



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

MATERIAUX DE CONSTRUCTION
A BASE DE MATIERES PREMIERES LOCALES
SM/NER/81/014
NIGER

Rapport technique: Strategie pour la promotion des matériaux
locaux de construction

Etabli pour le Gouvernement Nigerien par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M. P.E. Schall,
Expert en Matériaux de Construction

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Vienne

304

* Le présent rapport n'a fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

SOMMAIRE

| | |
|---|-------------|
| PRESENTATION DE LA MISSION | Pages 1 à 2 |
| MATIERES PREMIERES | " 3 à 6 |
| A. Constituants minéraux | |
| B. Constituants végétaux | |
| TRAVAUX EFFECTUES, REALISATIONS ENTREPRISES | " 6 à 11 |
| MATERIAUX DISPONIBLES | " 11 à 16 |
| A. Fondations | |
| B. Sols | |
| C. Murs | |
| D. Plafonnages, couverture | |
| E. Liants | |
| F. Chainages, linteaux, piliers | |
| MARCHE, BESOINS A SATISFAIRE | " 16 à 32 |
| A. Lignes générales du projet | |
| B. Production de matériaux | |
| 1) matériaux traditionnels | |
| 2) " "améliorés" | |
| 3) " locaux de provenance industrielle | |
| 4) matériaux importés | |
| C. Evaluation sommaire des besoins, prix revient m2 habitable. | |
| RECOMMANDATIONS, CONCLUSIONS | " 32 à 34 |
| ANNEXES | |

PRESENTATION DE LA MISSION

Notre mission demandée à l'ONUDI par le Gouvernement Nigérien, dans le cadre du projet NER/81/010 "Amélioration des Conditions de Vie et de l'Habitat en Milieu Urbain" fait suite à de multiples interventions dans le domaine des matériaux.

Nous citerons pour mémoire :

- les missions M. KACJAN (O.N.U.D.I) 1982/1985
- la mission d° (F.A.O) 2 mois 1984
- les interventions U.S.A.I.D, CONSASS, DEVELOPMENT WORKSHOP...

Toutes ces missions ont développé l'élaboration de matériaux d'origine locale: argiles, latérites, sables, briques de terre cuite, briques de terre stabilisée ciment, et mis en oeuvre des techniques de construction, visant à réaliser une économie maximum de matériaux importés.

Ces différentes interventions n'ont rien innové car il y a bien longtemps que des organismes tels le C.E.R.E.E.Q de Dakar (1935), l'Université de Kumasi (Ghana) le C.C.L de LOME-CACAVELLI, l'A.D.A.U.A plus particulièrement en Mauritanie, ont essayé, en milieu Africain d'apporter des solutions, au problème des mal-logés.

Les recherches se sont poursuivies également en pays industrialisés et de nombreuses actions entreprises sur le terrain et en laboratoire par des institutions telles que :

- le BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT U.K.
- BOUWCENTRUM de Rotterdam (NL)
- COOPERATION ET AMENAGEMENT Paris
- C.E.B.T.P. Nairobi
- INTERMEDIATE TECHNOLOGY I.T.D.G. U.K.

et nous en oublions volontairement.

Par contre, il faut rappeler l'action entreprise par la C.E.A. avec le support de l'ONUDI, à l'échelle du continent Africain pour définir à la fois une politique de l'habitat mais aussi et surtout les moyens à mettre en oeuvre pour parvenir à des résultats.

.../...

Nous n'avons pas eu connaissance des résultats définitifs enregistrés par ce projet de très longue durée. Personnellement, nous avons fondé beaucoup d'espoir en 1978 sur cette action qui, enfin, nous paraissait réaliste.

Donc, sur un plan général et avec des moyens relativement élevés, le tour du problème aurait dû être fait depuis longtemps et surtout les solutions retenues vulgarisées et mises à la portée de tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent à ces problèmes de matériaux dits "locaux".

Dans le cadre de notre courte mission, programmée pour six mois, réduite ensuite à deux mois qui ne représentent en réalité qu'une trentaine de jours ouvrables passés à Niamey, nous n'avons pas la prétention d'apporter la solution "miracle" à ces problèmes. Tout au plus, pouvons-nous faire le point, sur un objectif immédiat et relativement précis à savoir "la réhabilitation du quartier de Yantala" faubourg ancien et important de Niamey et son corrolaire représenté par la création d'un lotissement modeste (parcelles assainies) destiné au recasement des familles touchées par les travaux de voirie et divers entrepris au sein de Yantala.

Tous ces travaux, vont accésionner de nouvelles constructions et l'objet de ce rapport est d'essayer de proposer des solutions, peu onéreuses, répondant à des normes minimum de confort et d'hygiène et surtout, adaptées aux possibilités financières des intéressés. Nous précisons que notre rôle s'arrête là où commence la mise en oeuvre du matériau et que nous n'avons nullement l'intention d'empiéter sur les prérogatives des architectes, maîtres d'ouvrages ou entrepreneurs. Mais en réalité, il est très difficile de tracer une frontière nette et nous nous excusons par avance si nous faisons quelques incursions dans des domaines réservés à d'autres disciplines.

L'acte de construire est une chaîne, dont la production de matériaux n'est qu'un anneau mais, en tant que tel il est automatiquement relié aux autres. Dans le cas contraire, on rejoindrait très vite les solutions utopiques, ce qui serait contraire à l'éthique du "bâtiment" qui doit garder les pieds sur terre !

.../...

MATIERES PREMIERES

La production de matériaux de construction est une opération de transformation visant à mettre sur le marché des produits à base de constituants minéraux, végétaux, organiques.

Nous retiendrons dans le cadre de cette étude les deux premières seulement car on peut les trouver sous des formes diverses "localement".

A - Constituants minéraux ou non métalliques

La Direction des Recherches Géologiques et Minières a entrepris et réalisé une évaluation des ressources dans ce domaine. Les substances "Carrières" habituellement négligées dans tous les pays où nous ont conduit nos missions ont fait l'objet de travaux importants au Niger ; le fait est assez rare pour être signalé. L'aboutissement de ces recherches est la mise en forme d'un "Plan Minéral", préalable indispensable à l'élaboration d'une politique de la construction, des T.P., des industries extractives diverses, précédant une politique de l'habitat en aval.

Le Niger recèle des gisements d'argiles le long des berges du fleuve et pour la zone d'intervention qui nous intéresse, Goudel, Saga, Lamordé. C'est la matière traditionnelle utilisée, mélangée à des déchets végétaux, pour confectionner, à la main, les briques de "banco".

Les sables, d'origine éolienne ou alluvionnaire ne font pas défaut dans la région. Ils entrent également dans la composition des mortiers locaux destinés soit à la pose des briques, soit à la confection d'enduits.

Les roches sont assez peu abondantes autour de Niamey. En dehors des quartzites de Tondibia et Karay Gorou (rive gauche du fleuve) pas d'existence de grandes carrières permanentes à notre connaissance dans la région.

Les latérites par contre sont non seulement présentes partout dans le pays, au sud du 15^e parallèle, mais particulièrement abondantes autour de Niamey.

C'est un matériau dont l'exploitation peut être envisagée sous plusieurs aspects :

- roche grossièrement équarrie ou éclatée pour la confection de murs de fondations, soubassements, piliers, murs-bahuts de clôtures.

- graveleux pour la confection de bétons, revêtements routiers..

- sables entrant dans la composition des mortiers et la confection de parpaings soit en additif à l'argile, soit en combinaison avec des dosages plus ou moins importants de ciment ou autre liant hydraulique.

Les calcaires par contre font défaut, sous réserve d'explorations plus poussées et de toutes façons pour des gisements de très faible importance dans les environs immédiats de Niamey. C'est dommage car ils apporteraient des solutions plus intéressantes que le ciment CPA pour la confection de blocs latérico-calcaires. Le seul gisement moyennement éloigné de la capitale (150 km environ) se situe au Nord d'Ayorou ; il était exploité par la Société des carreaux de marbre et ciment du Niger, actuellement arrêtée. Il s'agit de dolomie dont nous ignorons la composition chimique mais qui pourrait, peut-être faire l'objet d'une exploitation, sous forme semi-artisanale et dont le produit, chaux vive, hydratée ou grasse, constituerait un excellent appoint pour les besoins de chantiers tels Yantala, en remplacement partiel du ciment cher, en partie importé et ne possédant pas les propriétés de réaction chimique en présence d'un constituant silico-alumineux.

Les kaolins, argiles nobles, cuisant blanc, très peu plastiques, facilement exploitables car le stérile est constitué par la cuirasse latéritique dans le quartier de Saga, constituent également, sous la forme d'un emploi rudimentaire un excellent additif pour la composition des blocs de "banco" et pour le blanchiment des murs intérieurs et cloisons. L'usage en est répandu dans toute l'Afrique, à défaut de celui de constituant des pâtes de céramique fine, porcelaines, vitreous.

Nous terminerons ce petit tour d'horizon en déplorant une fois encore, le peu d'intérêt manifesté en général par tous les pays de l'Afrique de l'Ouest en particulier, pour un matériau conçu pourtant pour affronter les conditions climatiques extrêmes de ces pays, à savoir : le plâtre.

