



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

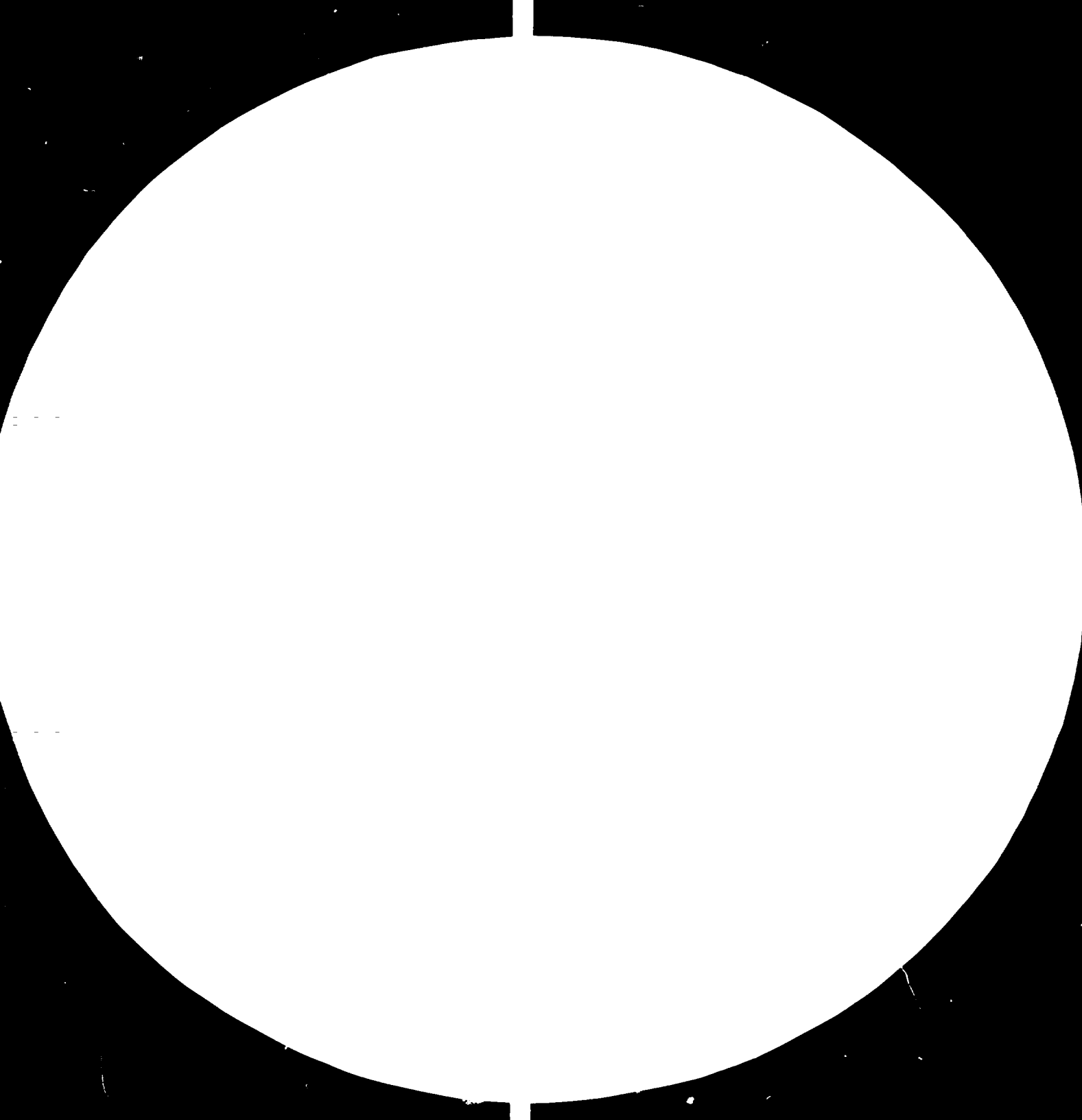
## FAIR USE POLICY

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

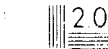
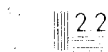
Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





2.8



Resolution Test Chart  
1.0 1.1 1.25 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8

UNITED NATIONS



NATIONS UNIES

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

10335

ONU DI CONTRAT

N°: DP. ALG/77/055.1101.A.321K.

**VALORISATION DES POTENTIALITES LOCALES  
DANS LA CONSTRUCTION EN ALGERIE.**

**APPLICATION A L'HABITAT EN GRANDE KABYLIE**

par

P. DALIX

**Rapport**

R E S U M E

- . Un grand nombre de logements doivent être construits rapidement en ALGERIE.

