, en fait, des couches de béton de propreté non armée de 5 cm de hauteur seulement, dosé à 150 kg/m³ sur lesquelles ont été directement maçonnés les soubassements en parpaings bourrés de mortier sable/ciment.

Pour palier à l'insuffisance des semelles, des renforts en béton 150 kg/m³, ont été coulés au droit de la première assise de parpaings, au-dessus de la couche de propreté, sur une hauteur de 20 cm avec une épaisseur de 5 à 10 cm de chaque côté (cf. figure).

Logements PSE :

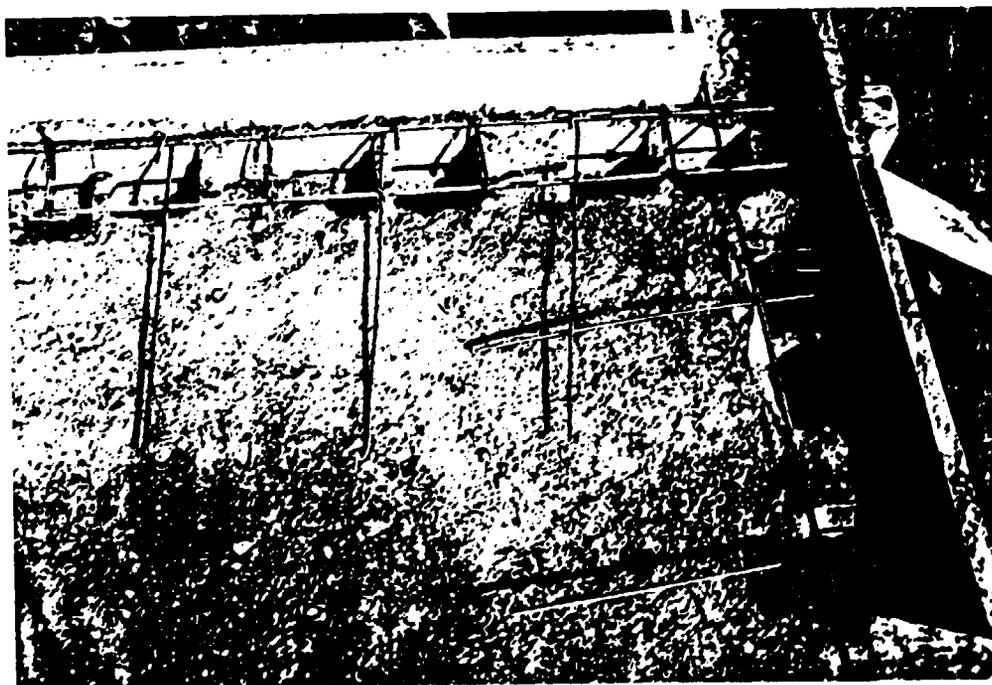
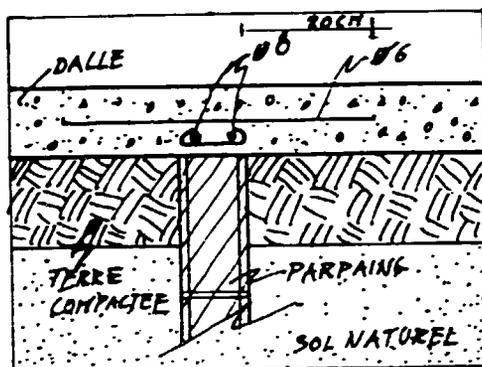
La semelle est en gros béton 150 kg/m³ non armé de 30 cm d'épaisseur par 20 cm de hauteur sur laquelle ont été maçonnés les parpaings bourrés.

3.3. Dalles

Les fondations n'étant pas armées un chaînage bas a été posé au-dessus du soubassement constitué de 2 Ø 8 Torr et d'étriers Ø 6 avec un pas de 30 cm. Des "chapeaux" en Ø 6 débordant de 20 cm ont été placés perpendiculairement aux soubassements.

Les surfaces restantes sont constituées de terre compactée manuellement à l'aide de dames artisanales, sur une hauteur de 20 à 40 cm.

Les dalles ont une épaisseur de 8 à 10 cm pour un dosage moyen de 250 kg/m³ et du fait du chaînage bas, ne sont pas dissociées des murs.



3.4. Réserve sanitaires

Les défoncés de douche ont été coffrés pour les logements PSM mais taillées après coulage pour les logements PSE. Seules les évacuations d'eau ont été encastrées dans la dalle, l'alimentation se faisant au-dessus, prise dans la chape et apparente sur les murs.

3.5. Murs

La dalle ayant recouvert les soubassements, l'implantation des murs a dû être retracée. Ils sont constitués de BTC 6 % appareillés en panneresse hourdés au mortier terre sable ciment à 9 % (dosage : 1 brouette de terre, 1 brouette de sable, 13 l ciment).

Pour le mortier des deux premières assises, un ajout de sikkalite a été fait afin de réduire les risques de remontées capillaires.



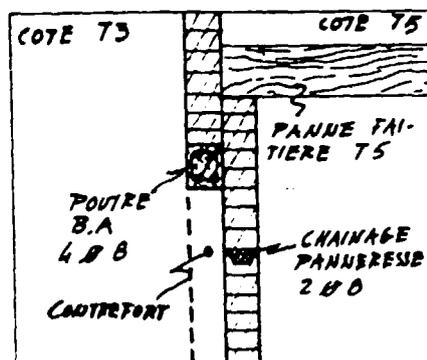
3.6. Chainage

Il est constitué de blocs spéciaux évidés appareillés en boutisses débordant également de parts et d'autres du mur, il se situe à la 23e assise pour le T3-T5 et à la 25e assise pour les 4 T4. La section moyenne de l'évidement est de 6 cm de hauteur par 15 cm de largeur. Le ferrailage est constitué de 2 Ø 8 et d'étriers Ø 6 avec un pas de 30 cm. Le dosage du béton est de 300 kg/m³.



Certains blocs avec des évidements particuliers ont été produits pour faciliter l'appareillage du chaînage aux angles et aux raccords en T ou X.

Le mur mitoyen des logements T3-T5 a reçu un traitement différent dû au décalage des bâtiments occasionné par la déclivité du terrain :



Un chaînage des blocs évidés appareillés en panneresse d'une section moyenne. de 75 cm par 5 cm de haut, à la 25e assise et une poutre BA de 15 x 15 cm avec 4 Ø 8 à la 29e assise supportant le pignon aval du logement T3 et reposant sur des contreforts.

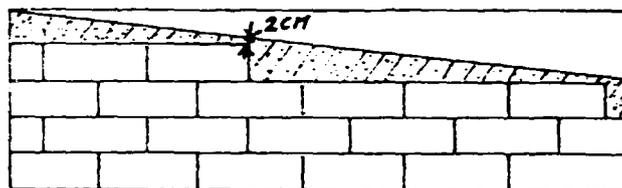
3.7. Fers en attente pour ancrage de charpente

Au droit des axes des pannes des fers Ø 6 lisses ont été placés en attente sous les fers de chaînage courant pour permettre ultérieurement l'ancrage des pannes.

3.8. Maçonnerie sur chaînage et arase des murs pignons

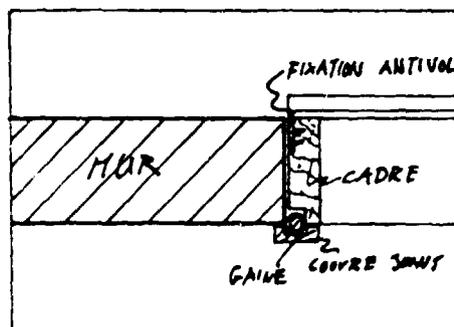
Une assise de BTC a été posée sur le chaînage, afin de le charger et ainsi le solidariser au mur, sur tous les murs de façade. Les autres murs longitudinaux ont été maçonnés jusqu'à une hauteur de 10 à 20 cm inférieure à celle de la toiture afin de permettre les circulations d'air.

Les murs pignons et transversaux ont été montés en escalier afin de suivre la pente de toiture de $\pm 10\%$. Les arases ont été faites au mortier sable ciment dosé à 250 kg/m³ sur une épaisseur allant de 2 à 12 cm (suivant la pente) afin de protéger les murs d'éventuelles infiltrations d'eau. Toutefois cette épaisseur n'a pas toujours été respectée et parfois les blocs ne sont pas protégés par le mortier.



3.9. Menuiseries

Les cadres de menuiseries (portes et fenêtres) ont une épaisseur de 5 cm pour une largeur de 14 cm pour les logements PSM et de 15⁵ cm pour les PSE (largeur mur + enduit). Elles sont en bois (iroko) et traitées au xylamon (fongicide insecticide). Elles sont montées en même temps que les murs et leurs scellements sont constitués de deux brins de fils de fers barbelés de 25 à 30 cm de longueur pris dans le mortier des murs, toutes les trois à quatre assises.



Les montants verticaux ont une feuillure de 2 x 2 cm permettant le passage de la filerie électrique. Cette feuillure initialement prévue de 2 x 4 cm a été réduite en raison du choix de fils VGV ne nécessitant pas de fourreaux. Cette option s'étant avérée par la suite onéreuse, il a fallu revenir à la solution de fils courants et de fourreaux. La feuillure de ce fait trop peu profonde, devrait être recouverte de couvre-joints rainurés.

- Les grilles antivol sont fixées aux cadres avant la pose par des pattes vissées qui sont ensuite masquées par le mur.
- Il est à remarquer que les bois choisis pour les menuiseries des logements PSM n'étaient pas suffisamment secs avant la pose et que les cadres ont fortement gauchis, ce qui a occasionné de nombreux remplacement et par conséquent des démolitions de murs, d'où surcoût et baisse de la qualité.
- La courbure des impostes des arcs n'a pas été assez précise afin de permettre le bon calepinage des blocs. Cette solution, d'utiliser les impostes comme coffrages d'arcs, était proposée afin d'éviter les mauvais jointoiements entre arcs et impostes qui auraient nécessité des couvre-joints courbes, difficiles à réaliser. De plus, ces "coffrages incorporés" devaient faciliter la mise en oeuvre, ce qui n'a pas été tout à fait le cas, puisque le choix des blocs d'arcs et parfois même la taille de ceux-ci ont ralenti la mise en oeuvre.

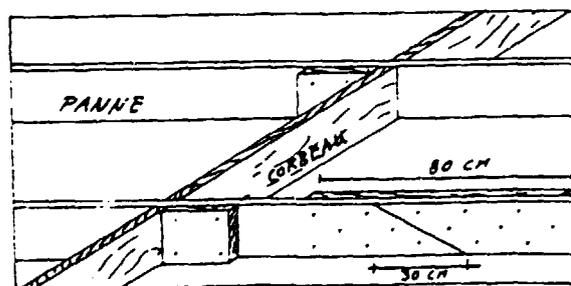
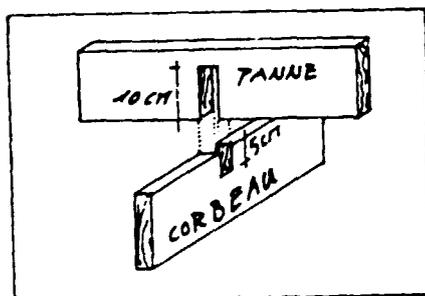
Les placards sont aussi scellés, à l'aide de fil de fer barbelés. Les liteaux d'étagères sont scellés par des fers \varnothing 6 pris dans le mortier. Les tablettes de fenêtre assemblées par une feuillure et un collage au cadre ont un débordement très faible (5 cm) qui pourrait engendrer une accumulation d'eau sur les allèges, auquel cas les tablettes devraient être prolongées ou les allèges enduites.

3.10. Charpentes

Elles sont constituées de pannes et de corbeaux en iroko de 5 x 15 cm traité au fongicide et insecticide passé au pinceau.

Assemblage des pannes : la longueur moyenne était de 5 à 6 m, les raccords étaient faits par une coupe de Jupiter renforcée par un élément rapporté (voir dessins rigidification panne-corbeau).

L'ensemble panne-corbeau est rigidifié par des connecteurs en bois.



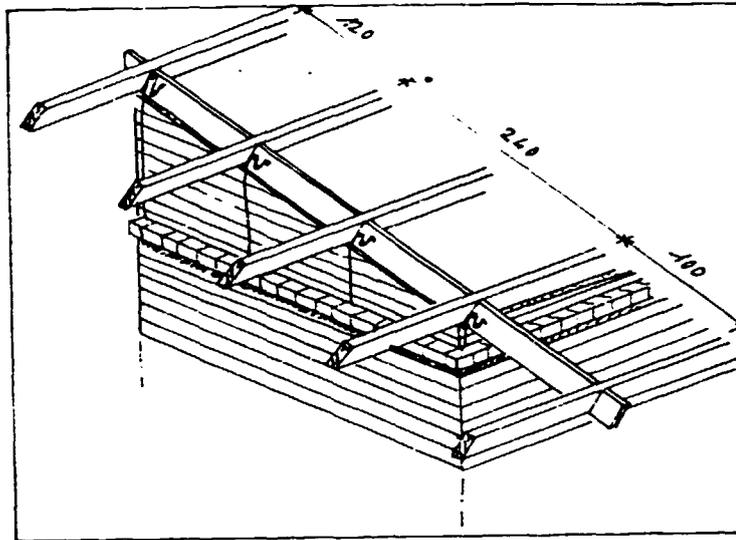
Les pannes sont posées sur le même plan que les corbeaux avec un assemblage simple par une entaille de 10 cm dans la panne et de 5 cm dans le corbeau.

Sur les murs pignons, les corbeaux continus se sont avérés être des arêtiers afin de faciliter le système de fermeture entre mur et couverture.

3.11. Ancrages de charpente

La charpente est ancrée par les fers en attente posés dans le chaînage par un système de "chevelus" (fers en attente cloués sur les pannes ou corbeaux). Les fers ont été enfoncés dans des saignées de ≈ 2 cm de profondeur rebouchées après tension des fers, par le même mortier de hourdage que les murs.

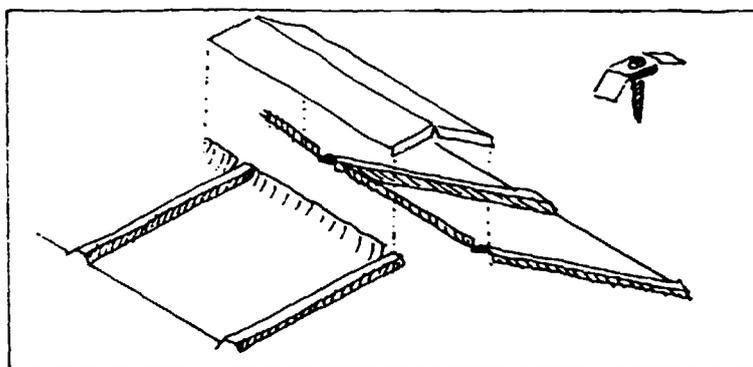
Les corbeaux, afin de contre-balancer le porte à faux de 1 m de débord de toiture, sont pris par 3 ancrages soit environ 2 m 50 sur le mur et 1 m en débord.



3.12. Couvertures

Les couvertures ont été réalisées en bac alu de 6/10. Les éléments ont une largeur utile de 75 cm et une longueur de 6 m 50, la tôle faîtière est constituée d'éléments de 40 cm par 2 m de longueur. Les bacs sont fixés à la charpente par des vis augmentées d'un profilé et d'un feutre bitumineux pour les bacs et seulement de vis et de feutre bitumineux pour la faîtière.

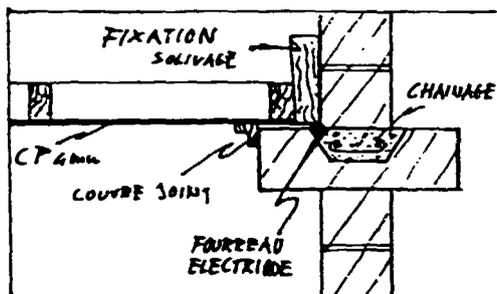
Pour éviter l'infiltration d'eau et la condensation au faîte, les bacs ont été repliés "en coin de mouchoir" en relevant l'extrémité du bac au même plan que le haut des nervures.



3.13. Plafonds

Logement PSE :

Les plafonds sont horizontaux posés juste au-dessus du chaînage. Le solivage est fait de bois rouge (4 x 8 cm) et le plafond de contreplaqué de 4 mm. Tous les bois sont traités. Le solivage est posé sur la corniche constituée par les blocs de chaînage, la fixation est renforcée par un système d'écarteurs, comprimés entre les murs opposés.



Logement PSM :

Les plafonds sont rampants, en contreplaqué de 4 mm et fixés directement sous la charpente.

3.14. Enduits/badigeons

Divers essais ont été faits dès la phase de formation puis en cours de chantier, à l'ENSP. Les logements PSE sont entièrement enduits à l'intérieur et pour les PSM, seules les pièces humides sont enduites (cuisine, sanitaires).

Les dosages sont :

- pièce sèche :
 - 4,5 brouettes sable fin
 - 1 br. terre
 - 1 sac ciment (150 kg/m³)
- pièce humide :
 - 3 br. sable
 - 1 br. terre
 - 1 sac ciment (250 kg/m³)

Les murs sont humidifiés, puis vient une couche de gobetis de 0,5 cm avec un séchage minimum de 24 heures avant la seconde couche de 1 à 1,5 cm au même dosage.

Les essais de badigeons terre-ciment ou terre-sable-ciment ont été concluants sur le plan technique mais pas sur le plan esthétique, par leur surface trop granuleuse. D'autres essais de badigeons, chaux-sel-ciment ont été concluants mais nécessitaient de nouveaux essais de coloration (terre, pigment, oxyde) (voir annexe lettre du 18/3/92 à la SIC).

Les murs extérieurs peuvent rester bruts ou avoir des soubassement et des pignons badigeonnés selon leur exposition à la pluie. Les murs intérieurs des pièces sèches des logements PSM sont badigeonnés à la chaux-sel-ciment puis éventuellement passés d'une couche de peinture claire pour assurer une luminosité suffisante.

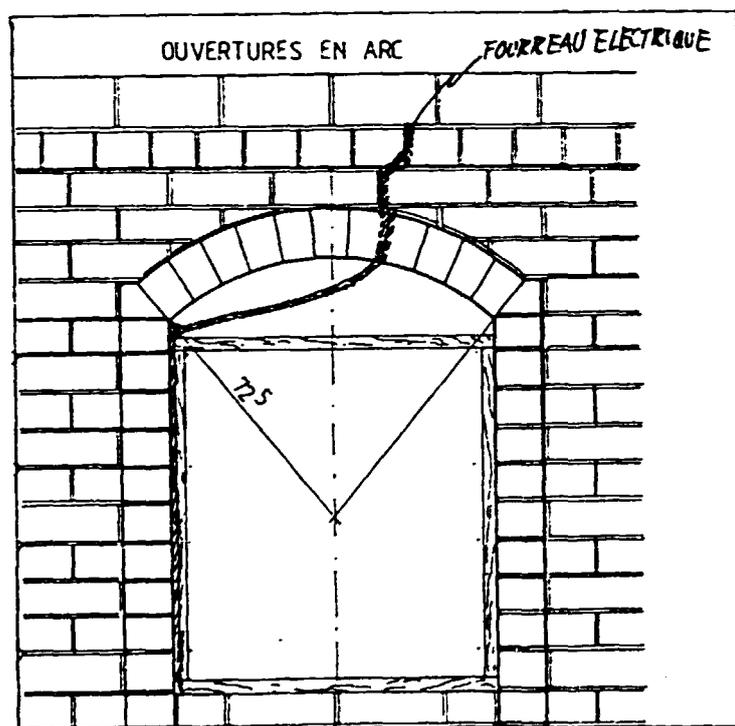
3.15. Electricité

Mise à la terre : deux câbles ont été pris dans le chaînage bas du mur mitoyen.

Alimentation :

Les tableaux sont placés dans les loggias arrières des bâtiments puis la distribution se fait par le chaînage haut. Les interrupteurs et les prises sont alimentés par des gaines prises dans les feuillures des cadres de menuiseries, d'éventuelles prolongations sont possibles par des feuillures ménagées dans les plinthes.

Des prises de climatiseurs ont été prévues aux allèges de fenêtres, la distribution part du chaînage, traverse une assise de blocs des PSE par une saignée dans le joint vertical puis par une saignée dans un des joints obliques des arcs afin de passer dans l'imposte d'arc puis par la feuillure des montants.



Les alimentations des plafonniers passent librement sur le plafond alors que les boîtes de dérivations sont encastrées dans le plafond. Pour certains points lumineux (appliques des sanitaires) des blocs évidés ont été utilisés afin de faire passer les gaines dans les murs.

3.16. Sanitaires

Les canalisations d'évacuation sont ménagées dans la dalle pour aboutir à un regard lequel est raccordé au réseau.

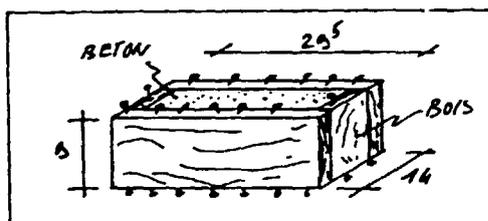
Les alimentations sont encastrées dans les chapes, ce système a nécessité en certains points de traverser la première assise de blocs alors que si les tuyaux avaient été encastrés dans la dalle, cela aurait pu être évité. Les tuyauteries sont apparentes afin d'éviter les dommages que causeraient d'éventuelles fuites à l'intérieur des murs en terre, mais aussi par souci d'économie.

Des solutions de cloisons en bois, permettant de cacher la tuyauterie, ont été envisagées mais estimées trop coûteuses.

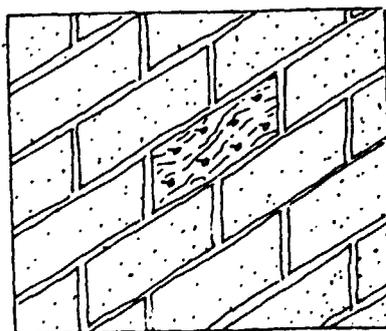
Les logements PSE sont équipés de chauffe-eau.

3.17. Scellements

Outre les scellements décrits pour les menuiseries, il a fallu prévoir les nombreux scellements des appareils sanitaires. Des "gringo-blocs" : coffrages perdus en bois bourrés de béton, hérissés de pointes ancrées dans le mortier aux mêmes dimensions que les BTC ont été appareillés dans les murs afin de permettre les scellements à l'aide de vis à bois.



Comme ces blocs en bois, dans les pièces humides étaient enduits, ils ont été augmentés de plusieurs pointes facilitant l'accroche.



4. MODIFICATIONS PAR RAPPORT AUX PLANS INITIAUX

4.1. Fondations, soubassements, dalles (cf. note en annexe, dessins ci-après)

Il avait été prévu des fondations constituées d'une couche de béton de propreté puis d'une semelle BA 250 et des soubassements parpaings bourrés supportants directement les murs, mais le système réalisé a été remplacé par une semelle non armée puis par un chaînage au-dessus des soubassements et une dalle recouvrant le tout.

Ce système a plusieurs inconvénients :

- Les risques de fissuration des dalles sont plus élevés puisqu'il y a des tassements différentiels dus aux résistances, d'une part du soubassement ciment et d'autre part du sol compacté, sans parler des mouvements possibles sous les soubassements, non repris par une longrine.
 - Risque de fissuration des murs si les BTC ne sont pas posés exactement au droit des soubassements, ce qui semble être le cas dans les T3-T5 PSM.
 - La dalle étant coulée avant la maçonnerie :
 - Il est peu recommandé de faire une chape incorporée qui a de grand risque d'être endommagée pendant le chantier.
 - Si les canalisations ne sont pas prévues dès le début, il est impossible de les incorporer dans la dalle.
 - En cas de pluie avant la couverture, l'eau va stagner au bas des murs de terre.
- Conclusion : il apparaît beaucoup plus souhaitable pour des raisons techniques et pour des facilités de planification, de dissocier les dalles des murs et de monter directement les BTC sur les soubassements.