Il y a pourtant du gypse au Niger, certes pas dans la région de Niamey mais, à notre connaissance, en dehors des petits gisements qui alimentent la cimenterie de Malbaza des recherches entreprises dans l'Ader-Doutchi avaient localisé un gisement important d'une puissance de 400/500.000 Tonnes à In-Aridal. Si l'on songe que c'est de plus le matériau le plus facile à fabriquer, le moins "gourmand" en énergie calorifique, le plus commode à utiliser pour les enduits intérieurs, le hourdage des cloisons, les plafonnages... on ne peut que regretter

son absence sur le marché. Nous avons suscité l'intérêt d'une O.N.G "Terre des hommes" dans un pays voisin, pour monter un petit atelier de plâtrerie, à la frontière Algérienne, pour les besoins en liant hydraulique de la région de Gao; nous ne savons ce qu'il en est résulté, mais si le projet a réussi, il y aurait un enseignement à en tirer et un bon exemple à suivre.

B - Constituants végétaux

Ce volet peut être très important pour certains pays du Sud-Asiatique, ou de l'Amérique du Sud. En zone sahélienne, il perd de son importance et néanmoins il fallait l'évoquer au niveau des déchets générés par les cultures.

La paille à usage de couverture des habitations de brousse, les seccos et leurs divers emplois, revêtements des sols, de murs, plafonnages, abris pare-soleil, clôture légères alliées à des grillages métalliques, le bois et les feuilles de rôniers concourent à l'édification d'abris, souvent provisoires, quelquefois définitifs en milieu rural où les techniques s'étant maintenues et transmises, ces matériaux font la preuve d'une durabilité surprenante.

Dans le cadre de cette étude nous retiendrons surtout les déchets végétaux, les principaux au Niger étant représentés par :

- les tiges de mil
- les coques d'arachides
- la balle de paddy...

Ces déchets peuvent avoir deux vocations dans l'élaboration des matériaux de construction. On peut soit envisager leur utilisation pour confectionner des panneaux de particules agglomérées avec des liants, magnésiens de préférence renforcés éventuellement par des charges ; ils constituent alors des éléments de grandes dimensions en général utilisés pour les plafonnages, les cloisonnages. La confection peut être simple et relever du domaine de l'artisanat. Dans le cadre de la restructuration d'un quartier de Guagadougou "l'opération Cissin" dont nous aurons l'occasion de reparler au cours de notre exposé, on avait fait des essais de couverture pour des bâtiments communautaires avec des tiges de mil "plastifiées". Cela n'a pas dépassé le stade de l'expérimentation à cause très certainement du prix de revient, polymères, plastifiants, durcisseurs, éventuellement pigments étant importés.

Nous envisageons pour notre part d'autres utilisations de ces déchets, à savoir leur apport calorifique dans la production de briques cuites, grands ou petits formats, allégées par l'incorporation de ces déchets végétaux et présentant une meilleure isolation thermique.

A la création de la cimenterie de Malbaza, on avait fait des essais de petites briques composées de coque d'arachides et de ciment. Notre préférence irait à l'argile cuite à base de balle de paddy pour des raisons d'homogénéité de la pâte (granulométrie plus fine) donc mélange plus intime et risques de déchet au séchages diminués.

Dans le cadre d'un apport de calories, pour permettre la cuisson de matériaux argileux, les déchets d'égrenage du coton constituant également un apport non négligeable. A signaler que tous ces essais ont été effectués, à l'échelle industrielle, au cours des années 1968/1974 dans le cadre du four de la SONICERAM, avec plus ou moins de réussite. Les deux obstacles majeurs étaient :

- la régularité des approvisionnements,
- l'incidence du coût des transports.

Ces obstacles disparaissent en partie, à l'échelle artisanale dans le cadre de "l'opération Yantala".

A la lecture de ce catalogue non exhaustif, il est permis de penser que les maîtres d'ouvrage du projet PNUD/HABITAT disposent d'un éventail de solutions qui devraient permettre, effectivement, une amélioration de l'habitat traditionnel ; la suite de notre exposé va préciser comment, dans quelles conditions, et si possible à quel prix, ces matières premières disponibles peuvent entrer dans le cycle de production de matériaux.

TRAVAUX EFFECTUES, REALISATIONS ENTREPRISES

A ce jour et à notre connaissance, les travaux d'expérimentations ont été faits sous l'égide du laboratoire des Travaux Publics.

.../...

Nous avons rencontré les dirigeants de ce centre de recherches et avons pu constater, qu'avec de faibles moyens, ils avaient accompli de nombreux essais, participé à des recherches, exploré de nombreuses filières tendant à la consolidation d'agglomérés tels :

- latérite - chaux
- -d°- ciment
- -d°- argiles
- argile - sable...

Des essais ont été faits également à partir des mâchefers et des cendres volantes (produits de la centrale thermique d'Anou-Araren). Ces matériaux malheureusement peu disponibles dans la région de Niamey possèdent des qualités qui les font apprécier dans la confection des parpaings et des liants (ciments pouzzolaniques). Nous avons signalé aux dirigeants du laboratoire une autre filière, dérivée du silico-calcaire qui aurait sa source dans les déchets des usines de la SONICERAM, donc sur place, ou presque, dans le cadre de l'"opération Yantala, et d'un coût presque nul. Nous avons l'assurance que cette filière les intéresse, mais, le principal faisant toujours défaut, à savoir les moyens financiers, nous encouragerions volontiers, le projet PNUD/HABITAT à s'associer à cette démarche. Dans un tel projet, un volet "frais de recherche et d'expérimentation" devrait obligatoirement exister, sinon les meilleures intentions risquent de rester "lettre-morte". Pour notre part, dans chaque projet de mission que nous avons eû à effectuer dans le passé, nous demandions instamment une ligne de crédit destinée à des prospections géologiques et à des expérimentations, analyses, essais à effectuer soit localement, lorsque cela est possible, soit en laboratoires spécialisés, à l'étranger.

La production de matériaux n'est qu'un maillon d'une chaîne longue mais indissociable qui commence par la prospection des matières premières et qui se termine par la mise en oeuvre sur chantiers. Oublier cela, nous l'avons déjà souligné auparavant, c'est "mettre la charrue avant les boeufs" et avancer... à reculons.

Malgré cela, l'effort du laboratoire local s'est porté sur l'étude des composants à sa disposition et nous espérons avoir, avant la fin de notre rapport, une synthèse de tous les travaux entrepris dans ce domaine. Nous essaierons, au besoin en annexe de notre rapport, de faire part de nos commentaires et de nos recommandations pour l'avenir du projet "Habitat".

A côté et parallèlement aux travaux du laboratoire des T.P se situent les missions ONUDI. L'expert en place a consacré au cours de ses trois années passées au Niger deux périodes d'activité, sept mois au total, à des travaux portant sur la latérite stabilisée.

Le PNUD n'a pu nous donner connaissance du rapport M. KACJAN concernant les travaux de 1983 entrepris dans le cadre de la SONICERAM I.

Nous croyons savoir que des essais ont été effectués à partir des installations de l'ancienne briqueterie pour produire un matériau industriel à base de latérite et de ciment. C'était, évidemment l'assurance d'obtenir un produit fini mieux calibré et permettant l'obtention de nombreux profils du fait du procédé de façonnage par mouluse sous vide. Compte tenu également des pressions enregistrées à la sortie de la filière, de l'ordre de 20 kgs/cm², le compactage de la matière désaérée de plus, devait fournir un matériau homogène dont les résistances à la compression avoisinaient très probablement 50/60 bars/cm² (s'agissant d'un bloc semi-perforé).

En toute hypothèse et quel que soit le résultat, l'usine est désertée, le personnel dispersé et nous ne comprenons pas pourquoi on a fait figurer dans notre description de poste, datée du 8 Août 1985, "la possibilité de lancer une production de briques non-cuites dans l'ancienne briqueterie de la SONICERAM"...

De toutes façons, notre opinion est qu'à partir d'une unité industrielle de transformation, mettant en oeuvre du matériel lourd, avec 225 CV de puissance électrique installée, du personnel de manutention payé aux salaires en vigueur, avec des charges d'exploitation normales, il n'est pas possible de produire un matériau, si supérieur soit-il, à un prix inférieur ou égal à celui confectionné sur chantiers, par des tâcherons ou des manoeuvres munis d'une presse manuelle.

A première estimation et nous n'avons pour l'établir que notre ancienne expérience de la profession, un produit semi-fini, (c'est-à-dire après séchage, mais avant cuisson) dans ce type d'usine, avait un prix de revient de l'ordre des 2/3 du produit fini.

.../...

A la veille de sa fermeture, SONICERAM I avait un prix de revient de 10.000 F CFA/la tonne environ. Le bloc latérite-ciment doit avoisiner 14/15 kgs pour un format 15 x 20 x 33 et donc revenir à :

$$\frac{10.000 \times 2}{3} \times 14,5 \text{ kgs} = 95,70 \text{ F CFA}$$

A ce prix, ajoutons un pourcentage de ciment de 5 % (en poids), ce qui équivaut à 43,80 F CFA et un prix final pour le bloc en question de :

F CFA 139,50

C'était exactement le prix d'une brique creuse cuite de même format produite par SONICERAM II. Où est le gain de l'opération, et qui peut prétendre dans le cadre de l'"opération Yantala" à la mise en oeuvre d'un produit à un tel prix ?