A ce jour, les efforts d'industrialisation de la construction de logements dans ce pays ont été très importants. Mais, si il commence à y avoir des résultats, ceux-ci ne répondent pas suffisamment à la demande quantitative qui va en s'accroissant.

- . Ainsi le Gouvernement Algérien envisage des "modes de construction" alternatifs, et plus particulièrement la valorisation des ressources locales aussi bien matérielles qu'humaines. C'est l'objectif de cette étude pour laquelle une région géographique a été déterminée : la GRANDE KABYLIE.

- . Cette étude a un double rôle :

- d'une part celui de formuler des propositions directement et rapidement utiles à la région concernée.

Nous rappelons brièvement les recommandations principales d'ordre "matériel" formulées dans cette étude :

- le B.T.S. n'est pas approprié à la HAUTE KABYLIE,
- le SIPOREX doit être progressivement abandonné dans cette région,
- l'emploi du fer à béton et du ciment doit être optimisé,
- les briques type "G", les briques d'angle et les tuiles canales à emboîtement seraient d'un grand intérêt en GRANDE KABYLIE.

Nos recommandations d'ordre "immatériel" sont, à court terme :

- d'imposer la fabrication de la brique "G", de la brique d'angle et de la tuile canale à emboîtement à l'unité de production de FREHA,
- de réaliser un manuel de mise en oeuvre pour l'autoconstructeur qui recevra obligatoirement ce document en même temps que les matériaux,
- de réaliser une brochure remise en même temps que le dépôt de demande de permis de construire.

Nos recommandations sont, à moyen terme, d'une part d'intégrer les organismes de recherche Algériens à des réseaux d'information privilégiant les "technologies appropriées" (du type G.R.E.T.) en utilisant leur type de fiche comme support d'information et d'autre part de réaliser un ensemble d'habitations autoconstruites utilisant la démarche décrite dans le dernier chapitre.

- d'autre part, celui d'avoir valeur d'exemple, pour le même type d'études, sur d'autres régions Algériennes

Sans attendre le bien fondé des propositions de cette étude qui ne pourra être établi que lorsque seront évalués les résultats de la mise en oeuvre de nos recommandations, nous proposons d'appliquer la même méthodologie à l'étude des potentialités locales de construction dans d'autres régions Algériennes.

S O M M A I R E   D E T A I L L E

	Page
<u>CHAPITRE I - OBJECTIFS DE L'ETUDE</u>	5
<u>CHAPITRE II - METHODOLOGIE DE L'ETUDE</u>	9
<u>CHAPITRE III - EXAMEN DES CONSTRUCTIONS TRADITIONNELLES SOUS L'ANGLE DES MATERIAUX UTILISES</u>	13
III.1. CONSTITUTION DES MURS	14
III.1.1. Murs en pierre	15
III.1.2. Murs en pisé	15
III.1.3. Murs en petites pierres liées au mortier d'argile	17
III.2. MODE DE TOITURE ET DE COUVERTURE	18
III.3. LES AUTRES CORPS D'ETAT	20
III.3.1. Le sol	20
III.3.2. La porte	20
III.3.3. Les revêtements	21
III.4. REMARQUES	21
<u>CHAPITRE IV - EXAMEN DES REALISATIONS ACTUELLES SOUS L'ANGLE 22 DES TECHNIQUES ET DES MATERIAUX UTILISES</u>	
IV.1. ADAPTATION AU TERRAIN - FONDATIONS	24
IV.2. BRANCHEMENT V.R.D.	26
IV.3. CONSTITUTION DES MURS	27
IV.3.1. Poteaux poutres en B.A.	27
IV.3.2. Siporex	29
IV.3.3. Parpaing	31
IV.3.4. Brique	32
IV.3.5. Pierre	33