4.2. Appareillages

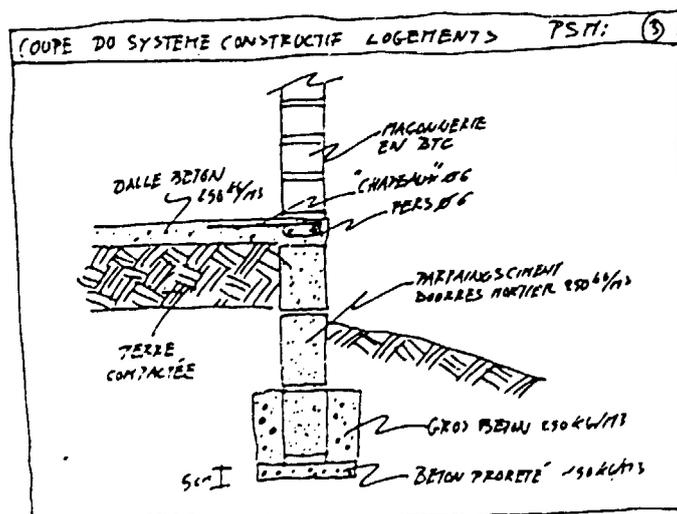
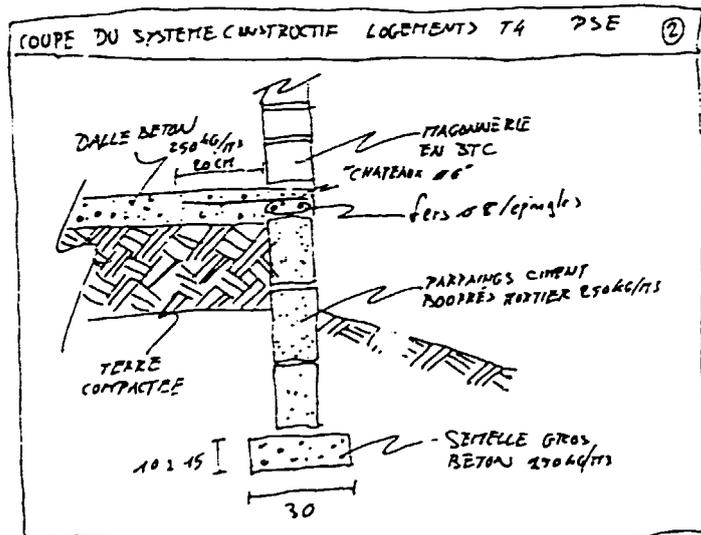
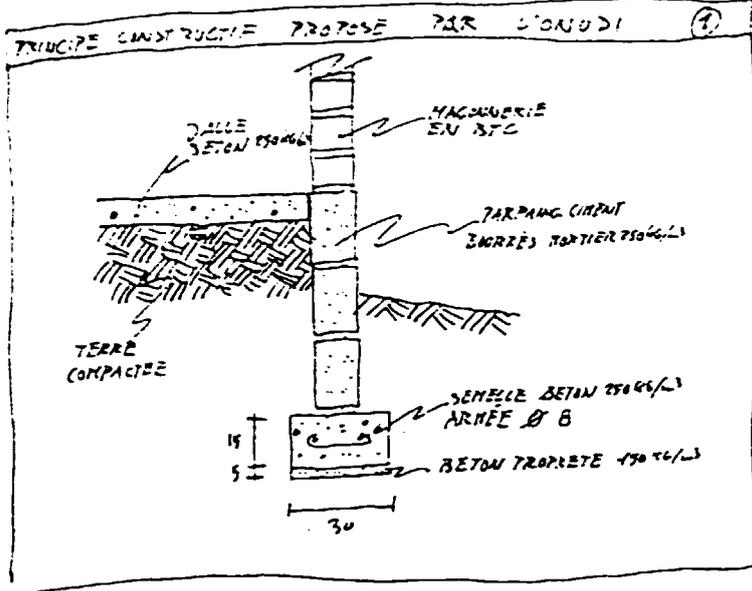
Les plans d'appareillage ont été modifiés particulièrement pour les logements T4 PSM, qui prévoyaient des arcs pour les portes intérieures d'où des jambages en boutisse, étant donné le choix de portes droites avec impostes, tous les jambages en boutisses ont été supprimés. Sinon il n'y a pas de modifications importantes et les principes restent identiques.

Conclusion : les portes intérieures droites avec imposte permettent une mise en oeuvre plus rapide ainsi qu'une réduction des coûts.

4.3. Précadres et cadres menuiseries

Il était prévu des précadres bois de 3 x 15 cm appareillés avec la maçonnerie sur lesquels venaient se fixer des cadres bois, afin de réduire les coûts et de simplifier la mise en oeuvre seul des précadres/cadres de 5 x 14 cm ont été retenus et sur lesquels se fixent directement les cadres antivols avant la pose et les châssis Nacco après la pose.

Conclusion : cette solution est nettement plus économique aussi bien pour la mise en oeuvre que pour les matériaux.



4.4. Chaînage

Le coffrage perdu devait être fait avec des blocs de 29,5 x 14 x 6 posés sur champs sur un rang de blocs standards appareillés en boutisse.

La section du chaînage BA 250 étant de 17,5 cm de largeur par 15,5 cm de hauteur avec 3 Ø 8 et des étriers Ø 6 cm en triangle.

La section de BA a été jugée trop importante ainsi que le nombre de blocs de coffrage et leur appareillage plus délicat. C'est pourquoi des blocs spéciaux évidés ont été préférés, réduisant ainsi d'une part la section BA, de 15 cm en moyenne de largeur par 6 cm de haut avec seulement 2 Ø 8 et d'autre part le nombre de blocs de chaînage à appareiller. De plus, ce chaînage plus fin est plus satisfaisant sur le plan esthétique.

Conclusion :

Le système adopté est beaucoup plus économique surtout par la réduction de ciment et de fers mais aussi par la réduction de mise en oeuvre. Toutefois, il faut remarquer que ces blocs spéciaux de chaînage ont été plus à longs à produire occasionnant des arrêts de la presse par les frottements des empreintes sur la table et se cassant parfois au démoulage. Il faudrait envisager pour de nouvelles productions, une empreinte directement intégrée au piston de compression. Néanmoins, le bilan économique reste positif.

4.5. Ancrage charpente

Il devait être fait par un coffrage perdu d'arase en planches 3 x 25 cm et un chaînage d'arase BA 250 dont un fer Ø 8 traversait les pannes encastrees dans le béton.

Le système adopté ne nécessite ni planches de coffrage perdu ni chaînage supérieur. Les fers en quantités inférieures sont des Ø 6 au lieu de Ø 8. De plus la mise en oeuvre est grandement facilitée.

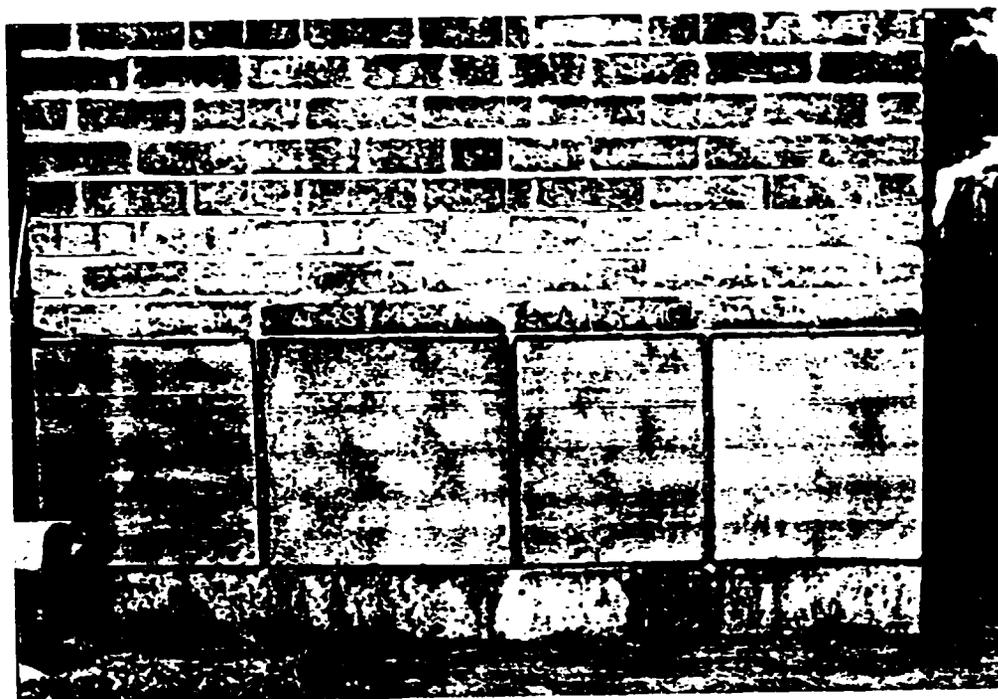
Conclusion : la solidité des ancrages est nettement suffisante mais tout de même moins que la solution initiale, dans laquelle aucun fer n'était en contact avec l'air alors que dans la solution retenue, les "chevelus" sont extérieurs sur une vingtaine de centimètres, au point de leur fixation à la panne, d'où un très léger risque de corrosion. Par contre, dans la solution initiale, les pannes auraient dû être protégées sur leurs surfaces d'encastrement dans le béton par des feuilles polyane ou par un badigeonnage de bitume, afin d'éviter un pourrissement du bois. La solution retenue est très nettement plus économique, fiable techniquement et d'une mise en oeuvre beaucoup plus simple.

4.6. Dosages (cf. CCTP + cahiers essais + tableau dosages)

En règle générale, les dosages sont plus faibles (mortier, enduits, badigeons) mais les dosages indiqués dans le CCTP étaient indicatifs et n'avaient pas fait l'objet des essais préalables indispensables.

Conclusion :

Les dosages effectués sont un peu plus faibles que prévus initialement mais pourraient encore être baissés par l'acquisition progressive d'un savoir-faire plus étendu garantissant une qualité tout à fait satisfaisante. Par exemple, les blocs dosés à 6 % de ciment et le mortier à 9 % pourrait arriver respectivement à 4 et 6 % et même moins pour les murs intérieurs.



5. ACQUISITION D'UN SAVOIR-FAIRE A LA MISE EN OEUVRE DES BTC

5.1. Dispositifs de maçonnerie

Au cours de la formation et au début du chantier, différents dispositifs visant à améliorer la qualité et les rendements ont été proposés.

5.1.1. Piges d'angles fixes

Il s'agit de placer à tous les angles des murs des montants verticaux en bois (ou en métal : cornière) parfaitement d'aplomb et fixés à demeure et sur lesquelles sont marquées chaque hauteur d'assises. Ils permettent ainsi de fixer les blochets et de réduire notablement le nombre de plombages.

5.1.2. Blochets et cordeaux

Il s'agit de petits éléments en bois qui permettent de fixer et de tendre les cordeaux sans faire de noeuds et ainsi de gagner beaucoup de temps et de précision. Ils se fixent sur les angles vifs (piges d'angles, poteaux, cadres de menuiseries). Ainsi, le cordeau est parfaitement plaqué au mur et donne à la fois l'alignement et la hauteur du mur.



5.1.3. Moules à mortier

Afin d'éviter la pose de trop de mortier qui bave et occasionne des salissures sur les murs. Le dosage précis permet aussi d'avoir du premier coup une hauteur d'assise exacte sans avoir à en enlever ou à en ajouter.

5.1.4. Résultats

L'utilisation des piges et blochets s'est avérée peu adaptée aux plans des logements qui ont de nombreux décrochements et des murs droits relativement courts. Les maçons ayant toujours travaillé avec des parpaings de ciment, où le souci d'appareillage est presque inexistant, ont eu beaucoup de réticences à utiliser ces outils, trop compliqués à leur goût. De plus, les entrepreneurs constamment préoccupés par leur trésorerie n'ont mis à disposition que des outils peu satisfaisants (piges de sections insuffisantes pas assez rigides et gauchies, blochets mal façonnés, etc.).

Toutefois lors de la formation, l'expérience s'était avérée concluante. Le chantier du gymnase de l'INJS commencé mi-mars 1992, a été l'occasion de recommencer l'expérience ; la structure porteuse en poteaux de BA a permis de remplacer par ceux-ci les piges en bois, de plus les murs sont droits par élément de 5 m. Il semble lors de cette nouvelle tentative, que le dispositif commence à être adopté.

Les moules à mortier ont eux aussi eu très peu de succès, le premier modèle était trop long (1 m) et de ce fait encombrant et parfois peu adapté aux nombreux décrochements de la Cité Verte. Ces aléas ont peu stimulés les maçons, de plus après quelques jours ils arrivaient assez correctement à doser la bonne quantité du mortier à l'oeil.

Néanmoins, l'expérience devrait à nouveau être tentée car les moules devraient surement accélérer globalement la mise en oeuvre, facilitant non seulement le dosage mais aussi le tirage des joints.

5.2. Qualité et rendement

L'expérience a montré que pour arriver à de bons rendements, il fallait commencer par mettre l'accent sur la qualité afin que les maçons acquièrent les gestes corrects qui seuls leur permettront par la suite d'atteindre des rendements souhaités. Lorsqu'une tradition de maçonnerie de briques (adobes, BTC, briques cuites, etc.) existe, cela ne pose pas trop de problèmes mais dans le cas de Yaoundé où tous les maçons n'avaient pratiqués que la maçonnerie de parpaings et accessoirement le torchis traditionnel (poto-poto) qui n'a rien à voir, cela a été plus difficile. La tâche a encore été compliquée par les entrepreneurs dont le souci était principalement la quantité. En effet, nombre de maçons s'étaient avérés capables de bien maçonner lors de la formation où la quantité était négligée, mais tout a changé sur le chantier.

5.2.1. Rendement et système de paiements

Après trois semaines de chantier, devant les remarques faites sur la mauvaise qualité de la mise en oeuvre, l'entreprise ARTER s'est réorganisée : au début les maçons étaient payés à l'heure avec des recommandations au sujet de la qualité, le résultat ne s'est pas fait attendre, non seulement les rendements n'ont pas baissé, même au début, mais ont augmenté sensiblement.

Le rendement des premières assises en tenant compte du temps de rejointoyage des joints non tirés à la pose, a été d'une cinquantaine de blocs/maçon/jour, juste après la réorganisation, il a été d'une soixantaine de bloc/maçon/jour un mois plus tard, alors que le montage se faisait sur des échafaudages. Le rendement moyen est = 65 bloc/maçon/jour avec un effectif moyen de 5 maçons et 3 manoeuvres plus un chef de chantier.

Les maçons de l'entreprise AMON & NEON ont toujours été payés avec une priorité sur la quantité, à savoir un salaire journalier amputé si le nombre de blocs était trop faible. Les joints, pour la plupart du temps ont dû être rejointoyés après séchage du mortier d'où un temps de mise en oeuvre et une quantité de matériaux supplémentaire. Ceci malgré les nombreuses injonctions faites au responsable de l'entreprise qui ne parvenait pas à saisir qu'une bonne gestion nécessite une bonne qualité. Au mois de décembre, le rendement moyen était de 60 blocs/maçon/jour puis en janvier il passait à 53 blocs/maçon/jour et en février à seulement 45 blocs/maçon/jour. A mi-mars alors que les blocs étaient montés, il restait encore des murs à rejointoyer ! Le rendement moyen se trouve aux environs de 40 blocs/maçon/jour soit 25 blocs/maçon/jour de moins que l'entreprise ARTER. La baisse du rendement, avec un effectif total de 8 maçons, 5 manoeuvres, 1 chef de chantier et 1 conducteur de travaux, s'explique par le fait qu'au début les maçons ne rejointoyaient pas les murs et qu'en fin de chantier, ils devaient en plus, rejointoyer les premières assises, mais il y a aussi eu une certaine baisse de la motivation due aux difficultés de paiement.

5.2.2. Organisation des ouvriers

Il faut signaler aussi la répartition des équipes de maçonnerie où le nombre de maçon était supérieur au nombre de manoeuvre, il y avait en moyenne entre 1,3 et 1,4 maçons pour un manoeuvre, soit des équipes de 3 maçons et de 2 manoeuvres. Il est évident que cette répartition n'est pas économique. En effet, les maçons devaient eux-mêmes s'alimenter en blocs, parfois les tailler si les blocs de 3/4 ou de 1/2 n'étaient pas disponibles ou encore parfois préparer le mortier et fabriquer les échafaudages. En bref, ils passaient beaucoup trop de temps à se livrer à des tâches ne nécessitant aucune spécialisation. Pour ce type de construction, une organisation rationnelle implique forcément un nombre de manoeuvre équivalent ou supérieur au nombre de maçon, lequel peut aller jusqu'à 3 manoeuvres pour un maçon. En plus de l'aspect économique, le fait que les maçons ne fassent que la pose des blocs, valorise leur travail et les motive à l'exécution d'un travail de qualité.

5.2.3. Qualité de la maçonnerie

Entreprise ARTER

Il a fallu environ 3 semaines de chantier pour que l'entreprise ARTER parvienne à une maçonnerie de qualité, respectant les gestes et les règles de l'art, notamment le "graissage" du joint vertical avant la pose et le jointoyage avant séchage du mortier. Ceci est dû aux raisons exposées plus haut. Une fois ce cap passé, le résultat a été tout à fait satisfaisant. Une plus grande précision peut encore être atteinte notamment dans la régularité des hauteurs d'assises et dans leur parfaite horizontalité ; le système des piges d'angles pourrait y remédier.

Entreprise AMON & NEON

Comme on l'a vu plus haut, le système des paiements et l'organisation des ouvriers n'a jamais permis d'arriver à une maçonnerie de très bonne qualité. A part quelques exceptions, 2 à 3 maçons, les gestes n'ont jamais été suivis, surtout le graissage du joint vertical avant la pose et le jointoyage avant séchage du mortier. Outre les aspects économiques déjà évoqués, il faut mentionner les incidences techniques. Lorsque le joint vertical est bourré après la pose du bloc, le mortier est beaucoup moins bien comprimé et il reste souvent de légères cavités qui vont s'accroître au séchage du mortier avec le retrait. Ces cavités sont inévitablement des points faibles dans la structure et il y a risque de fissures.

Le rejointoyage après séchage du mortier nécessite pour une bonne accroche, un grattage sur chaque face, de 1 à 2 cm puis une humidification et enfin le rejointoyage, habituellement avec un mortier plus dosé. Mais il y a toujours le risque, si le mortier est mal bourré et l'humidification insuffisante, que ce rejointoyage se décolle plus tard surtout si le mur se mouille et provoque de ce fait des mouvements de dilatation différentiels.

Certaines parties de murs ont dû être démolies surtout à cause des mauvais jointoyages verticaux. La maçonnerie exécutée finalement n'est pas excellente mais tout de même d'une qualité suffisante pour ne pas craindre d'éventuels risques.

5.3. Conclusions

Sur un total d'une quinzaine de maçons, la moitié d'entre eux a acquis un savoir-faire et des gestes de maçonnerie en BTC tout à fait satisfaisant. La moitié restante a atteint un niveau acceptable, mais devrait pour se renforcer pour pouvoir travailler dans de bonnes conditions qui vont dépendre des entrepreneurs. Ces derniers doivent impérativement miser, dans un premier temps sur la qualité de l'exécution et pour ce faire, doivent acquérir de meilleures capacités de gestion :

- Structurer les équipes de maçonnerie de telle manière que chaque maçon ait ses propres manoeuvres et en nombre suffisant pour ne pas devoir se livrer à des tâches non spécialisées.
- Planifier l'avancement des travaux afin que les approvisionnements en blocs (standards et spéciaux), en matériaux (terre, sable, ciment) et en éléments (menuiseries, fers...) soient réguliers, sans rupture et de bonne qualité.
- Instituer un système de paiement des maçons qui n'encourage pas seulement à la quantité mais aussi à la qualité. Un salaire journalier avec éventuellement un quota de blocs et de seuils de qualité (régularité des joints, propreté des murs, etc.).
- Equiper le chantier de matériel efficace (piges d'angles droites et rigides, blochets, échafaudages, etc.). Du bon matériel est un investissement toujours rentable car il a une plus grande durabilité pour un faible surcoût.
- Engager des cadres (conducteur ou chef de chantier) compétents qui auront l'autorité nécessaire pour choisir ou non les ouvriers et décider des éventuelles primes ou retenues et capables de planifier les tâches et les affectations à l'avance.

6. PROBLEMES RENCONTRÉS LORS DE LA CONSTRUCTION EN BTC

Nature du problème	Détails du problème	Cause du problème	Solutions
Reprise en sous oeuvre Mauvais enchaînement des travaux	Réservation électrique ou sanitaires imprévues ou mal réalisées (blocs évidés, feuillures, ...). Scellements exécutés en reprises (placards, gringo blocs). Commandes d'éléments (menuiserie, charpente...) tardives. Quantités sous évaluées (câblage, cadres...)	Plans d'exécution complets non réalisés au démarrage du chantier par le maître d'ouvrage (SIC & MINUH).	Des esquisses faites en cours de chantier par SIC et ONUDI, mais il est impératif pour ce type de construction que tous les détails soient définis dès le début des travaux.
Approvisionnements du chantier	Travaux perturbés par rupture de stock (BTC) ou par manque de matériaux (ciment, fers, cadres, ...)	Délais de paiement parfois très longs à cause des blocages des comptes SIC Mauvaise gestion des entreprises lançant trop tard les commandes Voir aussi case au-dessus	Garantir un délai de paiement bref et/ou une caisse permettant des avances de trésorerie. Améliorer la capacité de planification des entrepreneurs, par une plus grande transparence de leur gestion.
Répartition des tâches	Ouvriers mal utilisés (maçons faisant des tâches de manoeuvres, etc.)	habitude du travail en tâcheron et difficultés à s'organiser en entreprise.	Chaque maçon doit s'attacher ses manoeuvres. Chef de chantier à plein pouvoir pour le réorganiser. L'entrepreneur doit créer un noyau solide d'ouvriers en les sélectionnant judicieusement et avoir un meilleur contrôle de sa comptabilité.
Qualité de la mise en oeuvre	Incompréhension que quantité, pour ce mode de mise en oeuvre, implique qualité et donc maîtrise des règles de l'art et des gestes propres.	Matériel de chantier parfois insuffisant et de mauvaise qualité (piges, échafaudages). Autorité du chef de chantier insuffisante pour renvoyer les maçons non motivés. Mauvaise politique d'entreprise ne misant pas assez sur le long terme. Paiement des ouvriers insuffisant et irrégulier. Voir les 3 cases plus haut.	ARTER : réorganisation du système de paiement et meilleure répartition des tâches. AMON & NEON : la situation a empiré avec le temps mais à la fin l'entrepreneur à cours de moyens a fait appel à leur "honneur de maçons" afin qu'ils arrivent aux mêmes résultats que leur collègue qui risquaient de terminer à leur place.
Transports	Approvisionnement du chantier en blocs, en terre à mortier et en matériaux transformés (charpente).	Les entreprises de petite capacité n'ont pas d'équipements de transports ni toujours les moyens nécessaires à la location.	Un camion du PNUD a pu être mis à la disposition de décembre à fin février avec un arrêt de 3 semaines dû à une panne.
Délais d'exécutions	4 à 5 mois de travaux au lieu des 3 mois prévus.	Délais de paiement trop long d'où quelques arrêts de chantier dû à l'absence de trésorerie des PME. Effectif des ouvriers insuffisants. Voir 2 premières cases au-dessus.	Le dossier d'exécution complet doit être prêt au démarrage. Le planning des approvisionnement fait et suivi par les entreprises. L'effectif d'ouvriers nécessités suffisant. Les délais de paiement brefs ou compensés par un système d'avance de trésorerie.

7. RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

7.1. Fondations, soubassements, dalles

Comme décrit plus haut, le système adopté pour les fondations, soubassements et dalles pourrait susciter d'éventuelles fissures :

- Au niveau des dalles : dû aux tassements différentiels des supports de dalles (terre compactée et soubassement parpaings bourrés), les dalles auraient dû être flottantes et dissociées de l'ensemble soubassement-murs. Si l'on envisage une reprise en sous-oeuvre en cas d'apparition de fissures, il faudrait créer cette dissociation par des piquages à toutes les jonctions dalles-murs.
- Au niveau des murs : l'implantation des murs faite sur les dalles n'a pas permis de vérifier que ceux-ci soient parfaitement alignés aux soubassements, d'où l'éventualité que certains murs ne portent pas exclusivement sur les soubassements mais aussi sur la dalle qui elle-même ne porte que sur un sol compacté manuellement.
Deux reprises sont envisageables :
 - . soit des joints souples dans les fissures ;
 - . soit une reprise en sous-oeuvre par un bétonnage sous les porte-à-faux des murs.

7.2. Cadres de menuiserie

De nombreux cadres ont été façonnés alors que les bois n'était pas parfaitement secs d'où plusieurs gauchissements, particulièrement dans les logements PSM. Certains d'entre eux ont déjà été remplacés mais d'autres devraient éventuellement l'être. Dans ce cas, il faut laisser en place les traverses supérieures qui seront étayées pendant le remplacement des montants. Le problème des scellements est délicat, il faut essayer de réutiliser les anciens scellements en fils de fer barbelés afin de ne pas ébranler les murs par d'éventuels grattages. On peut aussi envisager le remplacement de certains BTC par des gringo blocs en bois qui permettront le vissage des nouveaux montants.

7.3. Maçonnerie

La mise en oeuvre, malgré les remarques précédentes, est acceptable. Toutefois il subsiste certains risques de décollement des rejointoyages, particulièrement pour les logements PSM. Dans ce cas, il faudra effectuer un rejointoyage dans les règles de l'art (grattage 1,5 cm de profondeur, humidification des murs, mortier légèrement plus dosé ≈ 12 % plastique) ou alors envisager un enduit ou un badigeon sur les parties endommagées. Toutefois, ce risque reste assez faible surtout pour les façades non exposées aux pluies.

7.4. Badigeons

Les essais suggérés à la SIC par l'expert ONUDI pour les badigeons extérieurs (cf. annexe) permettront de déterminer plus précisément les dosages. Mais quels qu'ils soient, les badigeons doivent être entretenus par le passage d'une nouvelle couche environ tous les 2 ans selon leur éventuelle altération.

7.5. Charpente

Les bois choisis pour la charpente des logements PSM n'étaient pas non plus assez secs avant leur mise en oeuvre. Malgré une sélection des bois il est à craindre un gauchissement de certains éléments de charpente. Aussi devra-t-elle être observée attentivement afin de prendre les dispositions nécessaires particulièrement en cas de fuites de la toiture. Les bois pourront être rabotés afin de présenter une surface d'appui de couverture parfaitement plane, si le gauchissement est trop important il faudra envisager leur remplacement.

8. ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

8.1. Introduction

Le calcul des coûts précis pose divers problèmes, outre le fait des retards de construction, déjà signalés, qui n'ont pas permis d'effectuer le suivi du second oeuvre.

Tout ce qui concerne les frais généraux, les marges et même en moindre mesure, le matériel (taxé neuf alors qu'il ne l'est pas, ou qui sera réutilisable par la suite) sont relativement difficiles à cerner car rares sont les entreprises acceptant de dévoiler leur comptabilité et de plus les indications faites ne sont pas forcément fiables, répondant souvent à un "souci stratégique" plutôt qu'à une réalité.

Les entreprises de petite taille ont tout de même un pied dans le secteur informel (soutraitance, embauche à la journée, etc.) ce qui signifie qu'il est difficile de connaître exactement les parts de charges sociales et diverses taxes.

La productivité est aussi difficile à appréhender, surtout dans un travail de type "tâcheron" où les tâches ne sont pas toujours fixes et où n'importe quel ouvrier peut être appelé à des travaux annexes (p.e. maçon aidant à la construction d'un échafaudage, au déchargement ...). De ce fait, les rendements peuvent varier énormément d'un jour à l'autre. On peut espérer que les moyennes indiquées, compte tenu de la durée des pointages, soient à peu près réalistes.

La qualification de la main-d'oeuvre est aussi très variable, du fait que l'embauche répond souvent en partie à des "raisons sociales" (parenté, ...) ce qui influe dans le calcul de la productivité moyenne.

Les quantités de matériaux réellement utilisées et les quantités estimées varient sensiblement. Ceci à cause d'une part de la gestion du chantier (gaspillage, détournement, ...) et aussi de la qualité des estimations : les métrés, réalisés sommairement et trop rapidement afin de réduire les frais généraux, prévoient des quantités en deçà de la réalité de 5 à 20 % suivant les cas.

Les marges et les frais généraux pourraient être déduits de la différence entre les coûts réels, calculés à partir des quantités de matériaux et de main-d'oeuvre observés, et les prix de vente des entreprises. Mais comme cette technique de mise en oeuvre (BTC) était peu connue de celles-ci, les prix de vente facturés sont erronés et généralement en deçà des prix réels. Ceci peut s'expliquer, outre la méconnaissance de cette technique, par le souci d'obtenir les marchés et donc de proposer des prix bas au maître d'ouvrage.

Les frais généraux ont aussi été sensiblement réduits par le contexte du projet où il y avait un encadrement important du chantier (ONUDI, SIC, MINUH, ENSP) lequel est difficilement chiffrable. En effet, si l'on comptabilise les coûts réels de cet encadrement, il serait trop élevé ce qui est normal vu l'aspect pilote et formateur de ce chantier. Il est donc difficile d'évaluer quel serait le coût réel d'encadrement puisque ce type de construction est nouveau.

Voici donc une série d'indications de base, mais qui devront être complétées par des données supplémentaires (coûts réels second oeuvre, suivi de nouveaux chantiers, charges réellement payées par les entreprises...)

8.2. Données

PRIX UNITAIRES EN FCFA

Agrégats	12 500 /m ³
Sable Sanaga	10 000 /m ³
Sable fin	7 500 /m ³
Terre "normal" location engins	1 500 /m ³
"Projets"	900 /m ³
Parpaing 40 x 20 x 15	220 /m ³
Ciment	2 300 /sac 50 kg
Chaux vive	3 500 /15 kg
Fer Ø 8 torr	1 400 /barre 12 m
Fer Ø 6 lisse	1 200 /barre 12 m
Tôle 3/10	850 /m ²
Bac 6/10	2 210 /m ²
Bois rouge 4 x 8	70 000 /m ³
Bastings iroko 5 x 15	90 000 /m ³
Bois blanc	40 000 /m ³
Polyane	450 /m ³
Brouette	12 500 /pce
Pioche	3 000 /pce
Arrosoir	3 900 /pce
Pelle	1 500 /pce
Graisse	1 475 /kg
Gas-oil	180 /l

RENDEMENTS

POSTE	MOYENNE ARTER	MOYENNE AMON & NEON	MOYENNE TOTALE
Fondations - Soubassement (semelle 30xh = 20 cm, soub. 15 x h = 75 cm)	1,2 ml/maçon/j	2,5 ml/maçon/j	1,85 ml/maçon/j
Dalles	1 m ³ /maçon/j	0,55 m ³ /maçon/j	0,7 m ³ /maçon/j
Maçonnerie BTC :			
- 1er mois	65 b/maçon/j	59 b/maçon/j	
- 2e mois (+ reprise joints 1er mois)	61 b/maçon/j	53 b/maçon/j	
- 3e mois	80 b/maçon/j	45 b/maçon/j	
Moyenne totale	65 b/maçon/j	45 b/maçon/j	55 b/maçon/j
Arcs 94 ⁵	3 arcs/maçon/j	3 arcs/maçon/j	3 arcs/maçon/j
Bloc chaînage	67 b/maçon/j	44 b/maçon/j	51 b/maçon/j
Ferrillage, coulage chaînage	20 ml/maçon/j	22 ml/maçon/j	21 ml/maçon/j
TOTAL CHAINAGE (MOYENNE)	7 ml/maçon/j	7 ml/maçon/j	7 ml/maçon/j
Charpente	13,6 m ² /charp./j	4 m ² /charp./j	7,2 m ² /charp./j
Couverture	30 m ² /OS/j		
MOYENNE TOTAL TOITURE	9 m ² /OS/j		
Plafonds (solivage + plaques)	7 m ² /OS/j		
Enduits			
- 1re couche gobetis	23 m ² /maçon/j		
- 2e couche	11 m ² /maçon/j		
MOYENNE 2 COUCHES COMPLETES	7,5 m ² /maçon/j		

8.3. Coût réels et estimés

8.3.1. Coût direct des éléments constructifs (SANS FONCTIONNEMENT, AMORTISSEMENT, BENEFICE)

N°	ELEMENT	MATERIAUX	MAIN-D'ŒUVRE	TOTAL
1	Fouilles		1 500 /m ³	1 500 /m ³
2	Fondations - Soubassement (fourn. pose) (semelle 30 x h = 20 cm, soub. 15x h = 75 cm)	4 089 /ml 27 260 /m ³	3 000 /ml 20 000 /m ³	7 089 /ml 47 260 /m ³
3	Remblais (fourn., terre + compactage)	500 /m ³	1 833 /m ³	2 333 /m ³
4	Dalles (ciment, ag. + fers + coulage)	2 630 /m ²	400 /m ²	3 030 /m ² / 37 875 /m ³
5	Murs (mortier, transport, pose) Mortier (terre, sable, ciment 9 % + tamisage + transport) malaxage Coût direct BTC (73 /pce) Transport Coût réel Coût projet Mise en oeuvre Coût direct /m ² maçonnerie Coût de revient (+ env. 20 % marge fonctionnement)	248 /m ² 2 190 /m ²	12 /m ² 24 /m ² a) 600 /m ² b) 180 /m ² 1 230 /m ²	260 /m ² a) 3 884 /m ² b) 4 305 /m ² moy. 4 200 /m ² 5 000 /m ²
6	Arcs maçonnés (BTC, cintre, mortier)	1 189 /pce	1 111 /pce	2 300 /pce
7	Chainage (BTC, mortier, fers, béton, pose)	1 157 /ml	430 /ml	1 587 /ml
8	Enduits (2 couches) (tamisage, transport, pose)	479 /m ²	330 /m ²	809 /m ²
9	Charpente (traitement + pose)	2 550 /m ² couv.	625 /m ² couv.	3 175 /m ² couv.
10	Couverture (fourniture complète + pose)	2 846 /m ²	84 /m ²	2 930 /m ²
11	Plafonds (solivage, plaque, traiteur, corniches, pose)	2 655 /m ²	360 /m ²	3 015 /m ²
12	Badigeons (chaux, sel, ciment = 1 couche) (terre, ciment = 1 couche)	210 /m ² 42 /m ²	23 /m ² 23 /m ²	233 /m ² 65 /m ²

8.3.2. Comparaison coûts estimés / réels directs - gros oeuvre

ELEMENTS	COUTS ESTIMES			COUTS REELS DIRECTS		
	T3-T5	T4 PSM	T4 PSE	T3-T5	T4 PSM	T4 PSE
1. Fouilles	32 500	32 500	55 000	20 000	23 000	32 000
				-39 %	-30 %	-42 %
2. Fondations-Soubassement	719 000	767 500	907 500	751 434	857 800	957 000
				+4,5 %	+12 %	+5,5 %
3. Remblais	120 000	140 000	138 000	93 300	117 000	140 000
				-22 %	-16 %	+1,5 %
4. Dalles	684 000	778 000	812 000	424 200	524 200	515 200
				-38 %	-33 %	-36 %
5. Murs	1 069 200	1 108 800	1 440 000	1 500 000	1 950 000	2 205 000
				+40 %	+76 %	+53 %
6. Arcs		80 000	180 000		32 200	36 800
					-60 %	-79 %
7. Chainage	145 000	125 000	270 000	168 222	192 000	214 290
				+16 %	+54 %	-21 %
8. Enduits	251 200	298 400	645 000	107 000	118 000	522 000
				-58 %	-60 %	-19 %
9. Charpente	456 000	294 000	468 000	651 000	733 500	863 600
				+43 %	+150 %	+25 %
10. Couverture	856 900	966 834	1 080 000	601 000	677 000	797 000
				-30 %	-30 %	-26 %
11. Plafonds rampant horizontal	390 000	426 000	595 000	325 000	355 000	513 000
				-17 %	-17 %	-14 %
12. Badigeons (chaux)	190 000	190 800	72 000	111 000	111 000	42 000
				-42 %	-42 %	-42 %
TOTAL	5 206 300	5 207 834	6 662 500	4 752 156	5 690 700	6 837 850
				-8 %	+9 %	+2 %
TOTAL + MARGE 20 % (coût de revient)				5 702 587	6 828 840	8 205 420
				+9,5 %	+31 %	+23 %

8.3.3. Coûts des constructions

GROS OEUVRE

ELEMENT CONSTRUCTIF	COÛTS DIRECTS		
	T3-T5 PSM	T4 PSM	T4 PSE
FONDACTIONS - DALLES			
Fouilles, fondations, soubassement, remblais, dalle	1 289 000	1 522 000	1 644 000
Implantation, défonç. douches, béton propreté	316 000	356 000	68 000
TOTAL	1 305 000	1 578 000	1 712 000
ELEVATIONS			
Murs, chaînages, arcs, enduits	1 775 222	2 292 200	2 978 000
Regards	65 000	90 000	60 000
TOTAL	1 840 000	2 382 200	3 038 000
TOITURE			
Charpente, couverture, plafonds - TOTAL	1 577 000	1 955 000	2 173 600
BADIGEONS	110 000	111 000	PM 42 000
TOTAL GROS OEUVRE (coût direct)	4 832 000	6 026 200	6 923 600
Coût de revient gros œuvre (coût direct + marge 20 %)	5 800 000	7 231 400	8 308 320
Prix m ² habitable	44 615 / m ² hab	52 400 / m ² hab	50 353 / m ² hab

SECOND OEUVRE

ELEMENT CONSTRUCTIF	COÛTS DES ESTIMATIFS		
	T3-T5 PSM	T4 PSM	T4 PSE
Revêtement	228 000	259 500	839 976
MENUISERIE			
Naccos	1 397 600	1 328 200	1 852 000
Persiennes	920 000		
Electricité	721 000	764 000	793 600
Sanitaires	502 700	642 500	926 600
Peintures	265 000	284 400	772 000
TOTAL SECOND OEUVRE (selon estimatifs)	Naccos 3 114 300 Persiennes 2 636 700	3 278 600	5 186 176
Prix m ² habitable	Naccos 23 956 Persiennes 20 282	23 756	31 431

TOTAL GROS OEUVRE + SECOND OEUVRE		T3-T5 PSM		T4 PSM	T4 PSE
C O U T	T O T A L	Naccos	Persiennes		
Coût revient gros œuvre + second œuvre		8 914 300	8 436 700	10 510 000	13 494 496
Surface		130 m ²		138 m ²	165 m ²
Prix m ² habitable		68 570	64 900	76 159	81 784

8.3.4. Travaux annexes

ELEMENT CONSTRUCTIF	T3-T5 PSM	T4 PSM	T4 PSE
Travaux préparatoires + terrassements	694 000 - 2 589/m ²		210 000
Aménagements extérieurs	1 586 000 - 5 918/m ²		524 000
Prix m ² hab. travaux annexes	8 507		4 448,50
Installation chantier + baraquement	300 000 - 693 / m ² hab.		
Prix total m ² habitable (Coût total + travaux annexes)	77 771,00 / m ² avec naccos	85 359,00 / m ²	86 925,00 / m ²

8.4. Répartition des coûts

8.4.1. Répartition des coûts par éléments constructifs

ELEMENTS	MATERIAUX	MAIN-D'OEUVRE
Fondations - Soubassement	58 %	42 %
Fouilles		100 %
Remblais	22 %	78 %
Dalles	87 %	13 %
Murs	66 %	34 %
Arcs	52 %	48 %
Chainage	73 %	27 %
Charpente	80 %	20 %
Couverture	97 %	3 %
Plafonds	88 %	12 %
Enouits	59 %	41 %
Badigeon terre-ciment	65 %	35 %
Badigeon chaux	90 %	10 %

8.4.2. Répartition des coûts gros oeuvre

T3 - T5 PSM	MATERIAUX	MAIN-D'OEUVRE	MATERIEL	TRANSPORT
Fouilles	0,0 %	0,6 %		
Fondations - Soubassement	11,3 %	3,1 %		
Remblais	0,6 %	1,9 %		
Dalles	8,9 %	1,4 %		
Murs	23,0 %	18,4 %		
Couverture	21,0 %	5,6 %		
TOTAL	64,8 %	31,0 %	2,3 %	1,9 %

T4 PSM	MATERIAUX	MAIN-D'OEUVRE	MATERIEL	TRANSPORT
Fouilles		0,6 %		
Fondations Soubassement	11,6 %	3,2 %		
Remblais	0,7 %	2,2 %		
Dalles	8,2 %	1,2 %		
Murs	24,3 %	20,3 %		
Couverture	17,3 %	5,6 %		
TOTAL	62,1 %	31,3 %	2,7 %	2 %

T4 PSE	MATERIAUX	MAIN-D'OEUVRE	MATERIEL	TRANSPORT
Fouilles		0,6 %		
Fondations-Soubassement	10,2 %	6,0 %		
Remblais	0,5 %	1,9 %		
Dalles	9,0 %	1,4 %		
Murs	21,6 %	17,0 %		
Couverture	14,6 %	1,5 %		
Plafond	6,5 %	0,9 %		
Enduits	2,8 %	2,0 %		
TOTAL	65,2 %	31,3 %	1,3 %	2,2 %

8.4.3. Répartition estimée des différents postes

	T3 - T5 PSM	T4 PSM	T4 PSE
Gros oeuvre	55,1 %	57,8 %	39,6 %
Second oeuvre	30,8 %	27,8 %	36,1 %
Travaux annexes	11,8 %	10,8 %	5,9 %
Matériel	1,3 %	1,7 %	1,5 %
Transport	1,0 %	1,2 %	0,9 %
TOTAL	100,0 %	100,0 %	100,0 %
Marge fonctionnement		~ 5 %	
Marge bénéficiaire		~ 15 %	

8.5. Evaluation des coûts

8.5.1. Devis estimatifs

Les coûts annoncés dans les devis estimatifs ont été calculés par les entreprises au vu du cahier des clauses techniques élaboré par la SIC.

8.5.2. Coûts réels directs

Les coûts réels ont été calculés sur la base des pointages faits sur le chantier, aussi bien des quantités de matériaux, que de la main-d'oeuvre. Ces pointages ont permis, en fonction des rendements observés, de calculer les coûts unitaires des éléments de construction, lesquels en fonction des métrés, parfois réévalués, donnent les coûts réels directs. Le coût réel total des constructions n'a pu être calculé en raison des retards de la construction ; en effet, en fin de mission (20 mars 92), l'entreprise ARTER qui avait à charge les logements T4 PSE devait encore exécuter la fin des enduits et badigeons, l'électricité, les sanitaires, les menuiseries (portes et fenêtres), les peintures, les sols et les aménagements extérieurs.

L'entreprise AMON & NEON n'avait pas encore terminé la pose complète de la charpente et devait encore exécuter, en plus des postes mentionnés pour l'entreprise ARTER, la couverture, les enduits et badigeons. Ce qui signifie que seul le gros œuvre a pu être calculé sur des bases réelles. Il faut encore mentionner que ces prix ne sont pas calculés sur des bases fournies par les entreprises et que de ce fait, il n'a pas été tenu compte des marges de fonctionnement (matériel, outillage, charges, etc.) ni des marges bénéficiaires ; à titre indicatif une plus value minimale de 20 % a été ajoutée aux coûts directs.

8.5.3. Analyse des coûts

Il ressort de manière évidente et de manière générale que les coûts réels sont supérieurs aux coûts estimés d'environ 20 %.

Les postes maçonneries ont été nettement sous-évalués, le coût réel élevé est dû au temps de mise en oeuvre beaucoup plus important que prévu pour les raisons évoquées plus haut (chapitre maçonnerie), principalement la mauvaise organisation et répartition des tâches des équipes de maçonnerie. Le coût de production des BTC, quoique susceptible d'être abaissé, restait dans les marges estimées.

La charpente a aussi un coût réel plus élevé que prévu et ce à cause de la qualité du bois demandé (iroko), lequel a un coût d'achat élevé (le double du bois standard considéré dans les premières estimations).

Il faut aussi remarquer que les coûts au m² habitable des logements PSM sont presque identiques à ceux des PSE, ceci (outre le poste maçonnerie portion importante) à cause des modifications de menuiseries : il était prévu des menuiseries persiennes et il a été choisi des menuiseries en lames vitrées (naccos) qui sont passablement plus onéreuses surtout aux prix unitaires fixés "pour mémoire" par l'entreprise.

En résumé, le coût des constructions est estimé globalement à 80 000 FCFA le m² habitable, mais des vérifications devront impérativement être faites après réalisation complète du second oeuvre afin de connaître le prix réel de celui-ci.

9. RECOMMANDATIONS POUR LA RÉDUCTION DES COÛTS

9.1. Conception

Afin de faciliter la mise en oeuvre un accent particulier devrait être mis sur la conception :

- Les plans devraient être simplifiés notamment en réduisant les décrochements et les nombreux angles qui ralentissent et complexifient la mise en oeuvre, il faut arriver à un maximum de murs droits sur la plus grande longueur envisageable.
- Certaines cotes devraient être reconsidérées afin de réduire au maximum l'utilisation de blocs de 3/4 et de 1/2, ainsi que les largeurs des ouvertures, obligatoirement calepinées en multiples de blocs, qui doivent être réduites au maximum afin d'arriver à une standardisation maximum des menuiseries.

9.2. Fondations - soubassements - dalles

Ce poste, relativement onéreux, pourrait être réduit par exemple par des fondations en béton cyclopéen et éventuellement par un soubassement identique coffré, plus économique que les parpaings bourrés et de mise en oeuvre plus rapide, outre le fait que le ferrailage n'est pas nécessaire. Les dalles doivent être dissociées des murs afin d'éliminer aussi le ferrailage ; elles peuvent éventuellement se poser sur une assise de terre stabilisée compactée qui permettrait de réduire leur épaisseur.

9.3. Murs

Afin de réduire le coût des murs, il faut surtout réduire les temps de mise en oeuvre pour cela ils doivent impérativement avoir des développements linéaires plus importants. Mais les entreprises doivent énormément progresser dans la formation et l'organisation de leur personnel.

Le coût des matériaux peut aussi baisser mais dans une moindre mesure. Le prix de vente des BTC peut être abaissé par un savoir-faire accru permettant une plus grande productivité, mais des blocs avec un taux de stabilisation inférieur à 6 % peuvent être utilisés à des endroits spécifiques : cloisons intérieures, haut des murs, etc. bref tous les endroits où ils ne seront pas exposés à l'humidité.

9.4. Chaînage + ancrage charpente

Un système de chaînage en bois pourrait être envisagé permettant ainsi l'abandon des blocs spéciaux, facilitant les scellements (charpente électrique ...) et les différentes fixations et d'une mise en oeuvre plus rapide. Le système d'ancrage de la charpente pourrait être réalisé en bois, par des consoles enserrant le mur et passant au niveau, ou sous, le chaînage.

9.5. Charpente

Les sections (5 x 15 cm) peuvent être réduites et les essences être de type plus courant. Afin de ne pas réduire les débords de toiture et vu les sections plus faibles, des systèmes de poteaux ou de jambes de forces en bois, peuvent être envisagés. Si les débords sont très importants (vérandas), les murs, de ce fait, ne seront pas exposés d'où la possibilité de réduire les taux de stabilisation des BTC et de supprimer les enduits et badigeons extérieurs.

9.6. Couverture

Le bac alu 6/10 est aussi relativement onéreux, il faudrait donc envisager d'autres matériaux (tuiles ciment, tôle émaillées, etc.).

9.7. Enduits - badigeons

Selon la qualité des blocs, ils peuvent être réduits au strict minimum (pièces humides et faces exposées). Une étude comparative pourrait être faite entre des murs en BTC à 6 % sans enduits et des murs en BTC à 0 ou 3 % avec enduits permettant ainsi de moduler les solutions selon les types de prestations (PSM, PSE, ...) et les fonctions des espaces (chambres, cuisines, ...).