Et, coïncidence, nous retrouvons une situation identique à celle que nous avons connue à Ouagadougou en 1978.

L'opération "Cissin" avait suscité la production de briques "latérite-ciment" sur chantiers, aux prix de :

- F CFA (5 % ciment) 33,50 Dimensions 15 x 22,5 x 30
- F CFA (8 % ") 44 - d° -

Ces prix étaient ceux de 1975.

Or, à la même époque, SONICERAM I vendait la brique creuse, cuite, matériau définitif, de format sensiblement équivalent 15 x 20 x 33 à :

F CFA 35

avec un bénéfice net d'exploitation de l'ordre de 16 % du chiffre d'affaires.

Si coïncidence il y a, elle est troublante et mériterait que l'on se penche un peu plus sur le problème ; ce n'est point l'oblet de notre mission, mais cela aurait du faire réfléchir ceux qui nous ont précédé dans ce domaine.

Une autre intervention ONUDI dans ce domaine se situe à l'occasion d'une mission du même expert dans le cadre du Projet CCE/NER/028 dit "Projet intégré de Keita" sur demande de la FAO.

Cette intervention a duré deux mois, à fait l'objet d'une note pleine de généralités, n'a pas abouti à établir, même sommairement, un prix de revient pour un

bloc latérite-ciment ou latérite-argile de 9 x 14 x 29 pesant 8 kgs environ. La solution n'a pas été retenue hors les autorités locales qui ont instamment prié le CTP du Projet de "cesser les expériences" et de passer à la réalisation des bâtiments avec les matériaux classiques à disposition. Il s'agit en l'occurrence de parpaings ciment-sable et nous aurions préféré à tout prendre, voir utiliser le bloc latérite-argile qui possède au moins un coefficient d'isolation thermique bien inférieur à celui de l'aggloméré de ciment (0,5/0,6 contre 0,8 à 1). Rappelons au passage que le coefficient de transmission de la chaleur est de l'ordre du 0,2 pour un produit creux de terre cuite de grandes dimensions 15 x 20 x 40. Les seuls éléments chiffrés de cette note répètent les résultats du laboratoire des TP enregistrés lors de la mission de 1983 et ne font pas novation.

A côté de ces travaux de recherche et d'expérimentation positifs en ce qui concerne ceux entrepris par le laboratoire des TP, d'autres actions ont été menées sur le terrain au niveau de la mise en oeuvre de divers matériaux dans le but de parvenir à des systèmes de construction économiques.

On a repris l'utilisation des voûtes et coupoles dans les réalisations effectuées par l'USAID sous contrôle technique de DEVELOPMENT WORKSHOP (Mission J. NORTON NOV 1983) et le Cabinet CONSASS (Rapport CAROLA Oct 1977).

Cela n'est pas nouveau, a été répété à des centaines d'exemplaires par l'ADAUA en Mauritanie (ROSSO) n'est pas la panacée car il faut équilibrer la poussée des voûtes et de la coupole par l'épaisseur des murs, mais à notre avis, cela dépasse le cadre de notre sujet. Le procédé reste valable dans la mesure où l'on emploie uniquement des matériaux traditionnels non améliorés (banco pur). Le prix de revient est alors acceptable (les bâtiments témoins construits à IFEROUANE par DEVELOPMENT WORKSHOP ou sous l'égide de cet organisme ont coûté 30 % du prix des cases USAID de Niamey).

Signalons que l'éventail des matériaux utilisés pour les réalisations précédentes (USAID - CONSASS...) était largement ouvert :

- Fondations : blocs terre cuite artisanale 15 x 20 x 40
- Murs (élévation, clôture) : blocs latérite-ciment.
- Coupole : briques cuites artisanales 9 x 13 x 27
- Sols (remblai compacté, chape béton, treillis métallique...)
- Mortiers : terre latéritique + ciment dosé à 113 kgs/m³
- Enduits : (classiques ciment à 2 couches 200 kgs/m³)

D'après les renseignements recueillis lors d'une visite l'épaisseur des murs varie de 40 à 50 cm ; c'est très bien pour l'isolation thermique, mais édifiés avec des matériaux dits "améliorés", le coût du m² construit augmente très rapidement. Ce type de logement évalué par nos soins, car aucun chiffre très précis n'est à disposition, revient à 5 MF CFA pièce, soit environ 80/100.000 F CFA/m². Ces habitations s'adressent à une tranche de population à revenus moyens qui entre dans le secteur "monétarisé". Nous sommes bien éloignés de l'objectif "Opération Yantala" et pour en terminer avec ce chapitre de notre étude, constatons que ces chantiers ont soulevé toutes sortes de problèmes, mis en lumière par le rapport J. NORTON à savoir :

- coût élevé si l'expérience n'est pas suivie de réalisation en série.
- pas de matériaux "miracle", le poids élevé est la cause de nombreuses contraintes.
- mauvaise organisation du chantier, mauvais rendement du personnel
- manque de coordination
- emploi satisfaisant (sur le plan technique) de l'aggloméré latérite-ciment dosé à 5 %...

Aspects positifs : suppression de l'utilisation du bois de rôniers

conclusion tendant à prouver que ce type de construction ne nécessite pas de matériaux ayant une résistance à la compression supérieure à celle du "banco" de bonne qualité : 30/35 kg/cm².

Cela semble confirmer le bien-fondé de l'opération d'Iférouane.

Pour en terminer avec cette partie de nos investigations, nous rappelons qu'un projet PNUD/ACDI s'est également penché sur un problème d'habitat économique à Chikal. Nous ignorons ce site et n'avons aucun renseignement sur cette opération mais il y a sûrement un enseignement à en tirer.

MATERIAUX DISPONIBLES

Une première approche du problème est possible à la lumière des renseignements recueillis tant au niveau des matières premières que des expériences diverses réalisées en laboratoire et sur chantiers.

A - Fondations

Les parpaings stabilisés de latérite-ciment à 5 % ou 8 % semblent indiqués pour cet usage jusqu'au niveau + 0,30 m.

B - Sols

Un remplissage en cassons de briques cuites provenant des usines de la SONICERAM, un compactage de ces déchets associés aux cendres de four semble être une solution économique et sous réserve d'une légère dalle de béton maigre 0,08 épaisseur constituer en revêtement de sol acceptable dont le prix de revient (transports effectués par les soins du projet, chargements assurés par les candidats à la propriété) ne devrait pas excéder 1.500 le m².

C - Murs

Suivant qu'il s'agit de murs extérieurs en élévation de murs de refend ou de simples cloisons, on peut songer (les dimensions variant suivant les utilisations) à la mise en oeuvre de :

- banco banché jusqu'à une hauteur de 1 m la plus exposée aux projections d'eau.
- blocs de latérite grossièrement équarris
- briques de banco (argile) avec déchets végétaux incorporés, et cuites "en meule" avec l'utilisation de combustibles divers tels balle de paddy, coques d'arachides, déchets industriels, huiles de vidanges et à la limite, ordures ménagères, leur incinération améliorant "les conditions de vie" de la ville toute entière.

D - Plafonnages, couverture

Il est difficile de dissocier ces deux composantes dans le cas de constructions super-économiques, objet de l'opération Yantala. Si des solutions assez variées sont possibles pour les fondations, sols, murs, en ce qui concerne la couverture et les plafonnages le problème reste délicat.

Le plus économique reste sans aucun doute la toiture-terrasse traditionnelle mettant en oeuvre des perches de rôniers ou d'eucalyptus avec, entre les poutres, un clayonnage de petits bois, l'ensemble rempli de banco et supportant un revêtement de terre ou mieux kaolin de 20 c/m environ pour assurer une meilleure protection thermique.

L'étanchéité extérieure peut être assurée en maintenant une légère pente 1/2 cm par mètre et des gargouilles permettant l'évacuation des eaux durant les fortes pluies d'hivernage. Cette protection peut être complétée par des apports d'émulsion de bitume sablées ou un mélange sable + huile de vidange "diesel" présentant une plus grande viscosité. Il faut répéter l'opération plusieurs fois avant d'obtenir un résultat satisfaisant, mais cela ne coûte rien ou presque, en dehors du travail. L'étanchéité intérieure et le confort de l'habitat seront parachevés par la pose de seccos "peul". L'ensemble bien exécuté durera très longtemps (la vie de la maison).

Il est permis d'alléger l'ensemble en incorporant au banco des cassons de terre cuite provenant de la SONICERAM. L'autre solution, hélas, est l'emploi de la tôle galvanisée. Malgré tous ses défauts, c'est un matériau à la portée des "petits revenus" et c'est ce qui a permis son développement en Afrique.

Toutefois une mise en oeuvre convenable nécessite un chaînage, une élévation de murs pour assurer une pente convenable, l'emploi de profilés IPN ou, à la limite tubes carrés de 50 x 50, crochets etc...

Partant d'un prix faible au départ, de l'ordre de F CFA 3.500 le m², le prix de revient fini est facilement triplé ou quadruplé quand on ajoute les frais de mise en oeuvre, même sommaires.

Ce problème de couverture sera pensons-nous le plus difficile à résoudre et pourtant c'est la préoccupation N°1 de tous ceux qui veulent "s'assurer un toit".