IV.4.	CONSTITUTION DES PLANCHERS	34
IV.5.	CHARPENTE - COUVERTURE - ETANCHEITE	36
IV.6.	LE SECOND OEUVRE	38
IV.6.1.	Menuiserie	38
IV.6.2.	Quincaillerie	38
IV.6.3.	Plomberie - chauffage	39
IV.6.4.	Electricité - peinture	39
IV.6.5.	Carrelage	39
IV.6.6.	Divers	40
IV.7.	MISE EN OEUVRE - CHANTIER	41
IV.8.	DONNEES ECONOMIQUES	43
CHAPITRE V - EXAMEN DES POSSIBILITES LOCALES EN MATERIAUX LOCAUX ET DES POTENTIALITES DE REALISATION		44
<hr/>		
V.1.	DONNEES GEOGRAPHIQUES	47
V.2.	DONNEES GEOLOGIQUES	49
V.3.	REMARQUES SUR L'UTILISATION DU BETON DE TERRE STABILISE	54
V.3.1.	Les conditions nécessaires à la réalisation du B.T.S.	54
V.3.2.	Analyse des réalisations algériennes en GRANDE KABYLIE	56
V.3.3.	Avantages et inconvénients du B.T.S. en GRANDE KABYLIE	57
V.4.	REMARQUES SUR L'UTILISATION DU SIPOREX EN GRANDE KABYLIE	61
V.5.	REMARQUES SUR L'UTILISATION DU PARPAING BETON EN GRANDE KABYLIE	63
V.6.	AMELIORATION DE L'UTILISATION DU CIMENT EN GRANDE KABYLIE : ABAQUE D'UTILISATION	64
V.7.	AMELIORATION DES MATERIAUX A BASE D'ARGILE EN GRANDE KABYLIE	68
V.7.1.	L'argile en GRANDE KABYLIE	68
V.7.2.	La brique "G"	69
V.7.3.	La brique d'angle	72
V.7.4.	La brique linteau	73
V.7.5.	La tuile canale à emboîtement	74
V.8.	AMELIORATION DE LA MISE EN OEUVRE	75
V.8.1.	Toiture à 2 pentes	75

V.8.2.	Réduction de la quantité de structures en poteaux poutres	75
V.8.3.	Réduction de la quantité de ferrailage utilisé dans le B.A.	75
V.8.4.	Préfabrication de linteaux et d'appuis de fenêtres	76
V.8.5.	Réalisation d'un plancher dalle	77
V.8.6.	Réalisation des fondations	78
V.8.7.	Réalisation des enduits	78
V.9.	AMELIORATION DES MATERIAUX DE SECOND OEUVRE	79
V.9.1.	Utilisation du liège	79
V.9.2.	Utilisation du bois	79
V.9.3.	Utilisation des matières plastique	80
V.9.4.	Utilisation du fer	81
V.9.5.	Utilisation des matériaux d'étanchéité	81
CHAPITRE VI - RECOMMANDATIONS POUR DYNAMISER LOCALEMENT L'UTILISATION DE TECHNIQUES SIMPLES VALORISANT LES POSSIBILITES LOCALES		82
<hr/>		
VI.1.	GENERALITES SUR LA "TECHNOLOGIE APPROPRIEE"	84
VI.1.1.	Les niveaux matériels et immatériels de la technologie appropriée	84
VI.1.2.	Application de l'étude	86
VI.2.	ACTIONS D'INFORMATION	88
VI.2.1.	Les supports	88
VI.2.2.	Les réseaux	92
VI.3.	ACTIONS DE FORMATION	94
VI.3.1.	L'école	94
VI.3.2.	Les centres de formation	94
VI.3.3.	La formation professionnelle	94
VI.4.	ACTIONS DE REALISATION	96
CHAPITRE VII - CONCLUSIONS		101
<hr/>		
CHAPITRE VIII - ANNEXE		103
<hr/>		
CHAPITRE IX - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		120
<hr/>		



I - OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le présent rapport est la conclusion d'une mission de consultant de l'ONUDI réalisée pour le compte du Gouvernement Algérien.

Les attributions de cette mission étaient ainsi définies dans le cahier des charges :