9.8. Organisation des travaux

La réduction des coûts passe obligatoirement par une bonne planification des travaux, notamment par la définition et la livraison en temps voulu des différents éléments constructifs. Tous les détails d'exécution doivent être arrêtés avant le démarrage et accompagnés d'un planning des livraisons coïncidant parfaitement à l'avancement des travaux.

10. RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'AMÉLIORATION DE LA GESTION

Voici les différents points qui devraient être améliorés :

- Gestion des matériaux : par des métrés précis et une main-d'oeuvre compétente, des économies peuvent être réalisées en évitant les gaspillages (ciment "brûlé" à cause des gâchées non planifiées, précision des dosages, casse de blocs ...).
- Gestion des stocks : les approvisionnements et les consommations doivent être comptabilisés et de plus mis en regard des estimations afin d'éviter les pertes et détournements.
- Gestion de la mise en oeuvre : quantités de matériaux, temps de mise en oeuvre et qualité doivent être vérifiés afin de respecter les estimations au plus près.
- Gestion de l'organisation : les chefs de chantier doivent veiller à la bonne coordination, aux bonnes relations entre et dans les équipes, à la répartition des qualifications (ratios entre spécialisés et non spécialisés), ainsi qu'aux conditions de vie sur chantier (sécurité, santé, ...).
- Gestion des salaires : le fonctionnement d'une petite entreprise, proche du tâcheron, offre certains avantages, notamment le paiement à la tâche ou à la journée, réduit le personnel improductif, mais il ne faut pas pour autant faire "fuir" le personnel en le sous-payant, au contraire un noyau solide est garant de réussite.
- Encadrement : les entreprises doivent impérativement tenir compte de l'encadrement gratuit (ONUDI-SIC) dont ils ont bénéficié au cours de ce projet et prendre les dispositions nécessaires pour ne pas être pris au dépourvu, faute d'encadrement, lors de prochains chantiers.

VI. PROCÉDURE DE NORMALISATION DES BTC

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA MISSION

Pour relancer le secteur des matériaux de construction et plus généralement le secteur de l'habitat, les gouvernements des pays cibles du projet US/RAF/91/024 ont adopté plusieurs mesures :

- Promotion des PME dont les activités sont orientées vers la production de matériaux de construction à partir des ressources naturelles locales.
- Promotion des technologies adaptées, faiblement consommatrices d'énergie et utilisatrices de main-d'oeuvre.
- Formation des entrepreneurs aux techniques de gestion et de management moderne, condition indispensable pour réaliser des produits concurrentiels et pour maîtriser les circuits de commercialisation.
- Renforcement de la coopération internationale dans le secteur de l'habitat.

La filière des blocs de terre comprimée connaît aujourd'hui un grand succès au Cameroun en raison du faible niveau d'investissements requis, d'une maîtrise rapide des technologies et du coût avantageux du matériau.

A condition d'améliorer ses performances techniques et d'établir des normes techniques, le bloc de terre comprimée sera une alternative crédible au parpaing.

La stratégie du projet US/RAF/91/024 a finalisé les accords de partenariat industriel conclus lors du projet US/RAF/89/101.

La situation escomptée à la fin du projet est la suivante :

- Lancement d'une briqueterie par 2 entrepreneurs camerounais en 1991.
- Formation du personnel d'exécution à la production.
- Mise en place d'une démarche qualité interne et formation aux procédures de contrôle de qualité.
- Normalisation des blocs de terre comprimée.
- Formation du personnel d'encadrement à la gestion.

Les actions engendreront des effets positifs à 3 niveaux :

- Les entreprises camerounaises bénéficieront d'un véritable partenariat, grâce à une meilleure responsabilisation et à une plus grande implication du partenaire français.
- Les investissements réalisés par les entrepreneurs camerounais auront une meilleure chance de réussite.
- On peut s'attendre à moyen terme, à une évolution du marché de la construction en blocs de terre, permettant ainsi aux entreprises de développer des activités dans un environnement plus favorable et de réaliser, le cas échéant, une extension de leurs unités de production.

Réf. Document de projet US/RAF/91/024

1.1. Objet de la mission

Conformément aux termes de références, l'objet de la mission consistait à poursuivre les démarches engagées lors de la mission de H. Houben du 11/11/91 au 18/11/91, à savoir :

- poursuivre les rencontres avec les ministères et les organismes nationaux concernés par la démarche qualité en vue de suivre le planning des procédures de normalisation des BTC défini en novembre 1991.
- Etablir un programme de travail concernant l'élaboration des textes normatifs et leur adoption par les différents comités.

2. LES OPÉRATEURS DE LA NORMALISATION

Le Ministère du Développement Industriel et du Commerce

La direction de l'industrie du MINDIC (Ministère du Développement Industriel et du Commerce) est chargée de la réglementation en matière de normalisation et du contrôle de qualité des produits industriels. Elle est aussi chargée de liaison avec l'ISO et l'ORAN.

Elle a un *Service de Normalisation et de la Propriété Industrielle* qui est chargé, en ce qui concerne la normalisation :

- de l'inventaire et du répertoire des normes en usage sur le territoire national,
- des études techniques, économiques et juridiques relatives à l'élaboration des normes nationales,
- du contrôle de qualité en relation avec les services techniques compétents,
- du suivi des activités des organismes de normalisation.

Le Ministère des Travaux Publics et des Transports

Au Ministère des Travaux Publics et des Transports, la *Direction des Etudes Générales et de la Normalisation* effectue certains travaux de normalisation à travers 3 comités techniques :

- sur la route,
- sur le bâtiment,
- sur les matériaux de construction.

Il existe aussi une commission élargie qui comprend tous les services concernés, les fabricants, les bureaux d'études et tous les intervenants dans la construction.

La direction de la construction participe souvent, en tant que conseiller technique, aux travaux de normalisation.

Le Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat

Le *Service de Promotion des Matériaux Locaux*, dépendant de la sous-direction des études et programmes, et plus spécifiquement de la Direction de l'Architecture et de l'Habitat (DAH) du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat, collabore couramment avec les organismes de normalisation en tant qu'expert technique.

Le Ministère de la Recherche Scientifique

La *Mission de Promotion des Matériaux Locaux* qui a été créée le 18 septembre 1990, placée sous la tutelle du Ministère de la Recherche Scientifique, n'a pas encore atteint un stade opérationnel.

Le Comité National de Normalisation (CNN)

Ce comité créé le 19 janvier 1968 est chargé de :

- Elaborer des normes.
- Diriger les travaux et études concernant la normalisation.
- Assurer la représentation du Cameroun auprès des organisations étrangères et dans les réunions internationales s'occupant de la normalisation.

Ce comité a retenu le 27 juillet 1983 la construction comme un des 3 secteurs prioritaires pour la préparation des normes.

Le Laboratoire de Génie Civil

LABOGÉNIE fait des essais de contrôle de qualité de tous les produits entrant dans la construction. Il possède aussi une cellule de métrologie qui est appelée à faire l'étalonnage des presses de son laboratoire, des autres laboratoires et des entreprises.

L'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP)

A l'Université de Yaoundé, l'*Ecole Nationale Supérieure Polytechnique* mène depuis 1986, un certain nombre de recherches sur les blocs de terre comprimée. Le programme de recherche 1991-1994 prévoit des travaux en relation avec la normalisation du BTC (voir liste des travaux en annexe).

Elle réalise dans ce cadre, bon nombre d'essais de laboratoire et a identifié les interférences entre certains paramètres de production. L'ENSP est impliquée dans beaucoup de projets de construction en terre en cours.

Les bureaux de contrôles

Le bureau *SOCOTEC* et le bureau *VERITAS* ont une mission de contrôle de qualité externe et peut se porter garant de la qualité des blocs et de leur mise en oeuvre. Pour cela, il leur faut des cahiers des spécifications techniques.

Les utilisateurs

Aussi bien les promoteurs tels que la SIC, ou les entreprises tels que ARTER, AMON & NEON qui ont déjà eu à réaliser des ouvrages en BTC, notamment ceux de la Cité Verte qui répondent aux projets de normes, doivent faire part de leur connaissance du contexte.

3. PROCÉDURES GÉNÉRALES DE NORMALISATION

- Elaboration de projets de recommandations par un partenaire technique pour le compte du MINUH.
- Ce projet de texte constitue un document de base qui est soumis à un comité d'adoption qui est convoqué par le MINUH.
- Le texte amendé et adopté est ensuite transmis au Ministère des Travaux Publics.
- Le Ministère des Travaux Publics convoque un comité élargi qui amende le texte provisoire.
- Le texte adopté par le comité élargi porte dorénavant le titre de RECOMMANDATION, qui est considéré comme un document de travail.
- La recommandation est transmise au MINDIC.
- Le MINDIC soumet la recommandation au comité national qui l'amende et l'adopte.
- La recommandation adoptée est intitulée DIRECTIVE qui devient contractuelle.
- La DIRECTIVE est soumise par le MINDIC à l'approbation des ministres du MINDIC, le Ministre des Travaux Publics et/ou le Ministre de l'Urbanisme et de l'Habitat qui signent un décret d'application.
- La DIRECTIVE accompagnée d'un décret d'application signé des ministres, fait dorénavant office de NORME et a un statut de loi.

4. PROCÉDURES D'ADOPTION ET CALENDRIER

4.1. Rédaction des textes

Un enseignant de l'ENSP, M. Capel BIDJOCKA a rédigé le projet de textes au cours d'une mission au CRATerre-EAG en décembre 1991 où il a pu consulter une nombreuse documentation, notamment les diverses normes ou projets de normes déjà existants.

4.2. Sujets traités

Ce projet de normes sur le BTC a été divisé en 5 chapitres :

- le produit (le BTC) : définition
- la terminologie : glossaire des termes techniques de référence
- les procédures d'essais : concernant notamment la classification des performances
- une directive pour la fabrication des BTC
- une directive pour l'utilisation des BTC

4.3. Procédures d'adoption et calendrier

Les textes ont été transmis au MINUH début janvier 1992 et un premier comité technique s'est réuni le 4 janvier 92 avec MINUH, ENSP, MESIRES, MINTPT, au terme duquel une convocation à un second comité technique a été décidée. Celui-ci a eu lieu le 18 janvier 92 avec les mêmes partenaires et a permis d'aboutir à l'amendement des textes. Les textes, avec les corrections proposées lors des comités techniques, dupliqués par les soins de l'ONUDI, ont été remis au MINUH début février. Ce ministère devait ensuite transférer les textes au MINTPT chargé de convoquer le comité technique élargi (par la présence des bureaux de contrôles et des utilisateurs : promoteurs, entreprises). Ces textes devaient aboutir au responsable de la Direction des Etudes Générales et de la Normalisation M. Tchuenfo. Au terme de la mission, le 19 mars, M. Tchuenfo n'avait toujours pas reçu les textes par transmission interne.

4.4. Alternative de procédure

M. Tigbo, chef du service de la normalisation et de la propriété industrielle du MINDIC a proposé, étant donné que ce ministère est l'organe de décision concernant tables de normes au Cameroun, que son service convoque, avant la tenue du comité technique élargi, directement le Comité National de Normalisation lequel compterait les mêmes participants que le comité technique élargi plus les institutions administratives définissant les procédures de proposition au décret ministériel. Les textes ne passeraient pas par l'étape d'adoption en tant que RECOMMANDATIONS, mais directement en tant que NORMES.

Cette solution aurait l'avantage d'accélérer la procédure sans, pour autant, qu'aucun des différents participants aux comités techniques ne soient omis afin que ceux-ci aient tout loisir de proposer les corrections et avenants souhaités au projet de normes.

4.5. Perspectives

Au cours de la mission d'évaluation du projet (mi-avril à mi-mai 1992), la situation sera observée, afin de prendre les dispositions nécessaires :

- Si le comité technique élargi s'est réuni ou est en voie de l'être, la procédure initiale ne subira pas de changements, à savoir qu'une fois les textes approuvés, ils seront soumis au CNN.
- Si le MINTPT n'a toujours pas convoqué au comité technique élargi, la convocation sera faite directement par le MINDIC pour le Comité National de Normalisation. Quel que soit la situation on peut évaluer la tenue du CNN aux environs de fin avril, ce qui veut dire que les normes pourraient sortir dans le courant du mois de mai 92, et ainsi coïncider de près avec l'inauguration des logements de la Cité Verte.

VII. PRINCIPAUX APPORTS DES PARTENAIRES

- PNUD/ONU**DI
- Financement DP/CMR/86/020
 - Assistance technique, conception, formation, encadrement production et construction, appui à l'élaboration et aux procédures de normalisation.
 - Equipements de production de BTC (1 broyeur, 1 malaxeur, 1 presse PACT 500)
 - Camion pour transport bloc et mortier.
- MINUH**
- Coordination.
 - Prêt de 3 camions bennes pendant un jour pour extraction de la terre.
 - Conception des ouvrages avec SIC.
- SIC**
- Conception des ouvrages avec MINUH.
 - Maîtrise d'ouvrage des logements de la Cité Verte.
 - Elaboration des appels d'offres pour l'exécution des logements et du CCTP.
 - Plans d'exécution définitifs des ouvrages.
- ARTER**
- Réalisation des ouvrages.
- AMON**
- Réalisation des ouvrages.
- ENSP**
- Infrastructure et logistique pour la formation et la production des BTC.
 - Infrastructure pour les experts ONUDI.
 - Mission d'élaboration des textes normatifs au CRATerre-EAG (France)
 - Appuis pour prêts d'engins d'extraction par la Communauté Urbaine de Yaoundé III.
 - Aide à l'obtention du marché de maçonnerie en BTC par ARTER pour le gymnase de l'INSJS.
 - Essais sur la production de BTC.

VIII. INTÉRÊTS SUSCITÉS PAR LE PROJET

Les visites qui ont été organisées, aussi bien sur le chantier de la Cité Verte, que sur la briqueterie de l'ENSP, ainsi que deux émissions télévisées, le 24/11/91 lors de la journée des Nations Unies et le 27/2/92 laquelle a aussi été radio-diffusée, toutes deux diffusées à des heures de grande écoute (journal de 20 heures) ont suscité de nombreux intérêts, ainsi qu'une diffusion très large du projet.

La SIC envisage d'engager une deuxième phase de construction d'une cinquantaine de logements en BTC.

La SCI Menguele, promoteur privé, lance une étude de faisabilité pour un projet d'une centaine de logements économiques en terre.

Le FAC finance la construction d'un gymnase de sports de combats à l'INJS avec une structure porteuse béton et un remplissage BTC dont l'exécution de la partie terre a été confiée à une entreprise du projet (ARTER) et dont le chantier a démarré mi-mars 1992.

La Chancellerie de l'Université de Yaoundé envisage la construction d'un bâtiment de la Faculté des Lettres en BTC et a lancé à l'ENSP une commande de 50 000 blocs.

La Mairie de la Communauté Urbaine de Yaoundé III envisage la construction de ses locaux en BTC, l'étude du projet devait démarrer en avril 1992.

La Coopération Finlandaise serait prête à financer un projet de 100 logements en BTC.

Le FNE (Fonds National de l'Emploi) est prêt à financer la formation du personnel d'une dizaine d'entreprises à la construction de logements économiques en matériaux locaux.

Le Directeur du Crédit Foncier du Cameroun semblerait prêt à encourager ce matériau dans sa tâche d'aide à l'acquisition de logements.

La Direction de l'Architecture et de l'Habitat envisage également la construction de ses locaux en BTC.

La Caisse Centrale de Coopération Economique a accepté un projet d'investissement pour une unité de production de BTC, présenté par l'entreprise ARTER.

Le Centre de Création d'Entreprises de Yaoundé (Coopération canadienne) va dans un premier temps, accorder des prêts aux deux PME du projet (ARTER et AMON & NEON) et dans un deuxième temps accepter un projet d'investissement d'unité de production de tuiles ciment à l'entreprise ARTER.

L'AFVP envisage une formation de ses volontaires au Cameroun à la construction en BTC.

L'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) a commandé à l'ENSP un lot de 300 blocs pour faire des essais et envisage un programme de travaux d'étudiants de constructions en BTC.

De nombreux clients privés ont pris contact avec les entreprises pour faire réaliser leurs maisons particulières en BTC.

Avant même l'achèvement des travaux, la SIC avait reçu des demandes d'achats des logements en BTC de la Cité Verte.

Le projet a vivement intéressé une délégation de parlementaires allemands qui ont visité les logements de la Cité Verte, ainsi que des représentants de l'UNESCO.

Des ouvertures pour d'autres types de construction se dessinent avec le ministère de l'enseignement secondaire et la MAETUR.

IX. FORCES ET FAIBLESSES DU PROGRAMME

1. FORCES

- L'adoption de textes normatifs sur le BTC permettra de rendre plus confiants les bailleurs de fonds potentiels et ainsi de diffuser le matériau.
- Le projet réalisé avec un large partenariat, aussi bien public que privé, permet :
 - . une diffusion, au sein et par le biais, de chacun des partenaires,
 - . de réaliser une démarche globale incluant des aspects pédagogiques, techniques, économiques et institutionnels (formation, réalisation, normalisation).
- Le fait de réaliser rapidement des opérations pilotes à la Cité Verte a permis d'illustrer les potentialités de la filière BTC et ainsi de susciter de nombreux intérêts auprès des professionnels, des administrations et du grand public. Cet intérêt peut aboutir à l'ouverture rapide des marchés pour la construction en BTC.
- L'aspect formateur du projet a permis de créer un potentiel humain possédant un savoir-faire et a favorisé ainsi, l'existence d'une structure (les entreprises capable de produire des matériaux et de réaliser des constructions en BTC de qualité.

2. FAIBLESSES

- La multiplicité des partenaires a rendu difficile la répartition précise des tâches et des apports et réduit l'implication de chacun d'eux. Chaque partenaire avait la possibilité, pour la réalisation d'une tâche, de renvoyer celle-ci à un autre partenaire. Il est indispensable, pour un projet de ce type, que les cahiers des charges soient exhaustifs et très précis pour chacun des partenaires.
- Les paiements irréguliers du maître d'ouvrage ont passablement allongés les délais d'exécution, étant donné la faible capacité de trésorerie des entreprises. Les capacités et procédures de paiement doivent être précisées clairement au préalable.
- Les conditions de sélection et de participation des entreprises n'ont pas non plus été assez précisément définies. Il faudrait envisager par exemple l'obligation, pour celles-ci d'une transparence de leur gestion permettant le contrôle (sélection du personnel, planning et qualité des approvisionnements, paiement des salaires). Cela permettrait de mieux respecter les délais, de faire une évaluation économique plus précise et d'avoir une meilleure gestion de la qualité.

X. CONCLUSIONS

1. FORMATION

Cette formation de un mois a permis au personnel des entreprises d'acquérir les bases de la technique du bloc de terre comprimée (le matériau, le matériel, la production, la mise en oeuvre et la gestion) ainsi que d'illustrer les potentialités des BTC par la construction de murets qui ont facilité l'élaboration définitive des systèmes constructifs de la Cité Verte.

2. PRODUCTION

Cette phase, destinée à la production des blocs nécessaires à la construction des 6 logements de la Cité Verte, a permis de :

- sélectionner deux gisements de terre ;
- implanter et exploiter une unité de production de BTC pour les 2 entreprises pilotes ;
- mettre en place, au sein de cette unité, une Démarche Qualité définissant une méthode pour les contrôles, les suivis, l'entretien et la gestion de la briqueterie ;
- arriver à des propositions et recommandations en vue d'optimiser la production et de réduire les coûts.

La briqueterie, pour des raisons financières et de planning, a été maintenue sous la halle de l'ENSP. Du mois d'octobre 1991 à mars 1992 environ 55 000 blocs ont été produits avec les équipements du projet par AMON & NEON et ARTER avec un effectif moyen d'une dizaine de personnes par entreprise. Des responsables de briqueterie des entreprises ont été formés aux suivis, aux contrôles et à la gestion de l'unité de production et à l'entretien et à la maintenance des équipements. Les blocs produits sont de bonne qualité et offrent les garanties nécessaires à la construction des logements de la Cité Verte. Les coûts de production ont été analysés et ont permis de dégager les moyens d'optimiser la production particulièrement par un meilleur encadrement. Le prix de vente réel, 75 à 80 FCFA (pièce), est proche des estimations mais avec des marges inférieures qui pourrait augmenter en améliorant la gestion et la productivité. Des dispositions à moyen terme, doivent être prises afin de faciliter l'extraction et l'approvisionnement de la terre, ainsi que la constitution d'unité propre à chacune des entreprises. Maintenant que des logements sont réalisés, illustrant pour le public les potentialités du BTC, les entreprises devraient envisager une étude de marché définissant plus précisément la demande (type et qualité de produits, capacités de paiement, types de marché : économique, standing, privé, public...).

3. CONSTRUCTION DES LOGEMENTS DE LA CITÉ VERTE

Réalisation de 6 logements économiques à la Cité Verte par AMON & NEON et ARTER pour le compte de la SIC. Il s'agissait de :

- lancer et encadrer la construction en contrôlant la qualité et l'exécution jusqu'à achèvement des travaux.

Les constructions devaient se terminer fin janvier 1992 mais en raison des retards de paiement et de la nouveauté de cette technique de mise en oeuvre, le chantier devrait se terminer en mai 1992. La mission n'a pas pu être prolongée au-delà du 22 mars 1992. A cette date, le gros oeuvre des 6 logements était terminé et les travaux de finitions (enduits, électricité, plafonds) des logements T4 PSE, confiés à ARTER, presque achevé, autrement dit tous les postes ayant des règles spécifiques à cette technique constructive.

Les systèmes constructifs prévus ont subis quelques modifications (chaînage, ancrage charpente, traitement de surfaces, ...) à la suite de la construction des murets pendant la formation. Ceux-ci ont permis de trouver des solutions réduisant les coûts de certains poste et facilitant la mise en oeuvre.

Ce chantier a pu illustrer l'importance de l'acquisition des gestes et des savoir-faire spécifiques à ce matériau qui seuls, à moyen terme, permettent d'atteindre des rendements et une qualité optimum, ce qui suppose une politique d'entreprise prête à investir dans l'avenir en mettant les moyens nécessaires à l'obtention de cette compétence.

Des expérimentations ont été faites de dispositifs facilitant la maçonnerie (quantité et qualité). Les entreprises doivent maintenant investir dans l'acquisition de ce type de matériel afin de progresser.

Une étude intermédiaire des coûts réels de gros oeuvre et des coûts estimés de second oeuvre a permis de dégager différentes solutions pour réduire les coûts. Il s'agit essentiellement d'améliorer la compétence du personnel, afin d'obtenir des rendements plus élevés, ainsi que de maîtriser plus précisément la gestion des chantiers (organisation du personnel, estimations et contrôle des quantités de matériaux approvisionnés et consommés, rendements observés, contrôles de qualité, etc...).

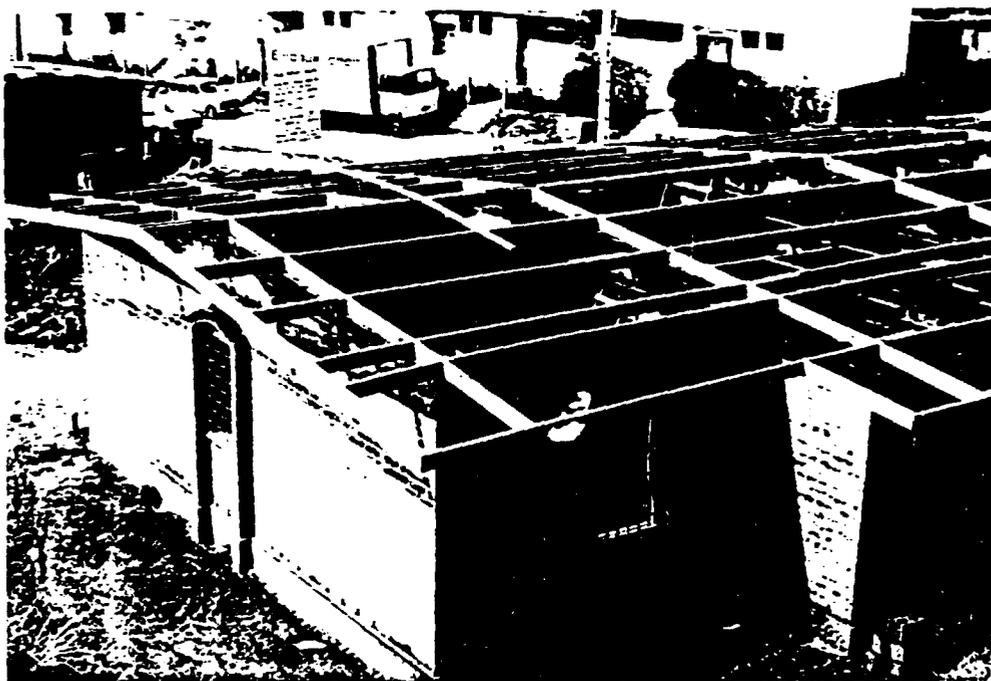
La conception des logements devrait être modifiées afin de réduire les coûts, développement des murs linéaires accru, système de débords de toiture réalisé par des poteaux ou jambes de force, etc.). Certains éléments modifiés (charpente plus économique par des sections réduites et une qualité de bois plus économique, matériau de couverture).