E - Liants

A envisager sous deux aspects principaux, étant entendu que le béton de fondations si maigre soit-il et quelque soit la nature des graveleux sera automatiquement à base de ciment CPA.

Pour la pose des éléments de mur, qu'il s'agisse de blocs de latérite, de parpaings agglomérés de latérite-ciment, latérite-argile, briques cuites artisanales de grands ou petits formats, briques de banco, il est possible d'employer un mortier à base d'argile et de sable à parts égales.

Si les possibilités financières des constructeurs le permettent, il est toujours possible, surtout si l'on a un matériau semi-définitif, de gratter les joints et de rejointoyer avec un mortier classique. C'est une opération rentable si aucun enduit extérieur n'est prévu, et bien exécuté, ce procédé revêt un côté esthétique.

Pour les enduits cela diffère un peu, s'agissant d'enduits extérieurs, les enduits intérieurs se contentant d'un simple mortier avec 3 parts de sable et part d'argile. Nous pensons que l'économie maximum doit être recherchée, à savoir que si les murs ou certaines portions de mur exposées aux intempéries sont édifiés en matériaux "améliorés", on doit faire l'économie de l'enduit dans l'immédiat. Pour les surfaces construites en matériaux traditionnels (banco), on peut améliorer la tenue de l'enduit sable-argile par une technique dont nous ne possédons pas la composition exacte mais dont nous avons eu connaissance lors d'une mission à Madagascar et qui consiste à incorporer au mortier des oeufs de volailles entiers, coquilles broyées comprises. Techniquement, nous ne pouvons situer le procédé, tout au plus, pouvons nous émettre une hypothèse (sans garantie aucune) à savoir :

- jaune et albumine : pouvoir plastifiant et durcisseur (?)
- coquille = CA O = amorce d'une composition silico-calcaire au contact du mélange argile + sable.

Il serait intéressant, au niveau du laboratoire des TP de se pencher sur ce problème ; en matière de "technologies appropriées" il ne reste plus grand chose à inventer mais par contre beaucoup d'idées restent à "re-découvrir", si on nous pardonne ce barbarisme et là réside la difficulté, car la tradition bien souvent ne s'est pas transmise.

Un mot des badigeons qui peuvent entrer dans ce paragraphe. La chaux locale étant inabordable dans son emploi à usage du bâtiment, peut être remplacée par le kaolin. Des gisements existent à Saga, nous l'avons déjà signalé et pour cet usage, fixé avec de la gomme arabique, peut convenir à moindre coût. Et tout cela ne doit rien à l'importation, même si une petite part du marché de la gomme arabique est soustraite à l'exportation ; la balance des paiements n'en sera pas affectée.

.../...

F - Chainage, linteaux, piliers d'angles

De même que pour la partie du mur en soubassement le béton graveleux latéritique-argile peut être utilisé pour réaliser les chainages. Bien damé, renforcé au besoin dans les angles, par quelques ronds à béton ou ferrailles de récupération, il participera à la solidité de l'ensemble et permettra dans le cas d'une couverture métallique une surélévation et la présence d'un comble si possible, ventilé.

Pour les linteaux, nous envisagerions l'emploi de petites briques pleines artisanales cuites, de format 5 ou 7 x 11 x 22, posées sur champ et constituant des voutains à légère courbure. Les portées, fenêtres 50 c/m et portes 80 c/m autorisant ce mode de construction ; là encore, un effet architectural certain serait apporté, en surplus au bâtiment.

Le même matériau peut permettre d'envisager la confection de piliers de 22 x 22 contribuant au renforcement de la construction. Hourdées avec un mortier sable de latérite-ciment faiblement dosé, le prix de revient ne devrait pas excéder 3.500 F CFA, de fournitures (brique cuite et liant). A titre indicatif et comparatif, un pilier 20 x 20 x 2,50 m en béton armé classique doit coûter 7/10.000 F CFA.

On peut voir à Niamey, au début de la route menant à Gankallé un petit lotissement de logements économiques réalisé par la SONJCI ou CREDIT DU NIGER (?) mettant en oeuvre cette technique appareillée à des murs exécutés en briques creuses à une face lisse ayant permis l'économie de l'enduit extérieur. Malgré l'âge et la densité d'occupation élevée de ces logements, l'ensemble de l'appareillage, sans entretien, a résisté très convenablement.

Les diverses solutions envisagées, mettant toutes en oeuvre des matériaux locaux, susceptibles d'être produits de façon très artisanale, doivent permettre aux maîtres d'ouvrage d'envisager des solutions économiques restant dans une fourchette de 20/25.000 F CFA le m², ce qui est l'objectif à atteindre. Ce plancher de prix ne pourra toutefois être atteint que si l'opération Yantala (recasement) exécute quelques prototypes et assure la répétition des diverses solutions de mise en oeuvre des divers matériaux proposés. Même à l'échelle de l'artisanat (production mise en oeuvre...) un gain appréciable doit être trouvé si ces conditions sont respectées. Le programme connu à ce jour porte sur le relogement de 300/400 foyers

c'est déjà une "série" importante, l'édification de 18/20.000 m² de construction permettant des économies d'échelle, si la coordination, l'encadrement des chantiers, la régularité des approvisionnements est assurée.

MARCHE, BESOINS A SATISFAIRE

A - Lignes générales du projet

L'opération Yantala comprend deux volets :

- viabilité et équipements sociaux du quartier existant
- relogement de 20 % environ de la population actuelle sur un lotissement nouveau de 28 ha environ situé à 1 km environ en direction du NE

C'est le deuxième volet qui intéresse notre mission car c'est celui qui va nécessiter la fourniture et la mise en oeuvre de matériaux indispensables à l'édification de 300/400 logements, représentant sensiblement 18/20.000 m² à un coût moyen autorisé de 20/25.000 F CFA le m².

Cela représente un volume de travaux de l'ordre de :

450/500.000.000 F CFA

comprenant fournitures et main d'oeuvre.

A noter qu'en dehors de la construction de quelques prototypes expérimentaux par les soins du projet (ligne de crédit à définir), essentielle pour assurer le bon démarrage de l'opération, par la suite les intéressés prendront la responsabilité des travaux avec l'aide :

- de coopératives du logement
- d'une caisse populaire de crédit
- d'unités de production de matériaux
- d'un encadrement par les soins du projet PNUD/HABITAT et services de l'Habitat
- d'un apport en matériel divers (transport, presses, équipement de chantier...) d'un montant de 650 M CFA environ fourni par le FENU.

Cette opération-pilote doit, par la suite être répétée au bénéfice des quartiers de Gankallé, Saga, Goudel, Kirkissoye et dans un avenir plus lointain, Talladjé Aviation...

.../...

C'est dire le soin qui devra être apporté à ce premier chantier dont l'évaluation servira de base aux futurs programmes de réhabilitation des anciens quartiers traditionnels de Niamey.

Nous essaierons, au cours de cet exposé, de cerner les besoins en matériaux d'origine locale nécessités par cette opération, nous limitant aux seuls besoins de la construction individuelle, les équipements sociaux et les travaux de viabilité n'entrant pas dans le cadre de notre brève mission et surtout débordant le champ de notre compétence.

B - Production de matériaux

On peut essayer de faire en préambule une classification sommaire entre matériaux traditionnels, matériaux améliorés, matériaux locaux de provenance industrielle, matériaux importés.

1) Matériaux traditionnels

Ce sont des matériaux provisoires dont la durée de vie est en général inférieure à celle de ses occupants et qui périodiquement entraîneront des réparations pour, en définitive, disparaître.

Actuellement, une habitation en "banco" de 50/60 m² coûte à Niamey plus de 600.000 F CFA.

Son entretien, les réparations, les modifications entraînent des dépenses monétarisées ou non de l'ordre de 50/80.000 F CFA/an soit 15 % environ des revenus moyens annuels de son propriétaire. C'est dire que son coût double tous les 10 ans, sans aucun espoir d'accumulation d'un capital transmissible. Tel n'est pas le cas d'une habitation construite en matériaux définitifs qui, elle, prend de la valeur avec l'âge, sous réserve d'un entretien minimum évidemment.

Conclusion : les riches deviennent plus riches, les pauvres, plus pauvres !

Ce n'est donc point vers ces solutions qu'il faut orienter l'avenir étant entendu que, malheureusement, 90 % de la population, surtout en milieu rural et dans la quasi-totalité des pays en voie de développement ne peut prétendre à autre chose sauf effort financier important des gouvernements.

.../...

Il faut donc essayer d'améliorer cet état de fait et cela nous amène tout naturellement au paragraphe N°2 de notre classification.

2) Matériaux améliorés :

Nous en avons déjà abondamment parlé au cours de notre étude. Ils ont fait et font l'objet des préoccupations des chercheurs dans le monde entier et peuvent se résumer de la façon suivante :

- agglomérés divers pour éléments de murs constitués par des agrégats minéraux et des liants
- éléments de construction ayant subi une vitrification en cours de cuisson (terre cuite)
- roches de toutes natures.

Cette classification s'applique aussi bien aux éléments de murs que de couverture.