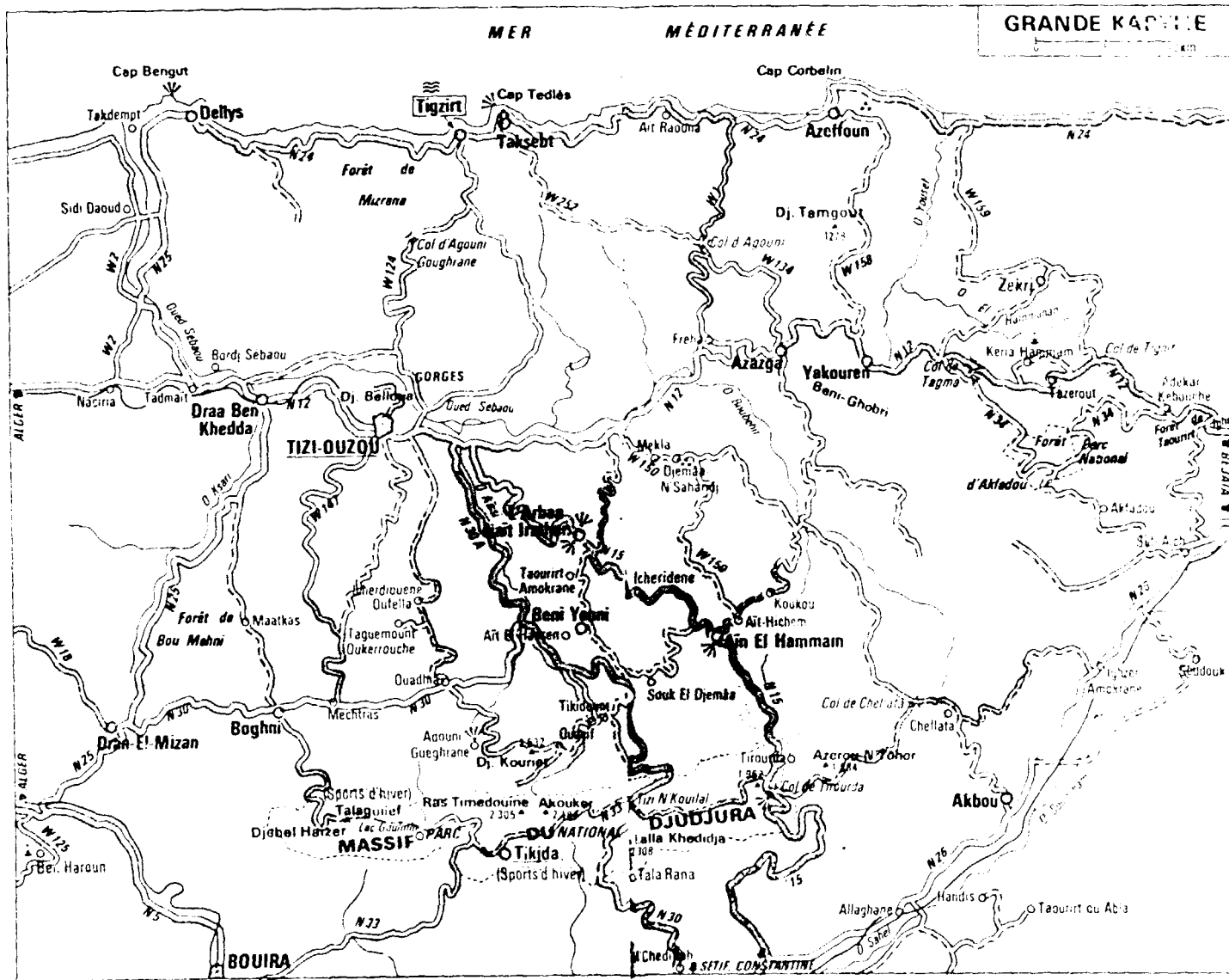
1. Examen des constructions traditionnelles sous l'angle des matériaux utilisés.
2. Examen des transformations du cadre bâti traditionnel par les technologies ou matériaux modernes (parpaings, béton, etc ...).
3. Examen des possibilités locales en matériaux locaux ou récupérables localement et des potentialités de réalisation (self-housing, artisans, etc ...).
4. Evaluer les possibilités de dynamiser localement l'utilisation des techniques simples valorisant les matériaux récupérés sur place.
5. Contribution à la sensibilisation des autorités locales en vue de l'adoption de systèmes appropriés .

Dès les premières réunions de travail avec les responsables algériens, il a été constaté que de tels objectifs ne pouvaient être atteints d'une manière globale, avec les moyens de la présente mission, sans le risque de rester dans des généralités ayant peu de prise sur les résultats.

Aussi, a-t-il été décidé de limiter géographiquement le champ de cette étude à une région cohérente, formant un ensemble (comme le sont d'ailleurs la plupart des régions algériennes).

La limitation de cette étude lui a donné un double rôle : d'une part celui de formuler des propositions directement et rapidement utiles à la région concernée et d'autre part celui d'avoir valeur d'exemple, par sa méthodologie, pour le même type d'étude sur d'autres régions algériennes.

La région étudiée se trouve en GRANDE KABYLIE, c'est la partie correspondant aux deux chaînes situées entre TIZI OUZOU et le Massif du DJURDJURA, desservie par les routes nationales N 15 et N 30 et correspondant aux dairas de l'ARBAA et de AIN EL HAMMAM.