Les coûts réels de gros oeuvre sont globalement plus élevés, que les coûts estimés, particulièrement ceux des murs (plus de 50 %) et de la charpente (≈ 70 %). D'autre, par contre, sont plus bas (chaînages et protection de surface).

Les coûts au m² habitable sont encore relativement élevés, environ 50 000 FCFA/m² pour le gros oeuvre et 70 000 à 80 000 FCFA/m² pour l'ensemble, sans les travaux annexes.

La main-d'oeuvre représente en moyenne 32 % du coût direct de gros oeuvre et les matériaux ≈ 65 %, le reste se répartissent entre matériel (≈ 2 %) et transport (≈ 1 %). Mais les transports ont été facilités par le prêt occasionnel d'un camion du PNUD. Les marges de fonctionnement estimées sont basse ≈ 5 %, ce qui s'explique par la taille réduite des entreprises et par l'encadrement de l'ONUDI, de la SIC et du MINUH (conception, dossier d'exécution, encadrement du chantier, etc.), elles auraient toutefois pu être plus basses s'il n'y avait pas eu lieu d'effectuer les nombreuses démarches occasionnées par les retards de paiement (prêts, insistance pour déblocage des décomptes, etc.).

Les marges bénéficiaires ont été estimées à = 15 % mais elles ne pourront être précisées auprès des entreprises qu'après achèvement des travaux.



4. NORMALISATION

Afin d'améliorer les performances techniques des BTC comme alternative crédible aux autres matériaux de construction, d'augmenter les chances de réussite des investissements des entrepreneurs camerounais et de créer un environnement plus favorable au développement des activités, la normalisation des BTC est un volet important.

Il s'agissait de suivre le planning et les procédures de normalisation définies en novembre 1991 afin d'arriver au plus vite à une approbation définitive des textes normatifs.

Des textes normatifs ont été rédigés pour le MINUH par l'ENSP en collaboration avec l'ONUDI et le CRATerre-EAG (Centre International de la Construction en Terre), ils ont été soumis, amendés et adoptés par un comité technique en janvier 1992 puis transmis par le MINUH au Ministère des Travaux Publics, lequel en fin de mission n'avait pas réagi. Le MINDIC qui soumet les projets au Comité National de Normalisation (CNN) puis à l'approbation des ministres signant le décret d'application, pourrait convoquer directement le CNN d'ici mi-mai 1992 ce qui permettrait l'approbation en tant que normes dans le mois suivant (mi-juin 1992).

Le calendrier prévu n'a pu être suivi notamment à cause du grand retard pris par le Ministère des Travaux Publics, plus d'un mois pour lancer la convocation du comité technique élargi, mais l'initiative du MINDIC devrait permettre de ne pas dépasser trop largement les délais souhaités.

XI. ANNEXES

- **ABRÉVIATIONS**
- **TERMES DE RÉFÉRENCES**
- **PLANNING DES TACHES RÉALISÉES**
- **CALENDRIER DES MISSIONS D'EXPERTS**
- **PRINCIPALES PERSONNES RENCONTREES**
- **DEVIS ESTIMATIF DES ENTREPRISES**
- **CALCULS ESTIMATIFS DES COUTS DE PRODUCTION DE BTC**
- **EXEMPLES DE SUIVI DE CHANTIER**
- **ÉTAT D'AVANCEMENT DE CHANTIER**
- **NOTES TECHNIQUES : FONDATIONS, TRAITEMENT DE SURFACES**
- **PROCÉDURES DE PAIEMENT**
- **FICHES DE SUIVI DE PRODUCTION**
- **MESURES ET ESSAIS RÉALISÉS**
- **PROCES VERBAUX DE CHANTIER**
- **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**
- **MATÉRIEL SPÉCIFIQUE**
- **ANNONCE DE CONFÉRENCE ET DE VISITE**

ABRÉVIATIONS

MINDIC	Ministère du Développement Industriel et Commercial
MINUH	Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat
INJS	Institut National de la Jeunesse et des Sports
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
LABOGENIE	Laboratoire National de Génie Civil
MAETUR	Mission d'Aménagement et d'Équipement des Terrains Urbains et Ruraux
CRATerre	Centre International de la Construction en Terre
EAG	Ecole d'Architecture de Grenoble
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
CNN	Comité National de Normalisation
ENSP	Ecole Nationale Supérieure Polytechnique
SIC	Société Immobilière du Cameroun
SOCOTEC	Société de Contrôle Technique de la Construction
ALTECH	Société Alpine de Technologies Nouvelles
BTC	Bloc de Terre Comprimée

TERMES DE RÉFÉRENCE

CAHIER DES CHARGES

ENCADREMENT DE L'OPERATION EXPERIMENTALE DE CONSTRUCTION
DE SIX LOGEMENTS PILOTES A YAOUNDE

(Projet DP/CMR/86/020)

I. Information générale de base

Le projet DP/CMR/86.020 vise le renforcement de l'appareil de production et de mise en oeuvre des matériaux locaux au Cameroun. En cohérence avec la stratégie économique du pays, ce projet poursuit un triple objectif:

1. produire des matériaux à partir des ressources locales: terre, bois, pouzzolane, calcaire, pierre. Les produits obtenus devraient être concurrentiels par rapport aux matériaux importés,
2. réaliser des opérations pilotes dans les conditions réelles de production et en faisant intervenir les différents opérateurs locaux: MAETUR (Misison d'Aménagement des Terrains Urbains et Ruraux, la SIC (Société Immobilière du Cameroun), les artisans, les entreprises, les coopératives,
3. établir, à la lumière des expériences pilotes, une évaluation technico-économique dont le but est triple:
 - mettre en évidence les forces et les faiblesses de chaque opérateur dans le processus de production de logements en matériaux locaux,
 - permettre aux différents opérateurs de prendre les décisions nécessaires à l'amélioration de leurs performances techniques et économiques,
 - permettre au Service de Promotion des Matériaux Locaux (SPLM), sous la tutelle de la Direction de l'Habitat (MINUH), de diffuser les acquis du projet et de définir une stratégie d'industrialisation des matériaux locaux.

II. But du projet

Il vise à encourager la production nationale de matériaux de construction à partir des ressources naturelles locales et à coûts modérés. Ce projet prévoit de réaliser des constructions pilotes en partenariat avec la Société Immobilière du Cameroun (SIC), des PME du bâtiment et l'Ecole Polytechnique de Yaoundé.

III. Portée des services contractuels

Sous la direction du fonctionnaire du siège de l'ONUDI en charge du projet et sous la responsabilité, sur le terrain, du Conseiller Technique Principal et du Directeur national du projet, l'organisme contractant aura pour tâches:

- a) préparer la phase de lancement des briqueteries en particulier:
- réceptionner la presse PACT 500 qui arrivera à Douala entre le 15 et 20 juin 1991,
 - vérifier, auprès des entrepreneurs camerounais intervenants dans le projet, la fiabilité des équipements et les compétences du personnel à former,
 - s'assurer de la disponibilité des matières premières nécessaires au lancement de la production de briques,
 - déterminer l'organisation spatiale des briqueteries et effectuer l'organigramme de production,
- c) prendre connaissance des plans architecturaux et techniques de l'opération des six logements économiques, apporter les compléments ou les modifications nécessaires et préparer le planning d'intervention des entreprises.
- d) implanter les postes de travail de la briqueterie, encadrer la phase de fabrication de briques nécessaires à la réalisation de l'opération pilote et contrôler la qualité finale des briques,
- e) lancer et encadrer la construction des six logements jusqu'à l'achèvement des travaux y compris de finition, conformément aux prescriptions techniques et au cahier des charges établis par la Société Immobilière du Cameroun,
- f) former:
- le personnel d'encadrement des entreprises:
 - * aux méthodes de stabilisation et aux tests de résistances des briques de terre ,
 - * à la préparation et à l'organisation des tâches,
 - * à l'élaboration de planning de production et des interventions des différents corps d'Etat,
 - * au suivi, à la gestion et à l'optimisation de la production,
 - * au contrôle de la qualité des produits.
 - le personnel d'exécution des entreprises:
 - * à la préparation des matières premières et des matériels,
 - * au fonctionnement, au réglage et à l'entretien des machines,
 - * à la fabrication des produits en terre comprimée (phases de broyage des matières premières, de malaxage, de moulage, de cure, de manipulation des produits, de stockage),
 - * au contrôle de la qualité des briques,
 - * au montage des briques de terre comprimée: gestes professionnels de base, techniques d'assemblage, techniques de protection (badigeons, enduits ...)
 - * au contrôle de la qualité de la maçonnerie réalisée,
 - * au problème de sécurité dans les chantiers.
- g) contrôler l'exécution et la qualité de l'ensemble des ouvrages y compris les finitions,
- h) élaborer et rédiger un manuel de formation à la production et au montage des briques de terre comprimée.
- un 20*

5800c

TERMES DE REFERENCE

US/RAF/91/024

Ligne budgétaire 11-92

Désignation du poste: Expert spécialisé dans la promotion de projets d'investissement dans la filière terre

Durée de la mission: 1.5 mois

Date d'entrée en fonction: Janvier 1992

Lieux d'affectation: Yaoundé, Cameroun

But de la mission : Il est d'assister deux promoteurs camerounais dans la mise en place d'une démarche qualité dans leur entreprise et d'assister les institutions nationales camerounaises dans l'élaboration de normes relatives au produit brique de terre stabilisée.

Attributions: En étroite coopération avec le projet DP/CMR/86/020 "Renforcement de l'appareil de production et de mise en oeuvre des matériaux de construction locaux au Cameroun" l'expert effectuera les tâches suivantes:

- préparer, en coopération avec les institutions nationales concernées, le contenu du manuel de qualité, du plan qualité et du guide de contrôle de qualité. Le plan qualité comprendra les phases suivantes:

- sensibilisation du personnel d'exécution à la démarche qualité,
- sensibilisation du personnel d'encadrement à la démarche qualité,
- mise au point de l'organigramme de production nominative, mise en place de la métrologie (instruments de mesure, fréquence, échantillonnage, paramètres à mesurer),
- mise en place des fiches et panneaux de suivi de la gestion de qualité,
- mise en place des fiches de suivi de la production,
- mise en place du programme d'entretien des machines et de prévention des pannes,
- mise en place du marquage des produits,
- exploitation statistique des résultats d'essais,
- fiche de planning hebdomadaire,
- formation au contrôle de qualité,
- formation à la gestion de la qualité.

- préparer le projet de recommandations concernant la normalisation de la brique de terre stabilisée. Ce projet comportera 5 documents séparés:

- le produit,
- le processus,
- la mise en oeuvre,
- la terminologie,
- les essais.

- soumettre ces documents de base aux institutions nationales concernées, recueillir les recommandations et apporter les modifications nécessaires,
- soumettre le texte définitif du projet Ministère de l'Industrie et du Commerce.
- suivre les activités ci-dessus mentionnées jusqu'à l'acceptation des normes par le Gouvernement camerounais.

Formation et expériences requises : ingénieur ou architecte ayant une grande expérience dans le domaine de la production et du montage des briques et ayant des connaissances dans le domaine du pilotage et de l'exécution de projets dans les pays en développement.

Connaissances linguistiques : Français

Renseignements complémentaires:

Le projet US/RAF/91/024 se déroulera en 4 phases:

1) la formation du personnel d'entreprises, des cadres du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat, de la SIC et des ingénieurs de l'Ecole Polytechnique:

- à l'utilisation et à l'entretien des équipements de fabrication de briques,
- à l'organisation spatiale de la briqueterie,
- à la fabrication et à la manutention de briques,
- au contrôle de la qualité des briques,
- à la maçonnerie des briques.

2) la fabrication de 30 000 briques nécessaires à la réalisation des constructions pilotes et le lancement du travail sur la démarche qualité des produits en entreprise.

3) la réalisation de six constructions pilotes en briques de terre stabilisée, à Yaoundé, en coopération avec la SIC et deux entreprises camerounaises.

4) La normalisation du produit brique de terre stabilisée.

CALENDRIER DES MISSIONS D'EXPERTS

CALENDRIER DES MISSIONS D'EXPERTS

Vincent RIGASSI	du 11 septembre 1991 au 22 mars 1992
Dario ANGULO	du 25 septembre 1991 au 31 octobre 1991
Daniel TURQUIN	du 2 au 10 octobre 1991 du 16 au 27 novembre 1991
Sid BOUBEKEUR	du 6 au 21 octobre 1991 du 2 au 21 décembre 1991 du 8 au 29 février 1992
Bruno PIGNAL	du 28 octobre 1991 au 31 janvier 1992
Hugo HOUBEN	du 9 au 19 novembre 1991

PRINCIPALES PERSONNES RENCONTRÉES

PRINCIPALES PERSONNES RENCONTREES

PNUD

M. MCLEOD	Représentant Résident
M. MERORES	Gestionnaire comptable
M. DOREGO J-C.	JPO (Junior Professional Officer)

ONUDI

M. DANSOU P.A.	Directeur de l'ONUDI à Yaoundé
Melle MOESTRUP S.	JPO
M. BOUBEKEUR S.	DII, CTF Projet

MINISTERE DE L'URBANISME ET DE L'HABITAT (MINUH)

M. BAYIHA II	Conseiller technique n° 2 du Ministre
M. MBONDO KANGA	Sous-directeur des Etudes et Programmes
M. ZEUFACK B.	Chef service promotion des matériaux locaux
M. ZANGA P.	Architecte, Assistant

SIC

M. DJONGOUANE	Directeur Général
M. BELINGA	Directeur Général Adjoint
M. SOPPO/NYETAM	Directeur technique
M. GARBA	Ingénieur opérationnel
Melle ELOM	Architecte stagiaire

UNIVERSITE DE YAOUNDE

ENSP (Ecole Nationale Supérieure Polytechnique)

M. VERMANDE P.	Directeur
M. KAPTUOM	Directeur Adjoint
M. BIDJOCKA C.	Professeur
M. MESSI A.	Professeur
M. MAMBA M'PELE	Professeur

AMON & NEON

M. ABISSEK KIYEK F.	Directeur général
---------------------	-------------------

ARTER SARL

M. SENDE J.V.
M. BAYIHA
M. HONLA L.M.

Directeur, Architecte
Economiste
Responsable des travaux, Ingénieur

**MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET COMMERCIAL
(MINDIC)**

M. TIGBO J.O.

Chef de service de la normalisation et propriété
industrielle

MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS

M. TCHOUENFO

Responsable de la direction des études générales et de
la normalisation

CENTRE DE CREATION D'ENTREPRISES YAOUNDÉ (CCEY)

M. DELCHEF A.

Directeur du développement

FONDS NATIONAL DE L'EMPLOI (FNE)

M. DERRIER JF.
M. DUBEAU JP.

Conseiller technique auprès de la Direction Générale
Conseiller technique

MENGUELE SCI

M. MENGUELE JB.

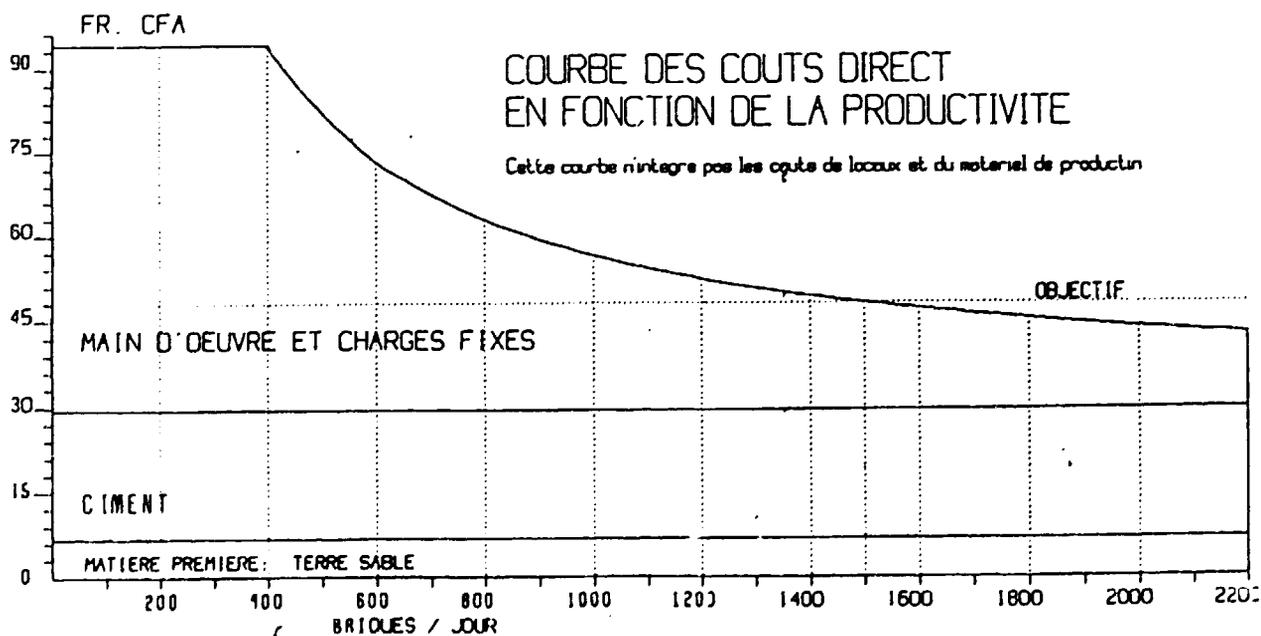
Consultant international

CALCULS ESTIMATIFS DES COUTS DE PRODUCTION DE BTC

ESTIMATION CONTEXTE PROJET DP/CHR/86/020 - PRODUCTION A L'ENSP

COMPOSANTS DE LA BRIQUE		FR CFA		CFA/brique			
terre	en TONNE	231	82.86%	1.57	3.26%	12.75%	
perte au traitement	En %		10.00%				
sable	en TONNE	5,550	11.04%	4.56	9.49%		
eau	en M3	0	8%	0.00	0.00%		
CIMENT-STABILISANT		en TONNE	50,000	6.1%	22.67	47.24%	47.24%
CHARGES LIEES A LA PRODUCTION		/ jour				5.07%	
électricité	en KW	40	80	1.60	3.33%		
gas-oil	en LITRES	167	1	0.08	0.17%		
fongibles	unité	1,500	1	0.75	1.56%		
CHARGES FIXES						1.39%	
locaux gardiennage	/ jour	0		0.00	0.00%		
petit matériel	/ jour	1,000		0.67	1.39%		
ammort. matériel	/ jour	0		0.00	0.00%		
frais financiers	/ jour	0	35%	0.00	0.00%		
MAIN D'OEUVRE						33.55%	
chef d'équipe	/ jour	3,000	1	2.00	4.17%		
ouvriers qualifiés	/ jour	2,500	3	5.00	10.42%		
manoeuvre	/ jour	1,500	9	9.00	18.75%		
entretien	/ jour	2,500	0.06	0.10	0.22%		
COUT DIRECT				48.00	100.00%	100.00%	
FONCTIONNEMENT		25%		12.00	25.00%		
PRIX DE REVIENT				60.00	125.00%		
MARGE BENEFICIAIRE		25%		15.00	31.25%		
PRIX DE VENTE				75.00	156.25%		

PRODUCTION	/ jour	1,500		16.10	M.O./BRIQUE
VOLUME DE LA BRIQUE	L x l x H	0.003717	en M3		
POID DE LA BRIQUE	EN TONNE	0.007434			
		1000		24.16	M.O./BRIQUE
		1250		19.32	M.O./BRIQUE
		1500		16.10	M.O./BRIQUE
		1750		13.80	M.O./BRIQUE
		2000		12.08	M.O./BRIQUE



BRIQUETERIE 1 : 1 PRESSE MOTORISEE + 1 MALAXEUR + 1 BROYEUR + TAXES 82 %

COMPOSANTS DE LA BRIQUE		FR CFA		CFA/brique		
terre	en TONNE	1,300	83.96%	8.52	12.86%	20.00%
perte au traitement	en %		5%			
sable	en TONNE	5,550	11.04%	4.55	6.87%	
eau	en M3	300	8%	0.18	0.27%	
CIMENT-STABILISANT	en TONNE	50,000	5%	18.59	28.04%	28.04%
CHARGES LIEES A LA PRODUCTION			/ jour			3.67%
électricité	en KWH	40	80	1.60	2.41%	
gas-oil	en LITRES	167	1	0.08	0.13%	
fongibles	unité	1,500	1	0.75	1.13%	
CHARGES FIXES						30.07%
locaux gardiennage	/ jour	2,000		1.00	1.51%	
petit matériel	/ jour	1,000		0.50	0.75%	
ammort. matériel	/ jour	27,300		13.65	20.60%	
frais financiers	/ jour	9,555	35%	4.78	7.21%	
MAIN D'OEUVRE						18.22%
chef d'équipe	/ jour	3,000	1	1.50	2.26%	
ouvriers qualifiés	/ jour	2,500	3	3.75	5.66%	
manoeuvre	/ jour	1,500	9	6.75	10.18%	
entretien	/ jour	2,500	0.06	0.07	0.11%	
COUT DIRECT				66.27	100.00%	100.00%
FONCTIONNEMENT			20%	13.25	20.00%	
PRIX DE REVIENT				79.53	120.00%	
MARGE BENEFICIAIRE			10%	7.95	12.00%	
PRIX DE VENTE				87.48	132.00%	
PRODUCTION	/ jour	2,000				
VOLUME DE LA BRIQUE	L x l x H	0.003717	en M3			
POID DE LA BRIQUE	EN TONNE	0.007434				

BRIQUETERIE 2 : 2 PRESSES MANUELLES + 1 MALAXEUR + 1 BROYEUR + TAXES 82 %

COMPOSANTS DE LA BRIQUE		FR CFA		CFA/brique		
terre	en TONNE	1,300	83.96%	8.52	14.49%	22.54%
perte au traitement	en %		5%			
sable	en TONNE	5,550	11.04%	4.55	7.75%	
eau	en M3	300	8%	0.18	0.30%	
CIMENT-STABILISANT	en TONNE	50,000	5%	18.59	31.61%	31.61%
CHARGES LIEES A LA PRODUCTION			/ jour			4.14%
électricité	en KWH	40	80	1.60	2.72%	
gas-oil	en LITRES	167	1	0.08	0.14%	
fongibles	unité	1,500	1	0.75	1.28%	
CHARGES FIXES						16.48%
locaux gardiennage	/ jour	2,000		1.00	1.70%	
petit matériel	/ jour	1,000		0.50	0.85%	
ammort. matériel	/ jour	12,133		6.07	10.32%	
frais financiers	/ jour	4,247	35%	2.12	3.61%	
MAIN D'OEUVRE						25.22%
chef d'équipe	/ jour	3,000	1	1.50	2.55%	
ouvriers qualifiés	/ jour	2,500	4	5.00	8.51%	
manoeuvre	/ jour	1,500	11	8.25	14.03%	
entretien	/ jour	2,500	0.06	0.07	0.13%	
COUT DIRECT				58.79	100.00%	100.00%
FONCTIONNEMENT			20%	11.76	20.00%	
PRIX DE REVIENT				70.54	120.00%	
MARGE BENEFICIAIRE			20%	14.11	24.00%	
PRIX DE VENTE				84.65	144.00%	
PRODUCTION	/ jour	2,000				
VOLUME DE LA BRIQUE	L x l x H	0.003717	en M3			
POID DE LA BRIQUE	EN TONNE	0.007434				