Ils constituent un moyen terme en ce sens que même s'ils ne sont pas d'excellente qualité, s'ils occasionnent des dépenses annexes de mise en oeuvre, ils peuvent permettre une durabilité équivalente ou supérieure à la vie d'un individu. Ils permettent la réalisation non plus d'un abri, mais d'un logement correspondant à des normes minimum d'hygiène, de confort.

Dans ce domaine nous trouvons, en premier lieu et par ordre d'antériorité, les matériaux de terre cuite. C'est une des premières opérations à laquelle se soit livré l'homme de la préhistoire ; nous n'épiloguerons pas sur ce fait car c'est peut-être le hasard qui l'a conduit à "cuire" ses premières poteries pour les "durcir".

Peut-être, avait-il pour référence le durcissement de son arme de chasse par le feu ?

La terre cuite a donc traversé les âges c'est un fait, et même en Afrique, tout au moins dans certaines régions (centre, Est, Nord) reste le matériau prédominant. Seule contrainte, car la matière première, l'argile, est abondamment répartie : la cuisson.

Elle est la phase finale du processus de fabrication, après le façonnage et le séchage. Une vitrification des différents composants de l'argile (silicate d'alumine hydraté) se produit à des températures se situant entre 800 et 1000° pour les argiles communes. La consommation calorifique qui est de l'ordre de 350.000 kcal/T pour des fours industriels, atteint 7/800.000 kcal dans la plupart des

.../...

fours artisanaux.

On ne peut toutefois négliger les briqueteries artisanales car, sous certaines réserves, elles peuvent apporter leurs solutions économiques au problème qui nous intéresse et ce sont bien des matériaux "locaux".

Façonnés à la main dans un moule en bois, préalablement sablé, de formats différents selon l'usage auquel on les destine mais toujours de petites dimensions (5 ou 7 x 11 x 22), cuites "en meule", l'empilage constituant le four, ce produit ne présente pas un gros avantage sur la brique adobe.

En effet, la mise en oeuvre est longue par suite des petites dimensions, elle demande une main d'oeuvre habile, nécessite, pour le montage, trois fois plus de mortier au m² de mur (70 litres contre 25 litres) que pour des briques ou blocs divers de grandes dimensions.

Son pouvoir d'isolation reste médiocre du fait de l'incorporation au m³ de maçonnerie d'une grande quantité de liant (multiplicité des joints). Au cours du cycle de fabrication, on enregistre un important déchet au séchage (à l'air libre) et la cuisson est très irrégulière : 1/3 de bonne qualité, 1/3 incuit ou insuffisamment cuit, 1/3 surcuit donc souvent déformé.

Malgré cela, ce matériau est amplement utilisé dans de nombreux pays, et au Niger même, existait une tradition de briques cuites artisanale à Maradi.

Le Crédit du Niger s'est intéressé au problème en son temps, a construit des logements-types et a conclu que le prix de revient final du m² penchait en faveur de la brique cuite de grandes dimensions produite industriellement. Mais dans le cadre de l'opération Yantala, le problème change car la sujétion de la main d'oeuvre ne se pose pas de la même façon et nous recherchons avant tout un matériau amélioré (une brique même "incuite" aura une durée de vie bien supérieure à une brique adobe) dont le prix de revient, donc de cession (il n'y aura pas d'intermédiaire entre l'utilisateur et la coopérative de production) soit accessible aux faibles revenus. Et si cet apport est de plus générateur, de couleur et d'esthétique, tant mieux.

On peut estimer en 1986 le prix de revient d'une telle brique (format courant 7 x 11 x 22) pesant 2,3 kg environ à 10 F CFA.

.../...

Ce prix comprend l'argile, le sable, l'eau, la main d'oeuvre pour le façonnage, l'empilage du four, la cuisson, la démolition de la meule, le chargement en vrac sur camion si le chantier est séparé du site de l'atelier.

A titre indicatif, à Bujumbura (Burundi) en 1983, une telle brique de format sensiblement supérieur revenait à (équivalent F CFA) : 6,50 et rendue chantier, dans un rayon de 10 km à F CFA 7.

Signalons que les fournées peuvent être modulées à la demande et que l'on peut cuire aussi bien 50.000 briques que 300.000 briques ; seul le temps de chauffe et le volume de l'empilage diffèrent. Nous conseillerions aux autorités ayant en charge l'opération Yantala de ne pas négliger cet aspect du problème. Il y a la matière première, excellente, très proche (carrières de Goudel, Saga et autres gisements que la population connaît bien en direction de l'ancienne route de Torodi), des gens à Yantala qui connaissent les techniques (la première briqueterie de Niamey se situait à Yantala et tout le noyau des vieux ouvriers a suivi en 1966 à la SONICERAM), enfin le combustible, essentiellement balle de riz en provenance de Kirkissoye, est également proche, les huiles de vidange de la NIGEELEC et divers déchets et ordures complétant l'apport calorifique nécessaire.

La contribution de la terre cuite peut également être envisagée sous un autre aspect, toujours en restant en conformité avec les besoins et les possibilités financières des candidats au relogement de Yantala.

Il s'agit cette fois de la fabrication de blocs creux identiques au parpaing de ciment, de mêmes dimensions 15 x 20 x 40.

Ces blocs façonnés à l'aide d'une presse à main étaient cuits dans un four fixe d'une contenance de 30 m³ environ. Les combustibles utilisés étaient les huiles de vidange, des déchets plastiques (usine Bata si nos souvenirs sont exacts) et une petite quantité de bois de brousse en fin de cuisson pour ôter sur les produits les traces d'imbrulés.

Plusieurs ateliers de ce type ont vu le jour en Haute-Volta en 1976/1978 sous l'égide du Centre National de Promotion des Artisans Ruraux C.N.P.A.R. avec le

.../...

support du B.I.T et le concours opérationnel d'un contractuel du F.A.C.

Le prix de revient d'un bloc 15 x 20 x 40 était de

F CFA 22,50

prix tenant compte de l'amortissement des installations constituées par un four fixe, une presse, des pelles, pioches, brouettes, tôles de hangars pour abriter les produits en cours de séchage...

Le prix de vente rendu chantiers était de l'ordre de 35/40 F CFA ; à cette époque l'unité industrielle VOLBRICERAM vendait la brique creuse 15 x 20 x 40 plus de 100 F CFA...

Nous pensons que cette solution constituerait également un apport intéressant dans le cadre de l'opération Yantala avec cette fois l'assurance de mettre à la disposition du projet un matériau non seulement amélioré, mais définitif à un prix très concurrentiel qui ne devrait pas excéder à ce jour 60/70 F CFA la pièce. Son emploi, entre autres, serait conseillé pour l'édification des blocs sanitaires, équipements sociaux divers, remplaçant avantageusement le parpaing ciment, matériau cher présentant tous les défauts possibles inadapté au climat et anti-économique compte tenu du pourcentage de ciment importé au Niger. (2/3 des consommations).

De plus, si le matériau devait répondre à un dosage honnête et présenter de moins mauvaises performances il lui faudrait inclure dans 1 tonne d'agglos, 150 kgs de ciment. En prenant un prix moyen de F CFA 60.000 la tonne et en considérant un poids moyen du produit fini de 14 kgs pièce (format 15 x 20 x 40) le calcul est le suivant :

$$150 \text{ kg} \times \text{F } 60 = \text{F CFA } 9.000$$

$$\frac{1 \text{ Tonne}}{14 \text{ kg}} = 71 \text{ pièces}$$

$$\text{Part du ciment seul} = \frac{9.000}{71} = \text{F CFA } 127$$

Même au niveau d'un petit tâcheron qui voudrait respecter ce dosage il lui faut compter, en sus, pour établir son prix de revient :

- les agrégats
- l'eau
- la main d'oeuvre
- le petit entretien de sa bétonnière sans laquelle aucun dosage régulier ne sera respecté.

.../...

- l'amortissement de ses outils (moules) et de ses installations même rudimentaire : pelles, pioches, brouettes, seccos de protection, tôles de sa baraque de chantier.....

Ajoutons à cela le fonds de roulement indispensable et conditionné par la durée normale de prise du ciment, 21/28 jours et nous défions quiconque de pouvoir prétendre mettre sur le marché un produit honnête, en dessous de la barre de F CFA 200 pièce. Ce que l'on voit la plupart du temps sur les chantiers au Niger et ailleurs ne sont que des "collages" d'agréats et non des "agglomérés".

Et pour faire bonne mesure ci-après une énumération des principaux défauts :

- poids (une brique cuite de mêmes dimensions a un poids inférieur de moitié). Cette contrainte joue un rôle important dans le prix de revient final du m2 construit.
- Variations dimensionnelles
- Mauvaises performances thermiques et phoniques
- Dégradations et fissurations ultérieures dues aux attaques diverses physiques et chimiques, aux retraits et expansions successifs, à la mauvaise résistance à la flexion et à la traction.
- Enfin l'absence d'esthétique.

Sur des bâtiments neufs (Caisse de Sécurité Sociale) voir les fissurations sur bâtiments annexes, ne comportant qu'un seul niveau...

Dans la rubrique des matériaux locaux dits "améliorés" il fallait réserver une place à l'agglom-ciment. Nous l'avons fait en toute objectivité et, dans le cadre du projet "relogement de Yantala", pensons que ce matériau n'a pas sa place, le jugeant uniquement en fonction de son prix.