Plusieurs raisons ont motivé ce choix :

- . Lourdemment endommagée durant la guerre d'indépendance cette région a de plus en plus besoin de logements. Par exemple, dans la daïra de l'ARBAA le taux d'occupation par logement est passé de 5.3 habitants en 1966 à 6.5 en 1977 (sondage R H P G 77) soit un accroissement de 20 % en 11 ans.
- . De nombreux efforts de construction d'habitation sont en cours. Mais ce sont des initiatives essentiellement familiales dont la dispersion et les modes de construction ne respectent plus le patrimoine existant remarquable par la cohérence de son habitat qui s'était toujours parfaitement intégré à l'environnement.
- . Les axes de circulation sont appelés à avoir un développement de plus en plus important. Il faudrait éviter une dégradation due à une pénétration moderne trop rapide d'autant plus visible que les villages se trouvent situés sur les crêtes.
- . L'INERBA a été chargé d'étudier dans cette région plusieurs lotissements et le déplacement d'un village (AIN SIDI AMHED). Aussi il a été décidé que le résultat de cette mission devrait apporter des éléments utiles sur les plans techniques et organisationnels à ces projets de l'INERBA actuellement en cours.
- . Enfin, la dernière raison est que les Autorités Algériennes avaient aussi demandé à des experts de travailler sur cette région :
  - . Monsieur BARBIER, Architecte, consultant de l'UNESCO, qui s'est plus particulièrement penché sur les problèmes de l'intégration au site des constructions récentes et futures, du respect de l'environnement et d'une manière plus générale de celui du patrimoine existant très caractéristique dans cette région comme nous l'évoquons plus haut.
  - . Madame MOCKRANE, socio-économiste, consultante de l'ONUDI, qui a formulé des recommandations d'ordre économique et sociologique à partir d'un important travail de collecte, d'analyse et de synthèse de données propres à cette région.
- . Ces travaux ont permis au présent rapport de ne pas avoir un point de vue exclusivement technique mais de lui donner plus de réalité, et nous l'espérons plus d'utilité, par leurs apports sociologiques, économiques et culturels.

II - METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Les objectifs de cette mission, énumérés plus haut, rejoignent d'une certaine manière ceux de la technologie appropriée puisque la caractéristique principale de cette technologie est de vouloir prendre en compte les aspects socio-culturels de l'innovation, en plus de ceux qui relèvent habituellement de l'art de l'ingénieur dans les autres types de technologie (telle que "l'intermédiaire" ou la "peu coûteuse").

La valeur de la "technologie appropriée" ne réside pas seulement dans sa viabilité économique et technique, mais aussi dans son adaptation au milieu socio-culturel. Elle ressemble en bien des points aux technologies douces ou alternatives que préconisent un nombre croissant d'organismes dans les pays hautement industrialisés qui mettent l'accent sur la nécessité de donner une plus grande attention aux effets écologiques de la technologie et aux besoins réels des sociétés.

La technologie appropriée concerne aussi bien le "matériel" (matériau, usines, transports, etc ...) que l'"immatériel" (connaissance, savoir-faire, enseignement, organisation, etc ...), comme toutes les technologies. Or c'est le plus souvent au niveau de l'immatériel que se situent les principales difficultés. Ainsi les produits et la capacité de les produire peuvent en général être transférés d'un pays ou d'une culture à l'autre. Mais les formes d'organisation et les systèmes de valeurs sont beaucoup plus spécifiques d'une culture, et le processus de transfert délibéré est de ce fait beaucoup plus difficile.

A ce propos, nous ne considérons pas la valorisation de technologies appropriées en construction en ALGERIE comme étant une fin en soi, mais seulement comme étant un des moyens permettant de satisfaire la nécessaire augmentation des capacités de construction de logements dans ce pays.

L'hypothèse de cette étude est que, dans certaines régions, dans certains contextes socio-culturels, et sous certaines conditions cette capacité peut être augmentée en utilisant au mieux les potentialités locales (en matière et en ressources humaines) plutôt qu'en persévérant dans l'importation. La vérification de cette hypothèse se fera lorsque seront évalués les résultats de la mise en oeuvre des recommandations de cette étude.

Les caractéristiques de la technologie appropriée peuvent être ainsi définies :

1. *Comblent les besoins techniques de la production existante :*

- *en utilisant les ressources énergétiques et les matériaux locaux,*
- *en minimisant la quantité des matériaux importés,*
- *en assumant que le produit sera quantitativement et qualitativement distribué,*
- *en assurant que son transport sera aisé, sûr et régulier.*

2. *Répondre aux exigences sociales de la production existante :*

- *en utilisant les compétences existantes ou faciles à adapter et en évitant le recyclage (processus compliqué, long et coûteux),*
- *en minimisant le déplacement de la main-d'oeuvre,*
- *en minimisant les perturbations sociales et culturelles grâce à un accroissement lent et progressif de la production et à la productivité.*

3. *Satisfaire les impératifs économiques de la production existante :*

- *en minimisant les placements de capitaux,*
- *en minimisant la quantité de devises étrangères nécessaires,*
- *en assurant que les avantages économiques principaux reviennent en majorité aux producteurs,*