EXEMPLES DE SUIVI DE CHANTIER

FICHE JOURNALIERE

PROJET: ATON 2 NEON	DATE: DE 5.20.1977 A 10 jours	NB. J/H: 23/27	BATIMENT: 75-75 PSTT	METEO:	N°: 7
CHANTIER: ATON 2 NEON			ELEMENT: CHAINAGE (JOINT)		

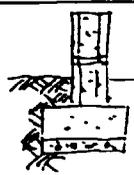
TACHES	NB OUVRIERS MAC/MAN	MATERIEL	Q	MATERIAUX	Q	U	VOLUME QUANTITE	U	REMARQUES
CHAINAGE + Repare joints en moyenne 153 mm. Soit joints = $\frac{700 \text{ HJ}}{23/27}$ CHAINAGE $\frac{23/27 \text{ HJ}}$	2/3			blocs chainage type II  type II 	670 10	u u	chainage = 97 ml		Fble Sennece le 11 finira mi-temp. le 12/2 moyenne chainage mi-temp. type III et poutre B.A T3 Rendement chainage = 30 blocs/pour/jour C = 5 ml blocs/jour

FICHE JOURNALIERE

PROJET: ATON	DATE: DE 20.2.1977 A 6 jours	NB. J/H: 17/15	BATIMENT: 75-75 PSTT	METEO:	N°: 8
CHANTIER: ATON			ELEMENT: coulage chainage		

TACHES	NB OUVRIERS MAC/MAN	MATERIEL	Q	MATERIAUX	Q	U	VOLUME QUANTITE	U	REMARQUES
Fin pose blocs chainage + blocs soudés	8/24			type III 	30	u	8,7	ml	
Ferrailage	2/2			Ø 8 Ø 6	13 16	banc banc	115 8,7	ml ml	chainage couvent (états) poutre (états)
Coulage chainage	6/6			ciment: cl. couvent	6	sacs			
Coulage poutre	5/5	bois coffrage	116 56	poutre ciment:		sacs			

FICHE JOURNALIERE

PROJET:		DATE:	NB. J/H.	BATIMENT:	METEO:	N°:			
CHANTIER: Gki Verte / RTER		DE: 27/08/01 A: AOUT 01	112/119	Fondation - Soubassement T4 PSE		0			
TACHES	NB OUVRIERS MAC/MAN	MATERIEL	Q	MATERIAUX	Q	U	VOLUME QUANTITE	U	REMARQUES
Béton projeté	5/6			ciment	27	ton	~2	m ³	 <p>Sous la base on a agglo + mortier (charge 250 kg/m²) 15 cm mortier 250 kg/m² 5 cm grille isolante</p>
Semelles	5/6			gravier	2	m ³			
				sable	4	m ³	-6	m ³	
Soubassements	5/6			Agglo (40-0-0,5x20)	160	u	mortier	1,74	
				sable	11	m ³	charge	30	
				ciment	15	ton			
TOTAL	112/119 (102 jours)								

FICHE JOURNALIERE

PROJET:		DATE:	NB. J/H.	BATIMENT:	METEO:	N°:			
CHANTIER: RTER		DE: 11/08/01 A: 21/08/01	112/33	T4 PSE	pluie le 26 matin (~ 2h)	5			
TACHES	NB OUVRIERS MAC/MAN	MATERIEL	Q	MATERIAUX	Q	U	VOLUME QUANTITE	U	REMARQUES
Argasse BT	6/4 (arrêt j)			4/4	3230		123	m ²	<p>dis le 27 toutes les heures finir les joints en vives - 20° assise (8% pose) ⇒ 26 blocs/m²/jour 1,7 m²/m² j (3695 eq. 46)</p>
				3/4	365				
				1/2	383				

ÉTAT D'AVANCEMENT DE CHANTIER

NOTE POUR LE DOSSIER

ETAT D'AVANCEMENT DES PROJETS MATERIAUX DE CONSTRUCTION AU CAMEROUN

(DP/CMR/86/020 et US/RAF/91/024)

La phase de production est arrivée environ au 2/3 du total et la phase de construction est à son début, la maçonnerie de terre devrait commencer dans la semaine du 9 au 15 décembre pour s'achever début - mi-février 1992. La mise en place d'une démarche qualité de la production ainsi qu'une phase d'essais et de rédaction relative à la normalisation sont en cours.

PRINCIPALES REMARQUES

1) Compétences

Il est à noter qu'une partie des gens formés au mois d'octobre 1991 ne sont plus présents dans le projet. Ceci peut s'expliquer par le peu de capacités financières des entreprises qui, de ce fait, ont beaucoup de mal à stabiliser un personnel fixe.

Dans l'entreprise ARTER, l'ordre des désaffections du personnel formé est de l'ordre de 20 % et pour l'entreprise Amon et Néon, de l'ordre de 50 % pour la production, de plus cette entreprise a voulu, pour essayer d'augmenter sa production, faire travailler deux équipes chacune pendant 7 à 8 heures par jour. Les résultats sont peu encourageants car la production est restée très faible ceci parce que les gens formés ont été divisés dans chacune des deux équipes et ainsi isolés parmi une majorité de gens non formés. De plus l'encadrement de la production pendant 15 à 18 heures par jour a été faits par 2 ou 3 chefs d'équipes, lesquels se transféraient mal leurs tentatives de réorganisation et n'atteignent jamais un "rythme de croisière", n'arrivaient pas à se représenter ce que signifie une production normale. Cette constatation est en partie aussi valable pour l'entreprise ARTER. Il faut aussi mentionner au bénéfice des entreprises l'handicap qu'a été la production avec la terre humide par la saison des pluies continuant jusqu'à début décembre 1991.

2) Planning et objectifs

Un nouveau planning a été élaboré fin novembre, avec lequel l'avancement réalisé a déjà pris du retard notamment pour la réalisation des fondations, soubassements et dallage ceci parce que les remblais sous dallage ayant été mal exécutés, la SIC a refusé de recevoir les travaux avant une reprise dans les règles de l'art de ces éléments.

Il faut remarquer à ce propos une attitude négative des deux entreprises et qui se doit d'être modifiée. En effet, prenant prétexte des difficultés financières et des délais elles réalisent des travaux à la va vite et sans les soins requis. Il faut au plus vite que les objectifs du projet à savoir une démarche qualité et une volonté de perfectionnement coïncident aussi avec les objectifs des deux entreprises.

3) Règlement des paiements

Il a été élaboré avec les différents partenaires, une stratégie de financement par décomptes hebdomadaires, relatifs aux travaux réalisés et aux approvisionnements. En principe les entreprises d'entente avec la SIC et l'ONUDI devraient estimer le mercredi l'avancement atteint le vendredi, jour où serait présenté le décompte lequel pourrait être payé au début de la semaine suivante. Normalement la SIC ne devrait pas avoir de problèmes

avec ce type de fonctionnement mais le MINUH se plaint que les entreprises ne l'ait expérimenté qu'à la fin de la semaine du 2 au 7 décembre 1991 afin de savoir réellement si cette stratégie est opérationnelle.

Pour plus de sincérité, la SIC, le MINUH et l'ONUDI vont engager des démarches garantissant le déblocage de l'entièreté des fonds relatifs au projet.

4) Ententes entre les partenaires

Il a été constaté la nécessité d'établir pour la suite des opérations des protocoles définissant les rôles de chacun des partenaires. Il faut redéfinir les obligations et relations, ainsi que les apports de chacun afin d'éviter les problèmes relationnels, en voici les principaux points :

4.1 Rapport entre les deux entreprises

Les tâches de chacune d'elles concernant la construction sont définies par les marchés signés avec la SIC mais certaines opérations sont à préciser notamment l'extraction et le transport de la terre pour les blocs et le mortier.

4.2 Le planning d'utilisation des équipements de l'ONUDI afin d'optimiser la production et l'utilisation du site de l'ENSP.

4.3 L'assistance faite par les partenaires :

- L'assistance technique de l'onudi doit être formatrice et permettre à moyen terme aux entreprises de se gérer seules, c'est pourquoi il est indispensables que les PME montrent dès à présent plus de professionnalisme et d'autonomie afin de se dégager dès que possible de cette assistance. Les preuves faites jusqu'à maintenant ont été peu convaincantes : soit l'indépendance prise aboutissait à une mauvaise gestion et/ou à une mauvaise qualité ; soit les entreprises montraient un attentisme préjudiciable à leur image.

- Les jeunes diplômés de l'ENSP, en pépinière d'entreprises, collaborent avec l'entreprise Amon et Néon mais cette collaboration ainsi que leur statut de pépinière d'entreprise doivent être précisés afin de déterminer exactement leur rôle et le moyen le plus profitable de les intégrer au projet.

4.4 Les apports faits par les partenaires

En effet certaines tâches prévues n'ont pu être réalisées notamment du côté de la SIC et du MINUH pour la réalisation complète des dossiers d'exécution et ce par un manque de moyens mis au profit du projet.

5) Les perspectives pour les suites du projet

Il s'agit dans cette deuxième phase de mettre l'accent sur deux points :

a) Consolider les acquis, à savoir permettre au personnel formé et notamment aux entreprises de poursuivre dans la voie engagée dans la filière terre.

b) Elaborer un système de formation pour des tâcherons artisans ou PME au sein des structures existantes parmi les partenaires du projet. Par exemple les équipements restant à l'ENSP laquelle, outre une utilisation interne par les pépinière d'entreprise, s'engagerait à fonctionner comme centre de formation éventuellement aidée en cela par la présence de formateurs recrutés parmi les autres partenaires lesquels pourraient aussi faciliter l'identification des groupes à former (privés ou publics par exemple : écoles de formation professionnelle, FNE, etc...)

PROTOCOLES

- ONUDI/SIC - ~~dé~~ détails exécution
- suivi travaux
- ONUDI/PME - utilisation équipements (machines et camions)
- assistance technique
- AMON/ARTER apport terre/utilisation matériel/entretien machines
- ENSP/AMON utilisation hangar/contrôle externe/stagiaire pépinière
- ENSP/ARTER utilisation hangar/contrôle externe
- ENSP/Pépinière statuts stagiaires
- ENSP/ONUDI - entreposage équipements/convention recherche-normalisation
- perspectives
- ONUDI/MINUH - détails exécution/diffusion
- coordination
- perspectives
- PME/SIC - délais (planning des paiements)

Yaoundé, le 20 décembre 1991

Vincent Rigassi



**NOTES TECHNIQUES : FONDATIONS, TRAITEMENT DE
SURFACES**

NOTE du 23/12/91

PROJET DP/CMR/86/020 "Matériaux locaux de construction".

OBJET: Systèmes constructifs adoptés pour la réalisation des fondations, soubassements et dalles de la Cité Verte de Yaoundé.

1. Description des fondations:

- Dessin 1 Principe proposé par l'ONUUDI: semelles filantes armées en fond de fouilles sur béton de propreté qui supportent les soubassements en parpaings de ciment.

- Principes réalisés:

Dessin 2: Semelles non armées de dimensions moindres et sans couches de propreté (T4 PSE).

Dessin 3: Soubassements en parpaings directement posés sur le béton de propreté et béton rapporté sur les deux faces du parpaing inférieur, procédé supposé tenir lieu de semelle (T3/T5 PSM).

2. Description des liaisons dalles-maçonnerie:

- Dessin 1 Principe proposé par l'ONUUDI: Dalle dissociée du mur, ce qui suppose que les BTC ne reposent que sur le soubassement de parpaings de ciment.

- Dessin 2 et 3 Principe réalisé: Liaison de la dalle et des murs par la réalisation d'une longrine aux droits des murs, qui fait partie intégrante de la dalle, ce qui suppose que les BTC reposent sur cet ensemble dalle-soubassement.

3. Commentaires:

- Dessin 1, Principe proposé par l'ONUUDI:

- La longrine en bas des fondations, permet de répartir les efforts et d'éviter les tassements différentiels.

- La dissociation dalle/mur permet aux deux éléments de travailler indépendamment.

- Dessin 2 et 3, Principes réalisés:

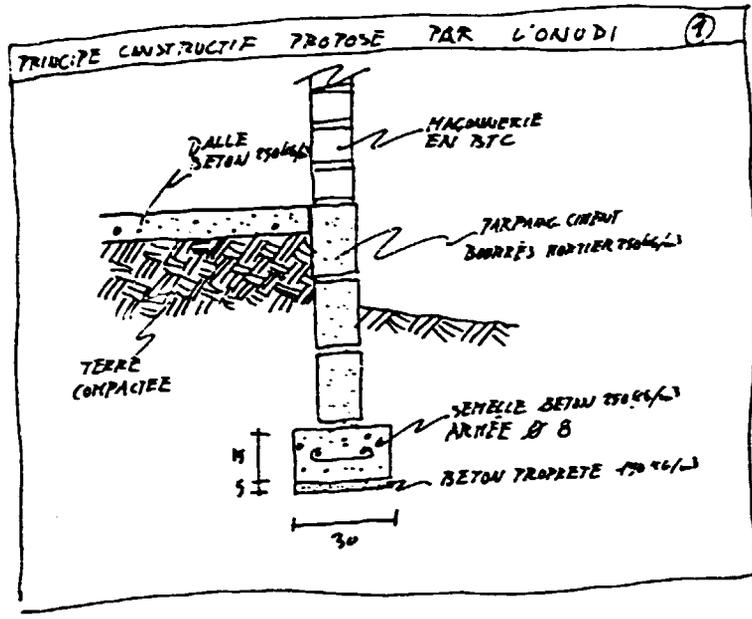
- Les solutions retenues pour les fondations ne permettent pas de garantir une répartition homogène des charges, ce qui peut entraîner une FISSURATION DES MURS. (T4 PSE: absence de ferrail- lages et sections insuffisantes. PSM: absence de ferrailages et hétérogénéité des différents éléments composants la fondation)

- Les supports de dalles: terre compactée d'une part et soubassements en parpaings d'une autre part, ont des résistances différentes qui peuvent entraîner une FISSURATION DE LA DALLE.

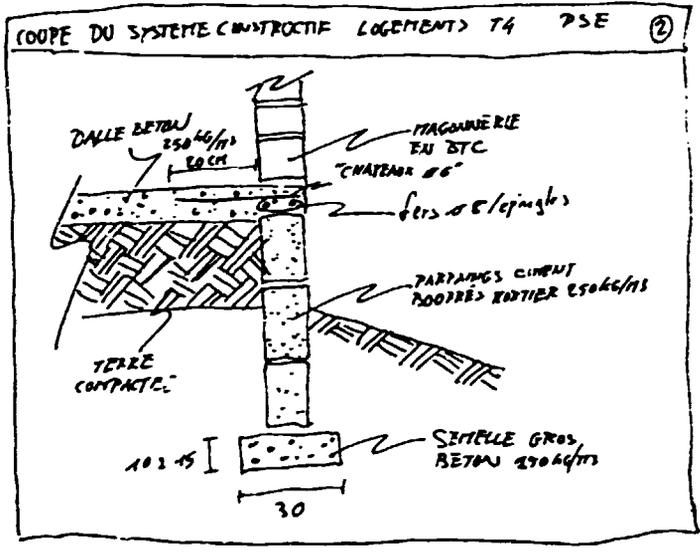


Vincent RIGASSI

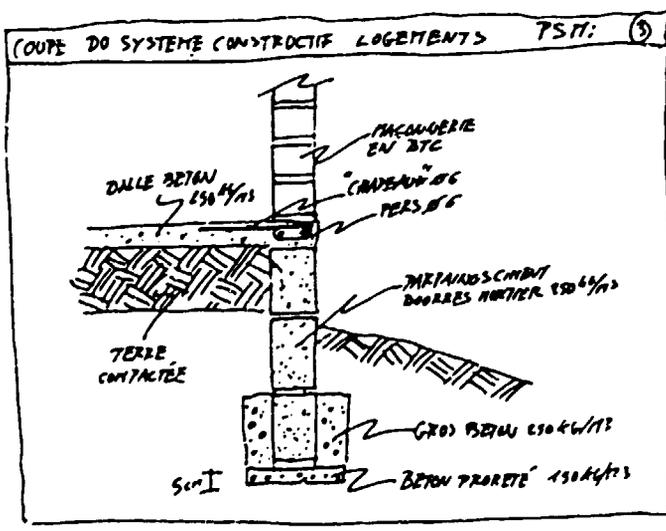
ANNEXE: - Dessin 1, principe constructif proposé par l'ONUUDI
- Dessins 2 et 3, systèmes constructifs réalisés sur le chantier de la Cité Verte.



DESSIN 1



DESSIN 2



DESSIN 3

Projet DP/CMR/86/020

Yaoundé, le 18 mars 92

Objet: Finitions des logements de la Cité Verte

Veillez trouver, conformément à la demande verbale de votre service technique, quelques recommandations concernant la finition des logements pilotes en terre de la Cité Verte.

1) Badigeons:

Comme vous le savez, des essais ont été faits à l'ENSP, de badigeons terre-ciment, terre-sable-ciment et chaux-ciment-sel.

Les badigeons "terre-ciment" se sont avérés fiables sur le plan technique (protection et accroche), mais peu satisfaisant sur le plan esthétique par leur surface trop granuleuse.

L'essai de "badigeon de chaux" s'est avéré satisfaisant aussi bien sur le plan technique que sur le plan esthétique, il pourrait donc convenir tel quel pour les badigeons intérieurs, ou pourrait éventuellement être augmenté d'une deuxième couche de peinture, plus facilement lavable.

Pour les badigeons extérieurs, ce mélange devrait être augmenté d'un colorant constitué, soit de latérite tamisée finement (1 à 2 mm) dont les proportions devraient auparavant faire l'objet d'essais complémentaires, soit d'un pigment normal pour peinture, variant entre l'ocre et le rouge afin de se marier à la couleur des murs, soit encore avec de l'oxyde de fer.

Il est souhaitable que tous les murs intérieurs soient badigeonnés pour des raisons de luminosité et afin d'éviter les pulvérulences des murs en terre.

Pour les murs extérieurs, plusieurs solutions ont été envisagées avec vos services techniques et il en ressort que:

Monsieur le Directeur Technique
de la SIC
YAOUNDE

- les parties supérieures aux chaînages de tous les murs pignons devraient être badigeonnées, afin de masquer les scellements d'ancrage de charpente et les arases au mortier.
- les murs des loggias, étant suffisamment protégés par les débords de toiture, peuvent rester bruts.
- les murs extérieurs des logements PSM peuvent être badigeonnés en soubassement à une hauteur coïncidant avec les allèges de fenêtres.
- les murs extérieurs des logements PSE, vu la bonne qualité de leur mise en œuvre, peuvent rester bruts avec toutefois une réserve liée à leur exposition à la pluie, qui devrait être déterminée précisément. S'il s'agit des pignons (comme faces exposées), ils peuvent être entièrement badigeonnés et s'il s'agit des façades, seul les soubassements seraient badigeonnés. Ces badigeons peuvent aussi n'être posés qu'après constatation, après un temps d'observation à fixer, d'éventuels dommages ou érosions.

2) Fissures:

Comme vous le savez, des fissures ont été remarquées sur les murs pignons des logements T3-T5 PSM. Elles sont probablement dues au système "soubassement-dalle". En effet, nous avons recommandé que les murs de terre soient directement maçonnés sur les soubassements en parpaings et que les dalles soient dissociées des soubassements et murs.

Comme la dalle a été coulée par dessus les compactages et les soubassements, leur alignement a été masqué par celle-ci, et il est à craindre que les murs n'aient pas été implantés précisément au droit des soubassements, d'où un porte-à-faux qui occasionnerait ces fissures. Afin d'y remédier, deux solutions sont envisageables:

- un joint plastique souple au niveau de la fissure
- une reprise en sous-œuvre au droit des murs fissurés.

3) Occupation des logements:

Je profite de cette occasion pour vous suggérer que ces logements soient habités au plus vite, afin d'une part de les observer dans des conditions réelles et normales d'utilisation et d'autre part de recueillir les observations des habitants pour en tirer les enseignements nécessaires à la recherche de

solutions appropriées au goût du public, ce qui est, je le
sais, une de vos préoccupations majeure.

Dans l'espoir que ces informations auront répondu à vos
attentes, veuillez recevoir, Monsieur le Directeur Technique,
l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Vincent RIGASSI

Expert ONUDI

PJ: dosages des essais de badigeons

ESSAIS DES DOSAGES DE BADIGEONS

TERRE - CIMENT

- 1 vol ciment (15 %) 6 vol terre 4 vol eau

- 1 vol ciment (17 %) 5 vol terre 3,5 vol eau

Les portions argileuses étant excessives, l'aspect est granuleux à cause d'agglomérats d'argile.

TERRE - SABLE - CIMENT

- 1 vol ciment 4 vol terre 1 vol sable 5 vol eau

- 1 vol ciment 3 vol terre 2 vol sable 4,5 vol eau

L'aspect est plus lisse mais reste granuleux, un éventuel broissage avec de l'eau pourrait y remédier.

BADIGEON CHAUX

- 4 kg de chaux éteinte pendant 24 h, mais plutôt 1 semaine,
ensuite: - 1 kg de sel (accélérateur)
- 400 g de ciment (durcisseur)

La tenue est bonne et la fixation satisfaisante, dans le cas d'une coloration à base de terre, le dosage devrait se situer environ entre 300 g et 1,300 kg, soit:

- 30 vol chaux 6 vol sel 3 vol ciment 2 à 10 vol terre

Dans le cas où ces badigeons sont teintés avec des oxydes ou des pigments, on peut augmenter le dosage de ciment jusqu'à avoir une proportion équivalente à celle de chaux, dans ce cas le sel n'est plus nécessaire.

PROCÉDURES DE PAIEMENT

Yaoundé le 17 Février 1992

Objet : Décomptes des travaux du projet de la cité verte
réalisé par votre entreprise.

Cher Monsieur,

Dans le cadre du projet PNUD-MINUH-ONUDI DP/CMR/86/020 dont l'un des objectifs est de réaliser six logements économiques en blocs de terre comprimée à la cité verte à Yaoundé en partenariat avec la SIC et votre entreprise, une rencontre a eu lieu à la SIC le 12 février 1992 avec Monsieur le Directeur Général de cette société, son Directeur Technique, le conseiller Technique Principal et l'expert de l'ONUDI afin de rechercher les solutions au problème de paiement des décomptes des travaux réalisés sur le site de construction.

Ainsi que l'a précisé le Directeur Général, la SIC fera le nécessaire pour régler dans les meilleurs délais les décomptes des travaux effectivement réalisés sur le chantier et les décomptes des approvisionnements disponibles sur le chantier sur la base d'un pourcentage.

De plus, il est possible d'entamer les procédures d'autorisation de paiement des décomptes anticipée de manière raisonnable afin de permettre à la SIC d'établir au plus vite les chèques ou les bons de caisse qui ne seront libérés que lorsque le service technique de cette société constatera la réalisation effective des travaux présentés dans le décompte de votre entreprise. Dans ce cas, les délais de paiement ne devraient pas dépasser cinq jours.

Au delà de cette période, si les paiements ne sont toujours pas débloqués, la Direction de la SIC est disposée à intervenir auprès des services concernés pour accélérer les procédures, ou à payer les entreprises sur sa caisse pour autant que les montants ne soient pas trop élevés.

Pour la bonne marche du système, je vous recommande de présenter régulièrement à la SIC, un décompte au début de la semaine qui prendrait en compte l'avancement des travaux atteint en fin de semaine.

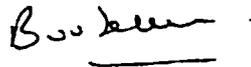
Après constatation par le service technique de la SIC des travaux réalisés par l'entreprise, le paiement du décompte pourrait être effectué au milieu de la semaine suivante.