Le matériau qui vient immédiatement à la suite dans la ligne des agglomérés est le parpaing latérite-ciment. Nous en avons déjà entretenu les autorités qui auront connaissance de notre étude à propos d'un exemple que nous avons vécu en 1978 à Ouagadougou. L'évaluation de cette opération, qui par ailleurs a constitué un grand champ d'expérience de restructuration de quartiers traditionnels, a conclu tout de même que le matériau employé n'avait pas été "concluant". Cela fut confirmé en Décembre 1979 lors d'un séminaire regroupant les pays de la C.E.A.O.

Il est écrit notamment dans les conclusions :

- que la terre stabilisée (latérites ou argiles) n'est pas le matériau "miracle".
- que ce matériau ne résout pas le problème de la consommation du ciment, matériau cher en général dans les pays enclavés du Sahel, qu'il soit produit localement ou importé.
- qu'il dépend, comme tout matériau, des zones climatiques.

Ajoutons que ce même séminaire a toutefois mis en relief l'activité d'un organisme tel l'A.D.A.U.A et demandé que les techniques de "terres stabilisées" soient diffusées le plus largement possible, suivant les régions climatiques. Nous approuvons totalement cette démarche, car c'est une solution au problème du logement des couches de population les plus modestes, malgré que ce matériau, sous sa forme artisanale, aggloméré "terre-ciment", ne soit pas à l'aide de toute critique.

Nous avons vu précédemment que sous sa forme industrielle, il sort automatiquement en fonction de son prix de revient, du cadre et des préoccupations de notre étude. Nous avons fait en 1980 en Mauritanie une étude de pré-factibilité sur le procédé "STARGIL" et la conclusion était la suivante : le prix du produit industriel 40 UM pièce représentait 4 fois le prix d'une brique en "banco" de même format. Cette solution n'est pas à la portée du "groupe de revenus" qui nous intéresse. Reste à examiner le problème au niveau artisanal étant bien entendu que ce matériau amélioré et stabilisé, qu'il soit à base de latérite, argile, mélange latérite-argile, à l'aide de faibles pourcentages de ciment, ne constituera jamais un matériau stable et définitif au même titre d'ailleurs que l'aggloméré-ciment, même vendu à F CFA 200 la pièce. Pourquoi ? nous allons tâcher de l'expliquer très sommairement sans trop alourdir notre exposé.

En dehors de son prix, ou plutôt malgré son prix qui est très élevé au Niger mais également dans de nombreux pays d'Afrique, ce matériau est interdit aux consommateurs à faibles revenus. De plus, le ciment n'apporte au contact d'autres agrégats (gravillons, sables, concassés, latérite...) qu'un pouvoir de liant physique. Un aggloméré, quel qu'il soit, n'est jamais que la juxtaposition de deux éléments (trois si l'on compte l'eau) qui n'ont aucune interaction entre eux. L'inertie physique et chimique est la caractéristique principale des agrégats et quelque fois la cause de la destruction des bétons.

Il en est tout autrement si l'on emploie, à la place du ciment de la chaux hydratée. En présence de sables (répondant à des normes précises) ou de latérite finement broyée et de composition chimique appropriée, il y a formation d'hydrosilicate de chaux, composé stable qui, après pressage et passage à l'autoclave pour durcissement rapide (à l'échelle industrielle il faut aller vite...) donne un produit définitif, possédant des performances moyennes identiques ou légèrement inférieures à la brique de terre cuite (isolation thermique et résistance aux eaux agressives mises à part). Gros avantage par rapport à la céramique du bâtiment : consommation d'électricité réduite (50 %), consommation de combustible, incidence production de la chaux comprise, réduite elle aussi de plus de 50 %.

Le procédé "LATOREX" a envisagé à l'usage du continent Africain et plus particulièrement des pays du Sahel l'industrialisation "légère" du procédé, basé sur l'emploi de la latérite. Il s'agit d'unités de fabrication mobiles produisant 3000 briques 10 x 20 x 40 ou équivalent par jour, soit 25 Tonnes/jour environ. Nous le signalons au passage bien que cela ne nous intéresse pas pour le moment et déborde, de loin, les préoccupations de l'opération Yantala, mais nous pensons avoir tout de même apporté matière à réflexion, grâce à cette aparté, sur les réalités que l'on peut attendre du matériau qui nous intéresse à savoir : l'aggloméré latérite + ciment.

C'est indiscutablement une amélioration par rapport à la brique en "banco", mais il ne faut pas le considérer comme un matériau définitif.

C'est simplement, un pas franchi en direction du mieux-être des populations à faibles revenus et il reste interdit, pour l'instant en fonction de son prix de revient, qui ne peut descendre au dessous de F 40 pièce (dosé à 3 % ciment), aux populations à très faibles revenus et aux populations rurales.

Il est bien entendu que si on veut avoir une durabilité minimum du matériau (murs exposés aux intempéries) et une résistance correcte pour les fondations et élévation, il faudra passer automatiquement à des dosages plus élevés. Les prix suivront et devraient être de l'ordre de :

F CFA 45 pièce (dosé à 5 %)

" 60 " (" à 8 %)

pour un format de brique 9 x 14 x 29

La brique de "banco" prise sur chantiers de production, donc vendue avec bénéfice, coûte actuellement 20 F CFA ; les habitants pourront-ils assumer cette

différence ?

A ce stade de notre étude, nous avons dressé un tableau comparatif du prix des fournitures seules nécessaires à la construction d'un m2 de mur.

(voir tableau)

.../...

| NATURE DU MATERIAU | DIMENSIONS | EPAISSEUR DU MUR | NOMBRE AU M2 | PRIX UNITAIRE | PRIX AU M2 F CFA |
|---|--------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Brique pleine artisanale | 7 x 11 x 22 | 22 c/m | 75 | 10 | 750 |
| Bloc creux artisanal terre cuite | 15 x 20 x 40 | 15 c/m | 15 | 70 | 1.050 |
| Agglo ciment creux (dosage correct) | 15 x 20 x 40 | 15 c/m | 15 | 200 | 3.000 |
| Bloc plein laterite ciment | 9 x 14 x 29 | 14 c/m | 30 | 40 (3 %) | 1.200 |
| - d° - | - d° - | - d° - | - d° - | 45 (5 %) | 1.350 |
| - d° - | - d° - | - d° - | - d° - | 60 (8 %) | 1.800 |
| - d° - | - d° - | 28 c/m | 60 | 40 | 2.400 |
| - d° - | - d° - | - d° - | - d° - | 45 | 2.700 |
| - d° - | - d° - | - d° - | - d° - | 60 | 3.600 |
| Bloc adobe "banco" | - d° - | - d° - | - d° - | 20 | 1.200 |

A ces chiffres il faut évidemment ajouter l'incidence de la main d'oeuvre et les fournitures de mortier avec les correctifs d'usage sachant que les temps de pose et les consommations, ainsi que les compositions de mortier peuvent varier, en volume et en valeur, du simple au triple, nous l'avons déjà signalé en passant en revue les différents matériaux concernés. Nous supposons que les fabrications sont effectuées sur chantier donc pas d'incidence notable sur les transports (matières premières : sable, argile, latérite...)

Nous signalons pour mémoire que les épaisseurs de mur varient mais croyons que dans l'ensemble 1 m² de mur de

22 c/m en briques pleines

15 c/m en blocs creux T.C

28 c/m en blocs pleins latérite/ciment

28 c/m en briques adobe

ne doivent pas présenter un coefficient "K" très différent. Nous rappelons que le dit coefficient représente la quantité de chaleur qui traverse, à l'heure, 1 m² d'une paroi, lorsque les deux faces présentent une différence de 1°.

3) Matériaux locaux de provenance industrielle :

Rappelons, pour mémoire, que le Niger avait, dès l'indépendance compris l'industrie des matériaux de construction dans ses infrastructures de base.

C'était une excellente décision et ce secteur représentait, vers les années 1970, 4 % du secteur secondaire, soit le double de la plupart des pays ayant accédé à l'indépendance.

La cimenterie S.N.C, la briqueterie SONICERAM ont apporté leurs contributions à l'édification du pays. Par la suite, l'usine de carrelage COREE-NIGER, la briqueterie de Maradi SONIBRIQUE, l'atelier de chaux SONICHAUX devaient compléter cet apport associés à des réalisations telles NIGER-BRIQUES, fabrique d'agglomérés-ciment et de béton manufacturé et la société carreaux de ciment et marbre du Niger C.C.M.N (ex. Sempastous, ex. Navalon...)

A l'occasion d'une mission dans le cadre de la Banque Mondiale (sept 1981), nous avons appris qu'une extension de la cimenterie de Malbaza était également envisagée (Projet japonais 50.000 à 100.000 Tonnes/an) ainsi que des études entreprises par la Chine, Creusot-Loire Entreprises, et C.B.R pour l'édification d'une nouvelle unité. Ces projets contrairement à ce que nous avons pu voir par ailleurs étaient réalistes car se situant dans une fourchette de 100/250.000 Tonnes/an, Malbaza compris. Des prospections étaient également entreprises pour le gypse (additif retardateur de prise pour le ciment PORTLAND, fabrication de plâtre). Et nous soulignons dans notre rapport de mission, la sagesse des autorités Nigériennes, dont la stratégie de développement des années futures de ce secteur semblait

s'orienter vers les productions suivantes :

- ciment 150.000 Tonnes/an
- produits céramiques confondus 60.000 Tonnes/an
- chaux 5/10.000 Tonnes/an
- plâtre (?) 7/12.000 Tonnes/an

La conjoncture économique est venue bouleverser ces plans et c'est regrettable pour l'avenir.