Trois voies sont possibles dans l'élaboration d'une "technologie appropriée" :

A. *Ressusciter et introduire de nouveau une technologie plus ancienne qui a fait ses preuves à condition qu'elle soit plus efficace qu'une innovation qui n'a pas encore été mise à l'épreuve.*

- B. *Modifier la pratique courante sur les plans techniques et économiques afin d'accroître ou de diversifier la production sans qu'il y ait augmentation de la consommation des ressources naturelles.*
- C. *Inventer une nouvelle technique établie à partir des ressources locales, répondant à un besoin nouveau et s'inspirant d'une technologie moderne employée ailleurs à une autre échelle.*

Cette étude propose, comme démarche, d'emprunter ces trois voies qui, d'ailleurs, sont très proches de celles définies initialement dans les attributions de cette mission :

. l'examen des constructions traditionnelles (chapitre III)

recherche s'il n'y a pas de voies ressuscitant ou introduisant de nouveau une technologie plus ancienne qui a déjà fait ses preuves.

. l'examen des constructions contemporaines (chapitre IV)

recherche s'il n'y a pas de voies modifiant la pratique courante et permettant d'accroître ou de diversifier la production.

. l'examen des possibilités locales en matériaux locaux et des potentialités de réalisation (chapitre V)

recherche s'il n'y a pas lieu d'inventer de nouvelles techniques établies à partir des ressources locales, répondant à un besoin nouveau et s'inspirant d'une technologie moderne employée ailleurs.

Le chapitre VI évalue les possibilités de dynamiser localement l'utilisation des techniques préconisées plus haut.

C'est l'aspect "immatériel", évoqué plus haut, de la technologie appropriée. Il a son importance si l'on désire rendre réalisable, en faisant passer dans les faits le "matériel", c'est-à-dire les techniques proposées dans le chapitre précédent.

Une des caractéristiques de cette démarche est de chercher à atteindre le double objectif déjà évoqué :

- . d'une part aboutir à des propositions directement et rapidement utiles à la région concernée dans cette étude (la GRANDE KABYLIE) et d'autre part avoir valeur d'exemple pour les recherches du même type appliquées à toute autre région de l'ALGERIE.



III - EXAMEN DES CONSTRUCTIONS TRADITIONNELLES

---

SOUS L'ANGLE DES MATERIAUX UTILISES

---

L'objet de ce chapitre n'est pas l'étude des constructions traditionnelles sous l'angle des sciences humaines (ethnologie et sociologie) amenant à des descriptions de modes de vie, des schémas d'organisation d'espaces et des explications de plans d'habitations kabyles. D'ailleurs, un bon nombre d'études ont déjà été réalisées de ce point de vue.

Par contre, peu d'études ont examiné ces constructions traditionnelles sous l'angle des matériaux utilisés, avec une approche technologique. C'est ce que nous essayons de faire dans ce chapitre, à partir :

- des études que nous avons effectuées sur place
- des conversations que nous avons eues avec des habitants ayant la mémoire des anciens modes de construction
- et des quelques rares écrits sur ce sujet (1) (A)

Ce chapitre étudie dans l'ordre :

- la constitution des murs
- le mode de toiture et de couverture
- les autres corps d'état

Il se termine par quelques remarques faisant ressortir les caractéristiques de ce mode de construction.

### III.1 - CONSTITUTION DES MURS :

Les fondations ont en général 50 cm de large. Leur profondeur varie selon la nature du terrain. Les villages étant construits sur les sommets en général, les fondations reposent sur la roche affleurante.

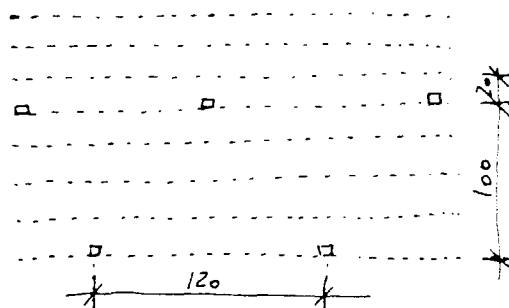
Un seuil en pierre de 10 à 20 cm devant la porte d'entrée repousse les eaux de ruissellement. La constitution des murs est de trois sortes : pierres, pisés ou mélange des deux.

A. Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie indiquée à la fin de cette étude.