Bien entendu, un tel système ne peut fonctionner que si votre entreprise présente des petits décomptes hebdomadaires au lieu de gros décomptes mensuels et que si il y a une collaboration dans l'élaboration de ces décomptes avec le service technique de la SIC et l'ONUDI, suite à des efforts réels d'amélioration constatées sur le chantier.

La rencontre du 12 février 1992 à la SIC a bien abouti à des solutions permettant de garantir un avancement régulier et maîtrisé des travaux à la cité verte. Je vous serais ainsi reconnaissant de bien vouloir prendre en considération les recommandations formulées et de vous mettre à la hauteur des facilités accordées exceptionnellement.

En vous remerciant de votre collaboration, je vous prie de croire, Monsieur le Directeur Général, à mes sentiments les meilleurs.

S. Boubkeur
Conseiller Technique Principal
du projet DP/CMR/86/020



Copies: S.E Monsieur le Ministre de l'Urbanisme et de
l'Habitat
Monsieur le Représentant Résident du PNUD
Monsieur le Directeur Général de la SIC
Monsieur le Directeur de l'ONUDI

FICHES DE SUIVI DE PRODUCTION

FICHE DE SUIVI JOURNALIER

PROJET	LIEU	ENTREPRISE	DATE	FICHE N°
Qui remplit cette fiche ?		QUANTITE		Nombre d'heures ouvrés
NOM : Signature		chef équipe	ouvriers qualifiés	

PRODUCTION	TYPE 1 29,5 x 14 x 9	TYPE	TYPE	TYPE D'ACTIVITES DE L'ENTREPRISE
Objectif				Aucune activité
Produits				Fabrication blocs
Blocs cassés				Déstockage cure
				Préparation mortier
				Autre

CONSOMMATIONS			DEBOURSE				REMARQUES					
	UNITE	QUANTITE	MATERIAU	U	PU	QTE	Px T.	MATERIEL	U	PU	QTE	Px T.
CIMENT	Doses		Ciment					Polyane				
	Sacs		Sable									
SABLE	Seau 12l		Terre									
TERRE	Brouette 54l											
MALAXAGE	U											
ELECTR.	KW											

SUIVI DES MACHINES						REMARQUES :						
	BROYEUR			MALAXEUR			PRESSE					
	OUI	NON	COMMENTAIRES	OUI	NON	COMMENTAIRES	OUI	NON	COMMENTAIRES			
ARRET												
CHGT PIECES												
GRAISSAGE												
NETTOYAGE												

REMARQUE PARTICULIERE Etat de la terre, météo, incident

TRANSPORT VERS CHANTIER				
Type de bloc enlevé				
Quantité prélevée				

FICHE DE SUIVI JOURNALIER

PROJET	LIEU	ENTREPRISE	DATE	FICHE N°	
Qui remplit cette fiche ?		QUANTITE		Nombre d'heures ouvrés	
NOM :		chef équipe	ouvriers qualifiés		ouvriers non qualif.
Signature					

PRODUCTION	TYPE 1 29,5 x 14 x 9	TYPE	TYPE	TYPE D'ACTIVITES DE L'ENTREPRISE	
Objectif				Aucune activité	
Produits				Fabrication blocs	
Blocs cassés				Déstockage cure	
				Préparation mortier	
				Autre	

CONSOUMATIONS			DEBOURSE				REMARQUES					
	UNITE	QUANTITE	MATERIAU	U	PU	QTE	Px T.	MATERIEL	U	PU	QTE	Px T.
CEMENT	Doses		Ciment					Polyane				
	Sacs		Sable									
SABLE	Seau 12 l		Terre									
TERRE	Brouette 54l											
MALAXAGE	U											
ELECTR.	KW											

SUIVI DES MACHINES						REMARQUES :						
	BROYEUR			MALAXEUR			PRESSE					
	OUI	NON	COMMENTAIRES	OUI	NON	COMMENTAIRES	OUI	NON	COMMENTAIRES			
ARRET												
CHGT PIECES												
GRAISSAGE												
NETTOYAGE												

REMARQUE PARTICULIERE
Etat de la terre, météo, incident

TRANSPORT VERS CHANTIER				
Type de bloc enlevé				
Quantité prélevée				

PRESENTATION DE L'UNITE DE PRODUCTION BTC

Fondée en : STATUT privé : CAPITAL :

Adresse : gouvernemental

..... ONG

..... Personne responsable :

EQUIPEMENT DE PRODUCTION			
PULVERISATEURS			
nombre			
type			
date d'achat			
CRIBLES			
nombre			
type			
date d'achat ou fabrication			
MALAXEURS/MALAXAGE			
nombre			
type			
date d'achat			
PRESSES			
nombre			
type			
date d'achat			

INFRASTRUCTURE	
Bureaux m ² :	Magasin m ² :
Espace couvert m ² :	Surface plane : stock terre m ² :
	stock blocs m ² :
<input type="checkbox"/> EAU	<input type="checkbox"/> réseau public <input type="checkbox"/> ELECTRICITE
	<input type="checkbox"/> stockage <input type="checkbox"/> 220 V <input type="checkbox"/> 380 V
m ³ :	

ORGANIGRAMME DU PERSONNEL					
Administration	nb. pers.	Production	OS	CRS	Autre
Responsable		Contrôle			
Service commercial		Extraction			
Contrôle qualité		Transport 1			
Secrétariat		Préparation			
Comptabilité		Transport 2			
TOTAL		Mélange			
Logistique	nb. pers.	Transport 3			
Chauffeur		Pressage			
Gardien		Transport 4			
Magasinier		Cue			
TOTAL		Transport 5			
		TOTAL			
		ENTRETIEN			

OBJECTIF DE PRODUCTION
Journalier :
Mensuel :
Annuel :

OBJECTIF DE PRODUCTION			
<input type="checkbox"/> URBAIN	<input type="checkbox"/> PRIVE	<input type="checkbox"/> économique	de à
<input type="checkbox"/> RURAL	<input type="checkbox"/> PUBLIC	<input type="checkbox"/> moyen	de à
	<input type="checkbox"/> ONG	<input type="checkbox"/> haut	de à

TYPES ET QUALITES DE PRODUITS FABRIQUES					
Type					
Dénomination					
Formats L x l x h					
Particularités (pleins, évidés, rect.)					
Stabilisant					
Taux de stabilisation					
Utilisation (porteur, remplis., drain.)					
Masse volumique apparente kg/m ³					
Résistance compression humide					
Résistance compression sèche					

FICHE DE CONTROLE DES BLOCS					FICHE N°
PROJET	ENTREPRISE	DATE PRODUCTION	DATE CONTROLE	DELAI CURE	

BLOCS EN STOCKAGE	TOLERANCE		Appréciation	Moyenne
	Poids minimum accepté = 7,50 kg	Dimensions en mm L+1-3l+1-2h+2-1		

PARAMETRES	BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3	BLOC 4	BLOC 5	MOYENNE
POIDS (type)						
ASPECT						
DIMENSIONS						
PARALLELISME						
PIQUAGE						
BROSSAGE						

ESSAIS DE RUPTURE	Charge C moyenne accep	R Flexion min =	R Compression min =	L, l, h (voir dim. bloc testé) K = E = 20 cm	Appréciation
nombre bloc Charge C - equiv. kg- plat. 13 kg					
Flexion $\frac{3 \times C \times E}{2 \times l \times h^2}$					
Compression = ou F x K					

TEXTURE INTERNE BLOCS CASSES					APPRECIATION	
BON						
MOYEN						
MAUVAIS						

IMMERSION - 6 H immergé 42 H séché					APPRECIATION	
BON						
MOYEN						
MAUVAIS						

FICHE DE CONTROLE DE FABRICATION			FICHE N°
PROJET	ENTREPRISE	DATE	
LIEU			

PREPARATION TERRE		CLASSIFICATION PREVUE
CONFORME	OUI NON	TEST UTILISE
DESCRIPTION		

DOSAGE	source d'information - fiche de suivi journalier	
BASES DE REFERENCES		
1 malaxage = 21 blocs	1 sac ciment = 5 malaxages	1 sac ciment = 105 blocs
MESURES EFFECTUEES		
1 malaxage Blocs <small>(moyenne sur 3 mesures)</small>	1 sac ciment = Malaxages	1 sac ciment = Blocs

MELANGE SEC	BON	MAUV.
TEMPS DE MELANGES	HOMOGENEITE VISUELLE	
T1 T2 T3	OUI	NON
Moyenne	Remarque	

MELANGE HUMIDE	BON	MAUV.
TEMPS DE MELANGES	TENEUR EN EAU (TEST BOULE)	
T1 T2 T3	BON	MAUV.
Moyenne	Remarque	

TEMPS ATTENTE AV. PRESSAGE	TEMPS MAXIMUM	
T1	T2	T3
Moyenne		
Remarque		

BLOCS AU DEMOULAGE		POIDS MOYEN	TOLERANCE EN MM L+1-3 L+1-2 H+2-1	RESISTANCE PENETROMETRE	APPRECIATION
BLOC	POIDS	ASPECT	DIMENSIONS	PARALLELISME	PENETROMETRE
1					
2					
3					
4					
5					
Moy.					
Rem.					

CURE	Temp. mini	Humidité relative mini
Température intérieure	Température extérieure	Humidité relative
Remarque		

CIMENT	
NODULES	
OUI	NON
Remarque	

SABLE		
	O/N	%
Propre		
Sale		
Remarque		

EAU		
	OUI	NON
Propre		
Salée		
Dépôt après évapor.		

FICHE DE CONTROLE DE L'ORGANISATION

FICHE DE CONTROLE DE L'ORGANISATION

PROJET	LIEU	ENTREPRISE	FICHE N°
DATE	PRODUCTION DU JOUR		

PHASE	DESCRIPTION			objectif base 1500 brj	PRODUCTION DU JOUR		écart % objectif résultat	main- d'œuvre	COMMENTAIRES
	METHODE	MOYENS			objectif	résultat			
		hommes	matériel						
PRELEVEMENT	prélèvement terre carrière	1 OS	1 pelle hydr.	10 min.					
TRANSPORT	transport terre à briqueterie	1, + OS	1, + camion	1 voyage					
STOCKAGE	protection terre stockée	1, + ONS	bâche, pelle, pioche	= 10 m ²					
TRANSPORT	transport, stockage à site broyage	1, + OS	1 pelle, 1 brouette	1/2 journée 110 brouettes					
EVACUATION	pertes matériau			5 à 10 brouettes					
SECHAGE	manipulation terre + dépôt à côté broyeur/tamis	1/4 ONS	pelle	20 m ² 1/2 journée					
BROYAGE	broyage terre	1 OS	1 broyeur 1 pelle	61071 (102 brouettes)					
TAMISAGE	tamissage terre	1 ONS	1/4 tamis, 1 pelle	17451 (29 brouettes)					
EVACUATION	évacuation refus / tamis	1 ONS	1 pelle	921 (1172 brouette)					
STOCKAGE	stockage terre broyée-tamisée	1 ONS	1 pelle	98 br. terre broyée 29 br. terre tamisée					
DOSAGE SEC	brouette : dosage terre brouette : dosage sable remplissage cuve malaxeur	1 ONS	1 brouette 1 pelle 1 seau	150 brouettes 75 seaux de sable					
MELANGE SEC ET HUMIDE	dosage ciment malaxage à sec 1'		1 dose ciment 1 malaxeur	75 malaxage (20 blocs) 15 1/2 sacs ciment					
	dosage en eau malaxage humide		1 arrosoir 1 dose d'eau	33 seaux 1 l d'eau (5 l/malaxage)					
STOCKAGE	stockage mélange attente chargement presse	1 ONS	1 pelle	tps mx. 8' = 2000 pelles					
PRESSAGE	pressage démoulage	1 OS	1 presse	1500 blocs 4/4					
EVACUATION	évacuation blocs refusés	1/2 ONS	1/2 brouette	75 blocs refusés max.					
TRANSPORT	transport blocs à cure	1, 2 ONS	1/2 brouette	1425 blocs min. 1500 blocs normaux					
STOCKAGE	empilement blocs + bâchage	1 ONS		50 piles de 30 blocs 15 m ² à couvrir 9 x 2 m bâches					
EVACUATION	évacuation blocs refusés	1 ONS	1 brouette	75 blocs max 5 brouettes					
TRANSPORT	chargement camion transport à chantier	1, + ONS 1 OS	1 camion	1350 blocs min (10,27)					
MOYENNE									

BRIQUETERIE "....."

MOIS DE 19....

Type	PRODUCTION								DESTOCKAGE								STOCK			
	PAR JOUR				CUMULEE				PAR JOUR				CUMULE							
Date	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Report																				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
total																				

I : 29,5 x 14 x 9 cm III : 14 x 14 x 9 cm

NOTES :

II : 21 x 14 x 9 cm IV : chaînage

INVENTAIRE

ECART A L'INVENTAIRE

BRIQUETERIE "....."

MOIS DE 19.....

Type	APPROVISIONNEMENTS +								CONSOMMATIONS -								STOCK			
	PAR JOUR				CUMULES				PAR JOUR				CUMULEES							
Date	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Report																				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
total																				

I : terre III : sable
 II : stabilisant IV : eau

NOTES :

INVENTAIRE
 ECART A L'INVENTAIRE

FICHE QUALITE				FICHE N°
PROJET	LIEU	ENTREPRISE	MOIS	

CONTROLES DE FABRICATION	
nb de contrôles effectués dans le mois :	Remarques :
..... conformes non conformes	

PREPARATION Appréciation :	
TYPE DE TERRE	
Prévue	Obtenue

DOSAGE Appréciation :				
	qté/1 malax.	% poids		
Dégraissant			 blocs/1 malaxage
Terre broyée				
Terre tamisée			 malaxages/1 sac ciment
Ciment				

MELANGE Appréciation :	
Temps mélange sec : min	
Temps mélange humide : min	
Temps attente : min	
Teneur en eau : % V1 malax.	

BLOCS AU DEMOULAGE Appréciation :			
POIDS	ASPECT	DIMENSIONS	PARALLELISME
MOYENNE SUR BLOCS			

CURE Appréciation :			
Cure humide : jours	Humidité relative : %	Température int. : °C	
Cure sèche : jours		Température ext. : °C	

CONTROLES DES BLOCS :		Remarques :			
nombre de contrôles effectués dans le mois	temps de cure : 7 j	14 j	21 j	28 j	
..... conformes non conformes	nb blocs contrôlés :

BLOCS EN CURE Appréciation :					
Essais de terrain					
nombre de jours de cure	poids	dimensions	masse volumique apparente	résistance traction	résistance compression
Nombre de blocs testés :					

CONTROLES DE LABORATOIRE :				Remarques :			
nombre de contrôles effectués dans le mois				temps de cure : 7 j	14 j	21 j	28 j
..... conformes non conformes				nb blocs contrôlés :
nb jours de cure	Résistance compression humide Mpa	Résistance compression sèche Mpa	Résistance traction Mpa	Capacité absorption immersion %	Capacité absorption capillaire g/ cm ² min	Masse volumique apparente kg/m ³	Masse volumique sèche kg/m ³

RECAPITULATIF DES DEPENSES / REC. FINANCIER					FICHE N°
PROJET	LIEU	ENTREPRISE	MOIS		
SALAIRES (y compris charges sociales %)					
Administration	Contrôle	Ouvriers spécialisés	Ouvriers non spécialisés		
					SOUS TOTAL
					TOTAL (1)
MATERIAUX					
Terre	Sable	Ciment	Eau	Electricité	
					SOUS TOTAL
					TOTAL (2)
MATERIEL					
Bâches	Gazole/Graisse	Pelles/Pioches			
					SOUS TOTAL
					TOTAL (3)
MAINTENANCE					
Equipement	Locaux/site production				
					SOUS TOTAL
					TOTAL (4)
CHARGES FIXES					
Intérêts	Dépréciation Amortissement	Locations	Assurances		
					SOUS TOTAL
					TOTAL (5)
TRANSPORT					
Terre	Sable	Ciment			
					SOUS TOTAL
					TOTAL (6)
TOTAL DEPENSES		TOTAL BLOCS PRODUITS		COÛT DIRECT DE PRODUCTION	
(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6)		Equivalent type I (4/4)		TOTAL (I)	
TOTAL (I) :		TOTAL (II) :		_____ = Fct/bloc	
				TOTAL (II)	

MESURES ET ESSAIS RÉALISÉS

MESURES ET ESSAIS RÉALISÉS

MASSE VOLUMIQUE APPARENTE - NOVEMBRE 91		TENEUR EN EAU
Terre	1 250 kg/m ³	13,3 %
Sable	1 500 kg/m ³	4,6 %
Ciment	1 250 kg/m ³	0,74 %

TENEUR EN EAU DES BLOCS		MASSE VOL. APPARENTE
Blocs au démoulage	7,5 kg	2 018 à 2 080 kg/m ³
Blocs après 8 jours de cure	13 %	2 010 à 2 070 kg/m ³
Blocs après étuvage	0 %	1 750 à 1 800 kg/m ³

DATE	POIDS MOYEN AU DEMOULAGE	MASSE VOL. APPARENTE
14/11/91	7,5 kg	2 018 kg/m ³
02/12/91	7,75 kg	2 085 kg/m ³
04/12/91	7,88 kg	2 120 kg/m ³
18/12/91	7,765 kg	2 089 kg/m ³

TEMPÉRATURE DE CURE

Différentes mesures entre la température extérieure (T.ext) et la température sous les bâches (T.int) donnaient les résultats suivants :

T.ext $+1,5^{\circ}\text{C}$
 $-0,5^{\circ}\text{C}$ = T.int avec une moyenne de T.ext = 25 °C. En règle générale, les deux temps étaient identiques, le polyane étant isolant pour l'humidité mais non pour la chaleur, les différences sont dues à des phénomènes de condensation mais sûrement aux réactions exothermiques du ciment.

ESSAIS ENDUITS ET MORTIER

Ces essais ont été faits avec les entreprises dans le but qu'elles les maîtrisent pour la suite, la logique de ce fait, n'a pas toujours la vigueur souhaitée parce que trop de paramètres sont modifiés dans un essai, mais malgré tout, les résultats ont été obtenus :

- 1) Evaluer les proportions terre/sable afin de ne pas avoir de fissures de retrait.
- 2) Augmenter progressivement le dosage pour vérifier la tenue de l'eau et d'éventuels retraits.
- 3) Pose de l'enduit défavorable avec ou sans gobetis et sur des murs exposés au soleil.

1) Confections d'adobe avec un mélange terre/sable

TERRE VOL	SABLE VOL	RÉSULTAT
4	2	grosses fissures
3,5	2	fissures
3	2	petites fissures
2,5	2	micro fissures
2	2	bon

Résultat : le mélange doit être moitié sable, moitié terre.

2) Dosage en ciment

TERRE	SABLE	CIMENT	DOSAGE (kg/m ³)	RÉSULTAT
4	10	1	105	bon pour retrait
4	8	1	125	bon pour retrait
4	6	1	150	bon pour retrait
4	4	1	105	microfissures
2,5	5,5	1	185	microfissures
2	6	1	185	bon pour retrait
1	7	1	185	correcte tenue à l'eau
5	2	1	230	fissures
4	2	1	250	fissures
3	3	1	250	microfissures
2,5	3,5	1	250	microfissures
2	4	1	250	bon
1	4	1	275	bon retrait et tenue eau

Résultat : sont retenus les enduits bon pour leur absence de retrait et pour leur tenue à l'eau, soit deux enduits dosés à 185 kg/m³ et un enduit dosé à 275 kg/m³ pour les pièces sèches à D.185 et pour les pièces humides à D.275.

3) Mise en oeuvre

Certaines microfissures apparaissent parfois à cause du sable pas toujours propre, pour finir nous retenons les deux dosages suivants :

- D.185 : 1 v. ciment ; 1 v. terre 7 v. sable soit 1 brouette de terre, 4,5 brouettes de sable pour 1 sac de ciment.
- D.275 : 1 v. ciment ; 1 v. terre ; 4 v. sable soit 1 brouette terre, 3 brouettes sable pour 1 sac de ciment.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

- CNERIB. Instructions, prescriptions et recommandations relatives aux logements à réaliser dans les zones du sud du pays. In : . CNERIB, s.l, s.l. Réf. : 912
- Cointeraux F. L'art de peindre à fresque, sur le pisé, avec la découverte de l'auteur, pour rendre durable cette peinture, ensemble des enduits, les tapisseries et l'épreuve du canon dans le pisé. Deux cahiers réunis en un, formant neuf feuilles d'impression. In : . L'Ecole d'Architecture Rurale, Lyon, France, 1805. Livre. : 115 x 195 mm, 142 pages.
Mots-clés : caractérisation, protection, pisé. Réf. : 3450
- McNown W.C. Instructions and specifications for the making of soil-cement building blocks. In : University of Kansas, Kansas, Etats-Unis, 1945. Réf. : 2424
- Lehmbau. DIN 18951-18951 & 1169. In : DIN. DIN, Berlin, Allemagne (RFA), 1951. Catalogue. : 297 x 210 mm, 25 pages, graph., tab.
Mots-clés : spécification, multiple. Réf. : 1507
- Standard methods for wetting-and-drying tests of compacted soil-mixtures. In : ASTM. n°D 559-57. American Society for Testing and Materials, Philadelphie, Etats-Unis, 1957. Réf. : 1382
- Normas de dosagem e metodos de ensaios. Dosagem das misturas de solo-cimento. In : Curso de solo-cimento N° Catitulo III Anexo 3.1. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo, Brésil, 1965.
Réf. : 420
- Suggested specifications for soil-cement base course . In : Soil-cement information. n°15008.09 S. Portland Cement Association, Skokie, Etats-Unis, 1969. Périodique. : 210 x 297 mm, 4 pages.
Mots-clés : spécifications, autre. Réf. : 453
- Uniform building code standards. In : . International Conference of Building Officials, Whittier, Etats-Unis, 1973. Réf. : 627
- Uniform bulding code. In : Volume 1. International Conference of Building Officials, Whittier, Etats-Unis, 1973. Réf. : 626
- Normas de diseño sismo resistente. Construcciones de adobe y bloque estabilizado . In : Capitulo. n° 6. p. 4 à 7. Ministerio de Vivienda y Construcción, Lima, Pérou, 1977. Article : 210 x 297 mm, 4 pages.
Mots-clés : conception, parasinistre, spécifications, adobe. Réf. : 864
- ABCP. Normas de dosagem e metodos de ensaios de solo-cimento. Anexo 1 et 2. In : Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo, Brésil, 1978. Réf. : 761
- Dosagem das Misturas de Solo-Cimento Normas de Dosagem. In : Estudo Tecnico. n° 35. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo, Brésil, 1980. Rapport. Réf. : 760
- Simonnet J., Liautaud G., Bamba B. Recommandation pour la conception et l'exécution de bâtiments économiques en géobéton . LBTP, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 1980. Rapport : 210 x 297 mm, 48 pages + annexes, ill., tab., graph., bibl. Mots-clés : terre, identification, stabilisation, caractérisation, production, construction, conception, spécifications, économie, blocs. Réf. : 721
- Indian Standards Institution. Indian standard. Code of practice for flat roof finish : mud phuska. Second revision . In : IS : 2115 - 1980. Indian Standards Institution, New Delhi, Inde, 1981. Opuscule : 147 x 207 mm, 10 pages.
Mots-clés : spécifications, autre. Réf. : 3352