Seules à ce jour, subsistent la S.N.C avec ses 40/50.000 Tonnes/an, la SONICHAUX qui ne participe pas à la fourniture pourtant indispensable de ce matériau à usage du bâtiment. A partir de ce matériau, on pourrait envisager toute une "filière" qui apporterait des solutions "économiques" aux problèmes de la construction. Mais à 140.000 F CFA la tonne, seules les activités du textile, des détergents, de la peinture, des sucreries et des tanneries peuvent y avoir accès, en plus de la NIGELEC pour le traitement des eaux.

Et pourtant, nous ne le répèterons jamais assez, la chaux, avant et après l'invention du ciment artificiel, est toujours restée le liant le plus économique. Avec l'aide du FENU, des petits pays, tel le Burundi, ont lancé la construction de 12 fours artisanaux pour un total de 2.000.000 Dollars U.S, soit 1 four à 60.000.000 F CFA, formation des spécialistes comprises et établissement des normes et standards de production.

Le prix de vente envisagé en 1983 était de :

25.000 F CFA la tonne en vrac pour la chaux hydratée.

Il était bon de le rappeler au passage, car c'est vraiment une des solutions pour la construction à bon marché.

Bien évidemment, cela sort du cadre de "l'opération Yantala" (il y a e0 pourtant des fours à chaux à Niamey, précisément sur la route de corniche menant à Yantala...) mais d'autres opérations de réhabilitation de quartiers anciens suivront et il n'est peut-être pas inutile d'y songer.

4) - Matériaux importés :

En général, tous les matériaux du second oeuvre, en dehors d'un pourcentage de ciment. Certains sont produits sur place à partir de matières importées : menuiseries métalliques, menuiseries bois, peintures...

.../...

Le seul qui nous préoccupe véritablement, dans le cadre du projet PNUD/HABITAT est le matériau de couverture constitué par la tôle galvanisée ondulée, accessoirement le bac alu. Nous ne savons si ces matériaux sont formés sur place ; de toutes façons, peu d'intérêt, la valeur ajoutée est très faible et dans certains pays un véritable monopole de transformateurs s'est créé, autour de ce matériau et renchérit le coût, dépassant les prix de l'importation et empêchant cette importation même de pays voisins.

C'est la solution "de fortune" pour les logements à bon marché, mais si pour les autres parties d'un bâtiment on peut entrevoir des solutions, le problème de la couverture (en dehors de la terrasse) reste entier et tous les gens qui se sont penchés sur ce problème sont unanimes à le reconnaître.

Et pourtant nous avons toujours gardé à l'esprit une lecture faite il y a bien-tôt 18 ans, à notre arrivée en Afrique, au Niger plus précisément. Il s'agissait d'une enquête menée dans les pays en voie de développement. Il ressortait du dépouillement de cette enquête que les critères d'un logement, pour les intéressés se présentaient dans l'ordre de priorité suivant :

- protection contre les intempéries : le toit
- disponibilité d'eau, si possible potable
- équipements sanitaires proches
- voirie accessible par tous les temps
- sols "en dur"
- éclairage public : protection contre le vol
- murs "en dur"

Remarquons au passage que sur ces sept critères retenus quatre sont à la charge de l'Etat ou des collectivités publiques ; cela marque bien la part importante qui revient aux autorités dans la définition d'une politique de l'habitat et des infrastructures. Ce n'est que lorsque ce préalable est levé qu'il est permis de définir une stratégie pour satisfaire les autres grands besoins exprimés :

- la couverture des toitures
- la consolidation des sols
- la construction des murs

Et si nous nous référons à un grand projet de réhabilitation de quartiers anciens dans un pays voisin, nous constatons que le "volet" matériaux de construction ne représentait que 11 % du volume total d'un projet qui avoisinait, il y a une dizaine d'années 3 Milliards de F CFA.

Pour notre part, nous établirions dans une opération genre "Yantala" l'ordre de priorité suivant :

- 1) amélioration des conditions de vie : viabilité, équipements collectifs, assainissement.
- 2) conception de l'habitat
- 3) mise en oeuvre des matériaux
- 4) matériaux (production)

le tout, conditionné par les ressources de l'Etat ou des collectivités publiques et le pouvoir d'achat des intéressés.

C - Evaluation sommaire des besoins :

Une parcelle de 300 m² en moyenne, occupée au sol par une construction de 50 m² habitables représente pour son édification traditionnelle à savoir :

- paillette/abri servant au démarrage du chantier et conservée par la suite
- coin cuisine couvert
- latrines, douches...
- poulailler, coin des animaux
- chambres et logement proprement dit accompagné de terrasse couverte.

200 m² de murs et cloisons pour l'intégralité des constructions auxquels il faut ajouter 140 m² de murs de clôture de 2 m d'élévation.

En supposant que la moitié des murs soit édifiés en matériaux améliorés (terre-cuite, blocs latérite-ciment, argile-ciment...), que les cloisonnements soient édifiés en blocs pressés latérite-banco, que les annexes domestiques et les murs de clôture soient montés en "banco" pur, cela représenterait au total pour les besoins de construction d'une habitation :

- 6.000 briques de "banco" ordinaire
- 3.000 " de "banco amélioré" (argile + latérite pressée)
- 1.500 " "matériaux améliorés" (blocs terre cuite avec appareillage briques pleines, blocs latérite-ciment)
- 1.000 briques terre cuite petit format (5/7 x 11 x 22)

Pour l'ensemble de l'opération de recasement, si nous prenons le chiffre moyen de 350 logements, cela représenterait donc :

.../...

- 2.000.000 briques "banco" ordinaire
- 1.000.000 " " (pressées)
- 500.000 " matériaux améliorés
- 350.000 " terre cuite petit format

Cette estimation est susceptible de variations en fonction du format des briques (toutes origines confondues) qui nécessitent plus ou moins de pièces au m² (15, 30, 60), des contraintes de mitoyenneté (murs de clôture communs à deux habitations) du mode de construction (murs séparés, accolés ou intégrés à la clôture).

Nous considérons donc les chiffres mentionnés ci-dessus, comme des chiffres maximum. Ils éclairent sur l'importance du chantier et les moyens à mettre en oeuvre pour sa réalisation dans les meilleures conditions.

Sur la base de prix précédemment établis, la fourniture de matériaux de gros oeuvre pour un logement correspondant aux normes ci-dessus définies reviendrait à :

300.000 F CFA environ

L'impact des matériaux dans le prix de revient final serait de l'ordre de 6.000 F CFA au m² habitable et permet d'espérer rester ainsi dans la fourchette que nous nous étions fixée en début d'étude, à savoir : 20/25.000 F CFA/m²

En effet, si nous ajoutons une somme équivalente pour la couverture (option : tôle ondulée), une estimation encore sensiblement égale pour la main d'oeuvre employée au gros oeuvre (délais d'exécution : 4/6 semaines), nous obtenons un prix de revient global de l'ordre de :

900.000/1.000.000 F CFA

soit F CFA 19.000/m²

En appliquant pour le second oeuvre le pourcentage habituellement retenu dans la construction classique 25 % environ (et nous savons que ce chiffre est bien supérieur à la réalité dans le cas précis qui nous occupe) nous arrivons à un prix de revient final de :

F CFA 23.750/m²

que nous croyons réaliste car adapté aux possibilités financières des futurs propriétaires telles que décrites dans le rapport PAULAIS du BCEOM de Février 1986 et ressortant de l'enquête socio-économique dont le dépouillement et l'évaluation sont en cours.

Pour notre part, nous la jugeons un peu trop optimiste ; il faudra donc veiller à descendre, si possible, au dessous du prix plafond 25.000 F CFA/m² et se rapprocher du prix plancher.

RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS

Arrivé au terme de cette étude limitée à une opération bien précise, réhabilitation du quartier de Yantala, recasement d'une partie de ses habitants nous pensons avoir dans les délais impartis à notre mission, éclairci quelque peu les problèmes de production de matériaux locaux à bon marché. Nous n'avons rien innové mais avons essayé de faire profiter les autorités nigériennes et plus particulièrement celles concernées par le projet PNUD/HABITAT du résultat d'expériences antérieures et de regrouper les quelques données acquises au cours de notre bref séjour à Niamey. Nous avons évité, autant que faire se peut, de nous immiscer dans des secteurs qui ne sont pas de notre ressort, à savoir la conception architecturale, la mise en oeuvre des matériaux, les travaux de viabilisation de parcelles, volets les plus importants, à notre avis, du projet, car ils conditionnent véritablement "l'amélioration des conditions de vie" de la fraction de population concernée. La question des matériaux est secondaire et s'il faut éviter l'emploi de certains pour des raisons de confort, d'hygiène ou simplement de prix, l'expérience a prouvé, s'agissant surtout de matériaux locaux à bon marché, que leur mise en oeuvre est de loin prépondérante. D'où la nécessité, quels que soient les opérateurs, particuliers, tâcherons, coopératives, d'un très bon encadrement tout au long de la durée des chantiers. Tous les déboires enregistrés dans de semblables opérations proviennent essentiellement d'un manque de suivi de ces dernières, qu'il soit imputable à une insuffisance de crédit extérieur (fin de projet d'assistance) ou à une absence de décisions au niveau des autorités nationales responsables de la bonne fin des opérations. S'agissant de travaux effectués dans une tranche de prix de revient très tirés, et comment pourrait-il en être autrement si on veut être réaliste, aucune erreur ne sera permise dans la réalisation, car elle entraînerait la perte du bénéfice réalisé dans la conception, la production, le choix du matériau.