Cependant, vue l'âge avancé de certaines constructions encore debout (à Ait Lahcène), on peut penser, d'après un ouvrage récent sur le béton de terre stabilisée (3), que la composition de la terre se trouvait dans les fourchettes suivantes :

- gravier : 0 à 15 %
- sable : 40 à 50 %
- limon : 35 à 20 %
- argile : 15 à 25 %

Son mode de construction était universel: banches en planches de bois (sans doute le frêne autrefois abondant sur place), tranchées pour réservation des clefs tous les 120 cm, lits de 20 cm de haut environ et emplacement des clefs tous les 5 lits (soit environ tous les mètres).



*Schéma de mur en pisé (Ait Larbaa)*



### III.1.1 - Murs en pierre

- Géologiquement, la haute Kabylie se trouve sur massif précambien de marbre et de calcaire, avec quelques poches granitiques. Par exemple, de la calcite est exploitée près de l'Arbaa et du calcaire plus tendre se trouve surtout au pied du massif de la Djurdjura (près d'Iferhounène ou de Tassaf) sous forme de pierre rouge ou blanche (celle-ci étant plus dure).
- On trouve encore aujourd'hui, près de ces centres d'exploitation, des murs en pierre appareillée qui, de l'extérieur donnent l'impression, comme il l'est écrit dans certaines publications (2), d'avoir été assemblés à sec. Cette impression nous semble fausse, car, dans plusieurs constructions visitées, l'assemblage des pierres et leur crépissage intérieur se faisait au mortier d'argile avec une argile contenant beaucoup de sable, donc pas très grasse.



### III.1.2 - Murs en pisés

Ce mode de construction se trouve dans des zones trop éloignées des centres d'extraction de pierre.

Cette technique a complètement disparu. Le souvenir de son mode de fabrication n'est pas très précis.

### III.1.3 - Murs en petites pierres liées au mortier d'argile

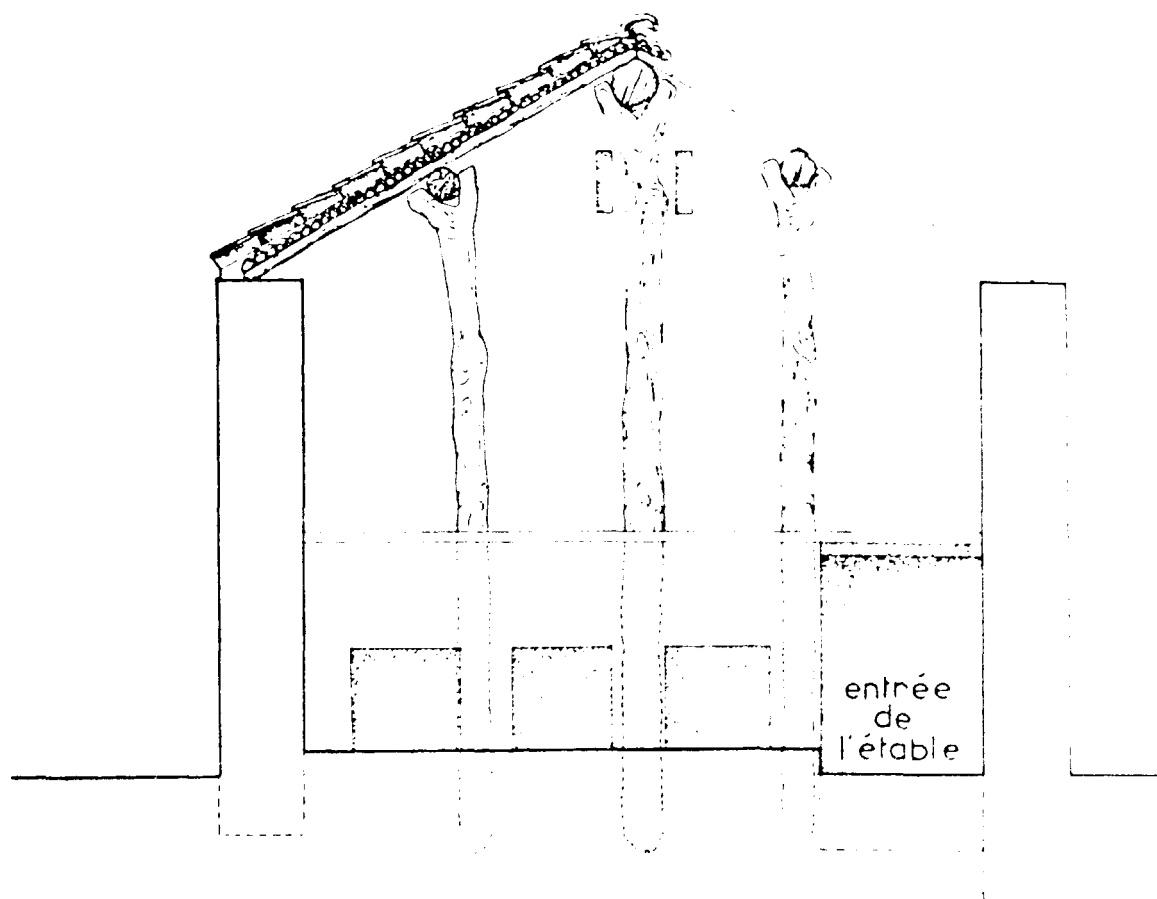
Dans les nombreux villages de Haute Kabylie, éloignés d'exploitations de grosses pierres calcaires, lorsque le constructeur ne désirait pas importer ce matériau, il réalisait ses murs en petites pierres trouvées sur place dans le sol argileux : la sericité ; celle-ci étant liaisonnée par un maigre mortier de chaux, avec une mise en oeuvre de pisé.