-
- Minimum standards for earthquake resistant housing utilizing traditional materials.** In : Intertect, Dallas, Etats-Unis, 1981.
Réf. : 1073
- Indian Standards Institution. Indian standard. Specification for soil based blocks used in general building construction. First revision.** In : IS : 1725 - 1982. Indian Standards Institution, New Delhi, Inde, 1982. Opuscule : 147 x 207 mm, 5 pages + annexes.
Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3351
- CRATerre : Belmans D., Dayre M., Doat P., Guillaud H., Houben H. ; Groupe Pisé : Balas G., Barthoux L., Bourgin J., Buet G., Decousus P., Esclatine D., Landry P., Mégard Ch. ; Pénicaud H. Recommandations pour la conception des bâtiments du Village Terre .** AGRA, Plan Construction, Grenoble, France, 1982. Rapport : 210 x 297 mm, 191 pages + annexes, ill., tab., graph.
Mots-clés : terre, identification, stabilisation, construction, conception, spécifications, protection, économie, étude de cas, pisé, blocs, terre-paille. Réf. : 806
- AFNOR. Agglomérés : blocs en béton de granulats légers pour murs et cloisons .** In : NF P 14-304. AFNOR, Paris, France, 1983. Norme : 210 x 297 mm, 14 pages.
- AFNOR. Agglomérés : blocs en béton pour murs et cloisons. Définitions .** In : NF P 14-101. AFNOR, Paris, France, 1983. Norme : 210 x 297 mm, 2 pages.
- Memorias. Seminario latinoamericano de construcciones de tierra en áreas sísmicas. Memorias.** Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 23-27 de Mayo, 1983. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Pérou, 1983. Minutes : 210 x 275 mm, 718 pages, ill., tab., graph.
Mots-clés : général, parasinistre, général. Réf. : 1161
- Mekdes Befekadu, Solomon Kefa, Fikru Mengistu. Analyses des sols. Cahier de laboratoire.** In : Ecole Technique Supérieure des Municipalités, Addis Abeba, Ethiopie, 1984. Réf. : 922
- CRATerre : Doat P., Guillaud H., Houben H. Marrakech 84. Habitat en terre. Cahier des spécifications techniques pour la fabrication des matériaux en terre.** In : Rexcoop, Erac-Tensift, CRATerre, Grenoble, France, 1984. Rapport. Réf. : 1089
- CRATerre. Cahier des spécifications techniques concernant la production des matériaux de construction en terre. Bâtiments d'hébergement des élèves.** In : ESI TEX, Paris, France, 1985.
Réf. : 1085
- Construction de 50 logements en blocs de terre compressée par province.** In : Recueil de recommandations constructives. Ministère de l'Habitat, DCTC, Rabat, Maroc, 1985. Réf. : 2504
- Calame F. Eléments d'un cahier des charges pour la réalisation d'un torchis moderne. Rapport final.** In : Rexcoop, Plan Construction et Habitat, Paris, France, 1985. Rapport.
Mots-clés : torchis. Réf. : 935
- Cahier des prescriptions techniques "terre" : fabrication et mise en oeuvre de blocs hypercompressés.** In : Ministère de l'Habitat, DCTC, Rabat, Maroc, 1986. Rapport. : 210 x 280 mm, 8 pages, tab.
Mots-clés : production, construction, spécifications, blocs. Réf. : 2502
- Guide d'autocontrôle de fabrication des blocs de terre comprimée "Teroc".** In : Ministère de l'Habitat, DCTC, Rabat, Maroc, 1986.
Réf. : 2506
- Guide pour la gestion industrielle de la qualité dans l'industrie du béton manufacturé. Vol. 1 et vol. 2 .** CERIB, Epernon, France, 1986. Livre : 145 x 210 mm, 250 pages, tab., graph.
- Mise en oeuvre des blocs en terre compressée.** In : Ministère de l'Habitat, DCTC, Rabat, Maroc, 1986. Réf. : 2503
-

Owino Okwero J.E. Draft specification for soil blocks. In : Workshop on Kenya standart specification on soil blocks. Nairobi, Kenya, 26th to 31st may 1989. s.n, Nairobi, Kenya, 1989. Rapport : 210 x 297 mm, 6 pages + annexes, tab.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3612

Webb D.J.T. Draft specification for stabilised soil building blocks . In : Workshop on Kenya standard specification on soil blocks. Nairobi, Kenya, 26th to 31st May 1989. BRE, Watford, Royaume-Uni, 1989. Rapport : 210 x 297 mm, 13 pages, tab.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3653

Owino Okwero J.E. Draft specification for use of soil blocks. In : Workshop on Kenya standard specification on soil blocks. Nairobi, Kenya, 26th to 31st May 1989. s.n, Nairobi, Kenya, 1989. Rapport : 210 x 297 mm, 7 pages, tab.

Mots-clés : specifications, blocs. Réf. : 3614

Monographie de la normalisation au Cameroun de 1966 à l'horizon 2000 . In : Séminaire national de sensibilisation sur la qualité, 5 et 7 avril 1989, Douala. Ministère du Développement Industriel et Commercial, ONUDI, AFNOR, association camerounaise, Douala, Cameroun, 1989. Communication : 210 x 297 mm, 28 pages.

D'Ornano S. Prescriptions et recommandations techniques pour la manufacture de blocs de terre comprimée stabilisée au Tchad. In : DP-CHD-83-007. CMC, N'Djaména, Tchad, 1989. Rapport. : 210 x 297 mm, 27 pages, tab.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3317

Mariotti M. Recommandations et spécifications pour la production et la mise en œuvre de blocs de béton de terre stabilisée. In : Rapport VI. p. 85 à 94. CEBTP, Paris, France, 1989. Rapport : 210 x 297 mm, 10 pages, tab.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3430

GATE. Report of the two workshops on standards for local building materials in Africa, organized by UNCHS (Habitat) and the Commonwealth Science Council (CSC), held in Nairobi, Kenya, at the United Nations Offices, Gigiri. In : GATE, Eschborn, Allemagne (RFA), 1989. Article. : 210 x 297 mm, 7 pages.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3607

Workshop on cooperation in the Africa region on technologies and standarts for local building materials. UNCHS (Habitat), CSC, Nairobi, Kenya, 1989. Minutes : 210 x 297 mm, 14 pages + annexes.

Mots-clés : promotion, blocs. Réf. : 3535

Workshop on Kenya standards and specifications for soil blocks UNCHS (Habitat), CSC, Nairobi, Kenya, 1989. Minutes : 210 x 297 mm, 4 pages + annexes.

Mots-clés : promotion, blocs. Réf. : 3536

Ministère de Développement Industriel et Commercial, Ministère de l'Agriculture. Arrêté n° 021/ MINDIC/MINAGRI du 11 avril 1990 portant homologation de la norme nationale camerounaise n° NC 2 fixant les dimensions des blocs débités sur l'ensemble du territoire national République du Cameroun, Yaoundé, Cameroun, 1990. Opuscule : 210 x 297 mm, 3 pages.

ASTM (American Society for Testing and Materials). ASTM standards on soil stabilization with admixtures ASTM (American Society for Testing and Materials), philadelphie, Etats-Unis, 1990. Catalogue : 275 x 215 mm, 112 pages, tab., graph.

Mots-clés : identification, stabilisation, caractérisation, général.

Réf. : 3988

Direction des Affaires Techniques. C.P. TERRE. Cahier de prescriptions techniques pour la construction en blocs de terre compressée Royaume du Maroc, Ministère de l'Habitat, Secrétariat Général., Marrakech, Maroc, 1990. Rapport : 210 x 297 mm, 25 pages, tab., graph.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3928

-
- Simonnet J. Projet Analalva. Cahier des charges pour la construction de 360 logements en terre.** MELATT, Ministère de la Coopération, Paris, France, 1986. Rapport : 210 x 297 mm, 25 pages + annexes, ill., graph.
Mots-clés : production, conception, spécifications, blocs. Réf. : 1955
- Spécial géobéton in : Bulletin du LBTP. n° 3. LBTP, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 1986. Périodique : 210 x 297 mm, 116 pages, ill., tab., graph.**
Mots-clés : construire en terre, terre, identification, stabilisation, caractérisation, production, spécifications, étude de cas, promotion, blocs. Réf. : 2517
- Guide d'autocontrôle de fabrication des blocs de terre comprimée.** In : Ministère de l'Habitat, DCTC, Rabat, Maroc, 1987. Rapport. : 360 x 280 mm, 8 pages, tab.
Mots-clés : production, spécifications, blocs. Réf. : 2505
- Les normes et spécifications pour les matériaux locaux de construction. Documents techniques présentés pendant l'Atelier ORAN/CSC/CNUEH, Nairobi, 16-24 mars 1987.** ORAN, CSC, CNUEH, Nairobi, Kenya, 1987. Rapport : 210 x 297 mm, 67 pages + annexes, tab., graph.
Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3629
- Normalisation et controle de la qualité. Projet du gouvernement du Cameroun.** ONUDI, Youndé, Cameroun, 1987. Rapport : 210 x 297 mm, 16 pages, tab.
- Da R. Réduction des standards de construction des écoles primaires au Burkina. Potentialités de la "fillière ADOBE".** In : Rapport du voyage d'étude effectué en France par le camarade Robert Da. 14 mai - 22 juin 1987. Ministère de l'Education Nationale, Ouagadougou, Burkina Faso, 1987. Rapport.
Mots-clés : adoba. Réf. : 2385
- Comité national de normalisation. Situation actuelle de la normalisation et autres activités connexes. (Cameroun).** Comité national de normalisation, Yaoundé, Cameroun, 1987. Rapport : 210 x 297 mm, 9 pages.
- Standards and specifications for local building materials.** In : Report of the ARSO/CSC/UNCHS Workshop, Nairobi, 16-24 March 1987. IT publications, Londres, Royaume-Uni, 1987. Rapport. Réf. : 2376
- CRATerre, EAG : Odul P., Houben H. The mutual influence between soil identification tests and standards on earth construction : a question of research priorities and potentialities for application. .** In : Proceedings of a symposium held in Bangkok, from 20 to 26 January 1987, on "Building material for low-income housing. Asian and pacific region". p 341 à 348. E. & F.N. Spon, Londres, Royaume-Uni, 1987. Communication. : 160 x 240 mm, 8 pages, bibl.
Mots-clés : identification, caractérisation, spécifications, général.
Réf. : 2340
- Archives of "Workshop on Ghana standards and specifications for production and use of soil blocks and lime".** In : The Ministry of Works and Housing, Accra, Ghana, 1988. Dossier : 210 x 297 mm, tab., graph.
Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3275
- CNERIB. Béton de terre stabilisée.** CNERIB, Alger, Algérie, 1988. Rapport : 208 x 290 mm, 48 pages, ill., tab., graph., bibl.
Mots-clés : production, construction, conception, spécifications, blocs. Réf. : 3480
- CRATerre : Houben H. Creation of normalized environment for the compressed earth blocks market in Ghana. .** In : Mission report. Accra, 16-30 July 1988. CRATerre, EAG, Villefontaine, France, 1988. Rapport. : 210 x 297 mm, 2 pages + annexes.
Mots-clés : production, spécifications, promotion, blocs. Réf. : 3243
-

UNCHS (Habitat). Co-operation in the African région on technologies and standards for local building materials. UNCHS (Habitat), Nairobi, Kenya, 1990. Rapport : 297 x 210 mm, 35 pages + annexes.

Mots-clés : spécification, promotion, blocs, autre. Réf. : 3976

Chouzenoux R. Développement de la normalisation des matériaux de construction à base de matières premières locales. Rapport technique. Assistance dans le domaine de la normalisation et du contrôle de la qualité. DP/TOG/86/013/11-06/J 121 02

ONUUDI, Vienne, Autriche, 1990. Rapport : 210 x 297 mm, 46 pages + annexes, ill., tab, graph.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3902

CRATerre. Prescriptions générales pour les blocs de terre comprimée. Carnet N°4. Mars 1989. Les carnets du craterre . CRATerre, Villefontaine, France, 1990. Opuscule : 297 x 210 mm, 6 pages.

Mots-clés : spécifications, blocs. Réf. : 3989

CRATerre : Houben H.; Chouzenoux R. Promotion de la filière terre au Cameroun et démarche qualité des produits. Projet US/RAF/89/101. ONUUDI, Vienne, Autriche, 1990. Rapport : 210 x 297 mm, 32 pages + annexes.

Mots-clés : production, spécifications, promotion, blocs. Réf. : 4085

CRATerre : Houben H., D'Ormano S. Blocs de terre comprimée au Cameroun. Démarche qualité en entreprise. Guide 1 : la qualité, une nécessité. Document provisoire . ONUUDI, Vienne, Autriche, 1991. Rapport : 210 x 297 mm, 18 pages, graph.

Mots-clés : production, promotion, blocs. Réf. : 4348

CRATerre : Houben H., D'Ormano S. Blocs de terre comprimée au Cameroun. Démarche qualité en entreprise. Guide 2 : élaboration du dossier qualité de l'entreprise de production. Document provisoire . ONUUDI, Vienne, Autriche, 1991. Rapport : 210 x 297 mm, 31 pages, graph., tab.

Mots-clés : production, promotion, blocs. Réf. : 4349

CRATerre : Houben H., D'Ormano S. Blocs de terre comprimée au Cameroun. Démarche qualité en entreprise. Guide 3 : élaboration de documents normatifs. Document provisoire . ONUUDI, Vienne, Autriche, 1991. Rapport : 210 x 297 mm, 60 pages, graph.

Mots-clés : spécifications, promotion, blocs. Réf. : 4350

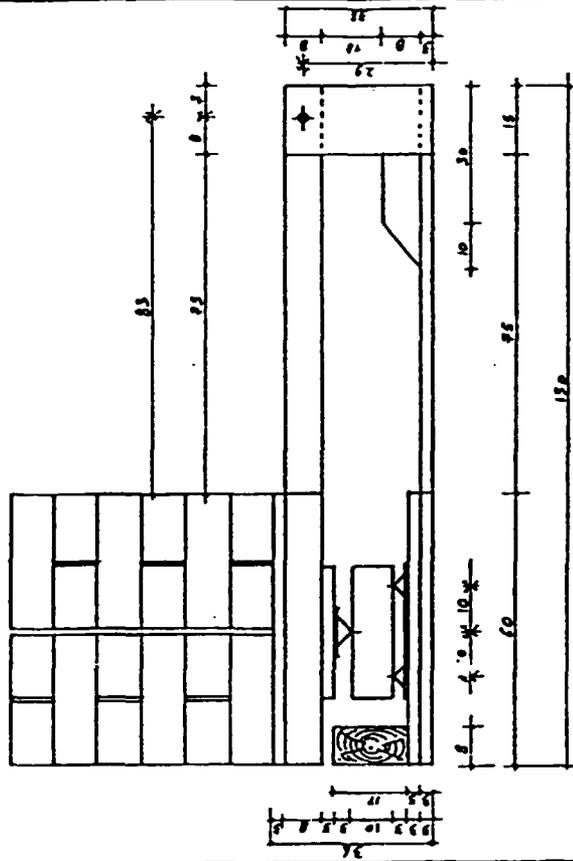
CRATerre : D'Ormano S. Why it is essential to establish norms for compressed earth blocks . In : BASIN News. n° 3. GATE, SKAT, IT, CRATerre, Eschborn/Saint Gallen/Rugby/Villefontaine, Allemagne/Suisse/Royaume-Uni/France, 1991. Article : 210 x 297 mm, 6 pages, ill.

Boubekeur Sid : Economie de la construction à Tunls, Coll. Villes et Entreprises, L'harmattan, Paris 1987.

Collectif Economie de la construction au Caire, Coll. Villes et Entreprises, L'harmattan, Paris, 1987.

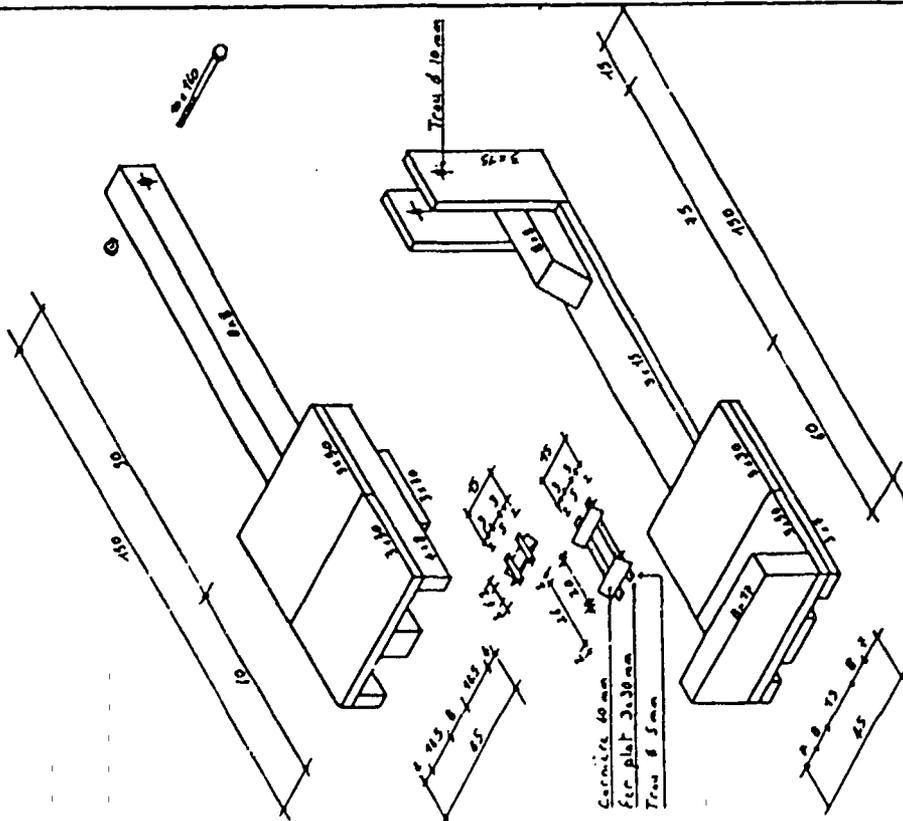
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE

CASSE - BLOCS



Vue de profil

CASSE - BLOCS



ANNONCE DE CONFÉRENCE ET DE VISITE

FILIERE TERRE

CONFERENCE - DEBAT

Par Vincent RIGASSI, Architecte-Expert ONUDI

ELEMENTS POUR LA CONCEPTION DE BATIMENTS
EN BLOCS DE TERRE COMPRIMEE (BTC).

Principes et dispositions constructives

Etude de cas : MAYOTTE, SOMALIE, MALI, ZAIRE

Mercredi 22 janvier 1992 à 15 heures à l'Amphi de l'ENS

Pour illustrer, une visite du chantier de 6 logements en cours de construction à la Cité-Verte (SIC) sera effectué le samedi 25 janvier 1992 à 10 heures.

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie
MINISTRE DE L'URBANISME
ET DE L'HABITAT
SECRETARIAT GENERAL

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland
MINISTRY OF TOWN PLANNING
AND HOUSING

N° 121079 /MINUH /3000

Yaoundé, le 26 DEC. 1991 19

Réf:
Réf.

Le Ministre de l'Urbanisme et de l'Habitat
The Minister of Town Planning and Housing

Objet: *Premières Journées de*
Subject: *Consultations Nationales*
sur l'Habitat Social.

à Monsieur Vincent RIGASSI
to ONUDI

- YAOUNDE -

Monsieur,

Mon Département se propose d'organiser dans les meilleurs délais, les Premières Journées de Consultation Nationales sur l'Habitat Social dont le thème central est "se loger au Cameroun aujourd'hui et demain".

Il s'agit à l'occasion de ces échanges, de préparer une plate-forme qui permettra de relancer l'action du Gouvernement en matière de politique d'habitat social.

Sur la base d'une évaluation de la situation actuelle, quatre thèmes majeurs serviront à articuler la réflexion :

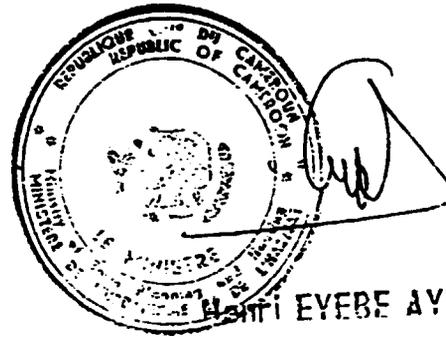
- l'accès à la terre
- l'accès au logement
- l'accès au financement
- la maîtrise des coûts de construction.

En raison de vos compétences et de l'expertise déjà accumulée, vous êtes invité à prendre part aux travaux de préparation de ces assises. A ce titre, je vous serais reconnaissant de bien vouloir préparer votre contribution sous forme d'une communication qui porterait sur le thème joint en annexe. Elle devra notamment, à partir de l'analyse-diagnostic de la situation actuelle, déboucher sur des propositions réalistes.

Pour toute précision complémentaire, vous êtes prié de prendre attache avec le Secrétariat Général chargé de la supervision de ces travaux (tél. 23.28.47 ou 22.19.64).

J'apprécierais que votre communication parvienne au plus tard le 31 Décembre 1991 au Secrétariat Général de mon département pour une meilleure programmation des intervenants.

Je vous prie d'agréer, Monsieur l'expression de ma parfaite considération et l'assurance que vous aurez ainsi contribué à l'effort de redressement économique et social poursuivi par le Gouvernement. /-



M. YEBE AVISSI

COÛTS DES CONSTRUCTIONS EN BLOCS DE TERRE
COMPACTES (BTC)

Vincent RIGASSI (ONUDI)

- Disponibilité de la matière première
- Coût de transformation (matériel, main d'oeuvre, frais financier énergie...)
- Coût de transports
- Coût de mise en oeuvre
- Coût de maintenance.

Vincent RIGASSI
ONUDI
BP 836
YAOUNDE

COMMUNICATION POUR LES PREMIERES JOURNEES DE CONSULTATIONS
NATIONALES SUR L'HABITAT SOCIAL: COUT DES CONSTRUCTIONS EN BTC

INTRODUCTION

Le bloc de terre comprimée (BTC) est certes un matériau intéressant pour l'habitat économique, mais il faut se rappeler que tout nouveaux matériaux ou nouvelles techniques nécessitent un temps de mise en route.

Stratégie globale pour le développement et la modernisation du BTC

La production des BTC se caractérise par la flexibilité des créations d'entreprises de production tout en répondant à des exigences de modernisation/de qualité, qui passent forcément par un investissement technique (formation et contrôles de qualité) tout en atteignant des quantités de production répondants aux besoins réels.

Ce type de production doit s'insérer dans une stratégie nationale de développement, ce qui signifie: - encouragements à la création d'entreprises.

- encouragements à la qualité (structures de formation et documents techniques spécifiques de référence).

Facteurs déterminants dans l'évolution des coûts de production

La qualité des blocs (p.ex. la résistance), la capacité de production, ou le taux de stabilisation. Tous les trois dépendent de la rationalisation de la chaîne de production et du choix des terres, ce qui s'acquière par un savoir-

Facteurs déterminants dans l'évolution des coûts de construction

La conception et le choix de dispositions constructives appropriées, ainsi que la mise en oeuvre dépendent aussi d'un savoir-faire propre, permettant qualité et rentabilité.

L'entretien par cotre, est comparable à toute construction: de faible coût si elle est bien conçue et élevé si elle ne l'est pas.

Les transports sont à priori inexistantes puisque la production peut, si elle est même recommandée, se faire sur le chantier; mais si tel n'est pas le cas, le coût des transports est comparable à ceux des parpaings de ciment, quoiqu'il en soit la casse est à priori plus faible, les BTC étant plus résistants.

Décomposition des coûts de production

Ils vont dépendre essentiellement du type d'équipements, de l'infrastructure et des frais financiers; mais on peut déjà, à titre d'exemple, en donner une illustration: le ciment pour une stabilisation à 6 %, intervient pour 30 %, la main d'oeuvre pour 25%; les composants pour 22% et les charges pour 21% (supposant des emprunts et des taxes).

On voit que pour baisser les coûts, il faut intervenir prioritairement sur le taux de stabilisation et sur la main d'oeuvre, ce qui peut se faire par un meilleur choix des terres et une meilleure production, voilà encore une illustration de l'importance du savoir-faire.

Le seuil de rentabilité du BTC, comparé au parpaing de ciment, est environ à 92.- FCFA pièce, actuellement il a été fixé en démarrage de projet, donc avec un savoir-faire faible, à 85.- FCFA pièce en prix de vente, mais on peut espérer arriver en une année environ à un prix de 70.- FCF, pour une qualité équivalente.

Conclusions

Si les conditions de base sont remplies pour que des PME puissent développer rapidement un savoir-faire dans la filière BTC (encouragements publics et stuc-

tures de formation, nationales ou en partenariat), on peut estimer arriver d'ici 1995 à un coût de construction de 45'000.-FCA m² habitable, soit près de 40 % d'économie par rapport aux habitats en parpaings de ciment.