.../...

Si nous insistons sur ce point, c'est que nous avons appris, par expérience, durant une carrière entièrement consacrée à la production de matériaux, au contact des entreprises de construction, des concepteurs, des maîtres d'ouvrages que le "bâtiment", en général, gaspille facilement au niveau de l'utilisation des matériaux quels qu'ils soient. Les raisons sont connues, nombreuses et reposent sur la tradition, un certain empirisme et, il faut le dire, bien souvent une absence de formation technique au départ.

Et, il est si facile, quand il y a une malfaçon de faire retomber la faute sur le matériau !

Dans le cadre de l'opération Yantala ce problème ne devrait pas se présenter si producteurs de matériaux et exécutants des travaux se retrouvent, intérêts liés, au sein de coopératives.

Nous renouvelons toute l'importance d'une participation active du laboratoire des Travaux Publics à l'élaboration et au suivi, sur chantiers, des matériaux qui seront utilisés. Même au niveau très élémentaire, du genre de recherches et d'expérimentation nécessitées par les matériaux locaux à bon marché, l'accompagnement du projet par les techniciens des T.P. sera un gage certain de bonne fin de l'opération.

Regroupés au cours d'un séminaire à Bujumbura en 1980, les Directeurs des Etablissements africains de recherche sur les matériaux de construction et le bâtiment faisaient en fin de travaux les recommandations suivantes :

- augmentation de la production des ciments naturels et pouzzolaniques.
- augmentation de la production de briques (petites unités à faible intensité de capital).
- utilisation des matériaux traditionnels, fibres naturelles végétales résistantes aux intempéries, aux insectes.
- évaluation qualitative des matériaux.
- diffusion des travaux de recherche auprès des utilisateurs.
- définition d'une politique à long terme du secteur.
- identification des causes d'échec de coopération inter-états durant la période 1970/1980.
- promotion des matériaux pour les groupes à faibles revenus : terre stabilisée, chaux, terre cuite, résidus agricole et industriels, armatures indépendantes de l'acier.
- affectation à la recherche dans ce domaine d'un pourcentage égal à 1% du budget national.

Nous ne pouvons que les faire nôtres et conclure que "l'amélioration des conditions de vie et de l'habitat" condition d'une meilleure hygiène, d'un repos accru pour les travailleurs, d'un rendement plus élevé de l'emploi suivi d'une amélioration des salaires reste le facteur prédominant d'un développement économique et social harmonieux dans l'immédiat et à long terme.

CALENDRIER DE MISSION

| | | | |
|---|-------|---------|---------|
| - Depart France | 18 | Mars | 1986 |
| - Entretiens siège VIENNE | 19/20 | " | |
| - Arrivée NIAMEY | 21 | " | |
| - Debut des travaux | 24 | " | |
| - Etablissement liste l'entretiens, visites à effectuer... | 24 | " | |
| - Documentation | 28 | " | 4 Avril |
| - Visites | 4/9 | Avril | |
| - Documentation, notes préparatoires au rapport final | 10/20 | " | |
| - Redaction, mise en forme du rapport manuscrit | 21/29 | " | |
| - Dactylographie, tirages... | 29 | Avril/9 | Mai |
| - Depart NIAMEY | 13 | Mai | |
| - Entretiens siège VIENNE | 15/16 | " | |
| - Fin de mission, retour domicile France | 17 | " | |

LISTE DES VISITES EFFECTUEES ET DES
PERSONNALITES RENCONTREES

- Laboratoire des T.P.
Mrs CHAWEYE Directeur
TCHOKOL Idrissa Adjoint
- Services de la Main d'oeuvre
Mr l'Inspecteur du Travail
- Direction de l'énergie
Mr ADAM MELLY Issoufou Directeur
- Contrôle des prix
Mr Marc DJABEROU
- Direction de l'Industrie et de l'Artisanat
Madame KANE (en l'absence de Mr FOUKORI, Directeur)
- Chambre de Commerce
Mr BELLO Garba Secrétaire Général
- Direction des Recherches Géologiques et Minières
Mr OUMAROU Hamadou Directeur
- Office des Produits Vivriers du Niger O.P.V.N
Mr KOULLOU Mahamane Directeur Général
- Le Riz du Niger (Decortiquerie de Kirkissoye)
Mr le Directeur Général
- Réunion avec les artisans et entrepreneurs en menuiseries
métalliques, bois... (Chambre de Commerce)
- Mr IDRISSA Directeur de l'I.N.R.A.N
Projet "Tapis Vert"
- Mr Peter TUNLEY Development Workshop
Projet Iférouane.

BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES

- Briqueterie artisanale OUAGADOUGOU CNPAR 1978
- Evaluation d'un projet de developpement urbain en Haute Volta 1978
- Industrie locale de construction au BURUNDI Programme B.M/O.N.U.D.I 1980
- Etude STARGIL pour la R. isl. MAURITANIE 1980
- Reunion préparatoire à la première consultation sur l'industrie des matériaux de construction VIENNE ONUDI/J. RIEDEL 1984
- Amélioration des conditions de vie et de l'habitat en Haute-Volta Projet ESA/OTC/78/1 1978
- Forum international sur les technologies appropriées NEW-DELHI /ONUUDI Tomes II, III, IV, VI 1978
- Technologies de recyclage des dechets ONUDI/ INCE 1974
- CIMENT ASHMOH Institut Indien de technologie 1981
- Procédé LATOREX stabilisation de composés latérite-chaux 1978
- Parpaings en terre stabilisée à la chaux Building Research Establishment G.8 1979
- Conférence des Nations-Unies sur les Etablissements humains Vancouver 1976
- Rapport de la réunion des établissements Africains de recherche sur les matériaux de construction C.E.A/O.N.U.D.I/C.N.U.E.H Bujumbura BURUNDI 1980

.../...

- Monographie O.N.U.D.I sur les technologies appropriées pour les matériaux de construction 1980
- Etude du secteur des matériaux de construction P. SCHALL/O.N.U.D.I 1978
- Développement du secteur des matériaux à base de constituants minéraux P. SCHALL/O.N.U.D.I 1981
- Rapports M. KACJAN (Projet FAO/KEITA) SONICERAM I et II (rapport final Février 1986) 1982 / 1985
- Projet U.S.A.I.D Amélioration des matériaux et des formes architecturales 1982
- Assistance au projet U.S.A.I.D Development Workshop (Rapport J. NORTON) 1983
- B.C.E.O.M Rapport T. PAULAIS 1986
- D.R.G.M Niger Rapport A.R.M.I.N.E.S 1982

PRIX PRATIQUES EN AVRIL 1986 A NIAMEY

- Latérite

Prix carrière Saga : F 1500 le m³

" rendu agglomération : F 1600 le m³

(le prix forfaitaire pour un camion de 6 m³ est de F 10.000)

Prix carrière route Tondibia : cession gratuite après autorisation de la Mairie mais extraction difficile par moyens manuels (exploitation en surface)

- Argile

La distance la plus rapprochée (ancienne route de Torodi) permet un prix identique à la latérite

- Kaolin

Essentiellement en provenance de la carrière de Saga (exploitation organisée)
Des gisements existent également sur l'ancienne route de Torodi

Les prix ex. Saga sont mes mêmes que ceux pratiqués pour l'argile et la latérite.

- Sables et tout-venant

Origine : berges du fleuve, gisements non situés

Exploitations Karey-gorou et Bangou-kwaré (Nord Niamey)

prix rendus chantier : sable F 3.000 le m³

gravillon, tout venant lavé : F 7.000 le m³

- Briques de banco

Provenance Goudel

Prix officiel : F 20 pièce depart carrière

" possible : F 15 " " en raison des difficultés économiques du moment.

Transport : mêmes conditions

.../...

- Ciment
F 60.000 (Malbaza ou importation Nigeria)
- Chaux
(pour mémoire)
- I.P.N de 80
La barre 12 mètres F 24.000
- Toles ondulées galvanisées
Longueur 6 m F 21.000
- Portes isoplanes (ep. 34 m/m)
221,5 x 83 F 13.000
- Transports (matériaux divers)
La TK se situe entre F 27 et F 34 suivant l'état des routes
- Salaires
1ere catégorie (M.O) F 109,03 à 113,37 l'heure (+ charges 17 %)
2ème - d° - - d° - F 116,95 à 123,32 " "
3ème - d° - - d° - F 132,81 " "
4è/5è - d° - (O.S) F 140,20 " "
F 165,36 " "
Chauffeurs, surveillants F 25/45.000 mensuels "
de chantiers