Il est à noter que cette sericité, de qualité moindre que les lauzes, ne peut être utilisée comme ardoise.

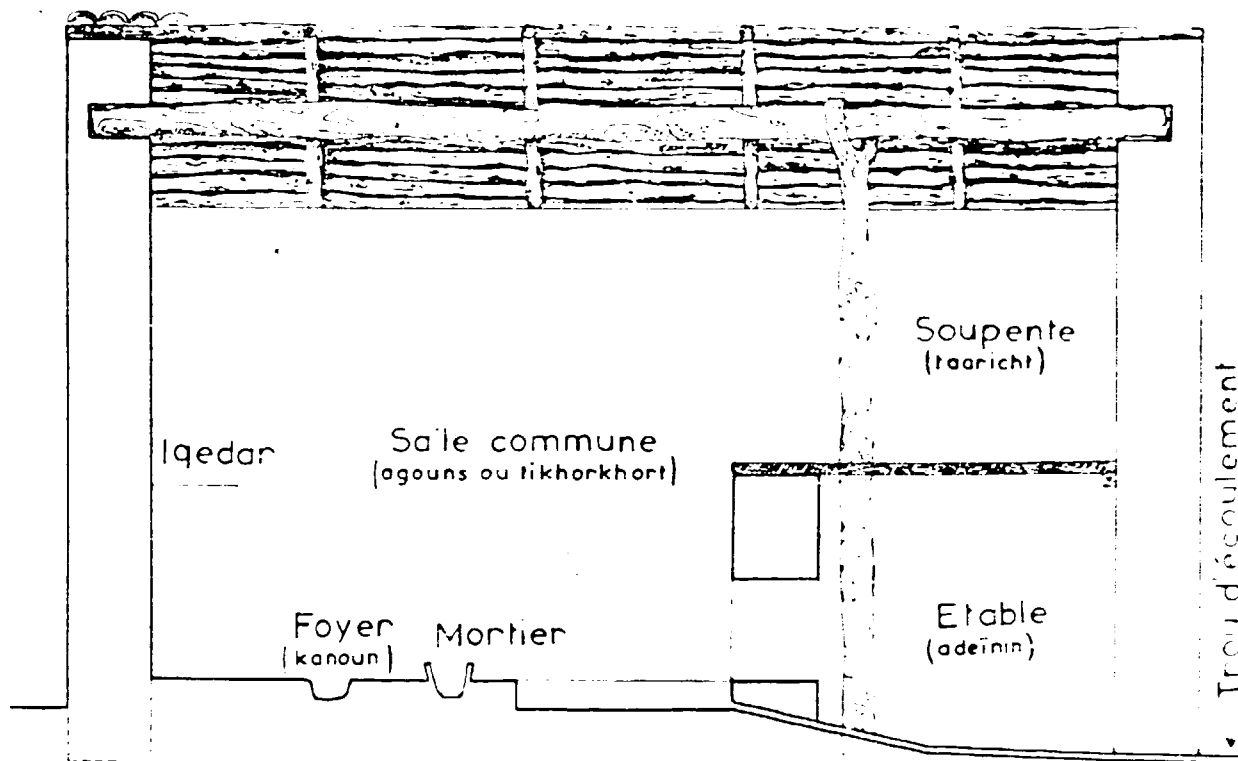
L'existence d'anciens fours à chaux nous a été indiquée près de TASSAFT. Ils permettaient d'obtenir par calcination de pierres calcaires, mélangées à de l'argile (avec moins de 22 % de silicate d'alumine) de la chaux vive ; celle-ci éteinte avec de l'eau permettait d'effectuer le chaulage sur les murs.

### III.2 - MODE DE TOITURE ET DE COUVERTURE

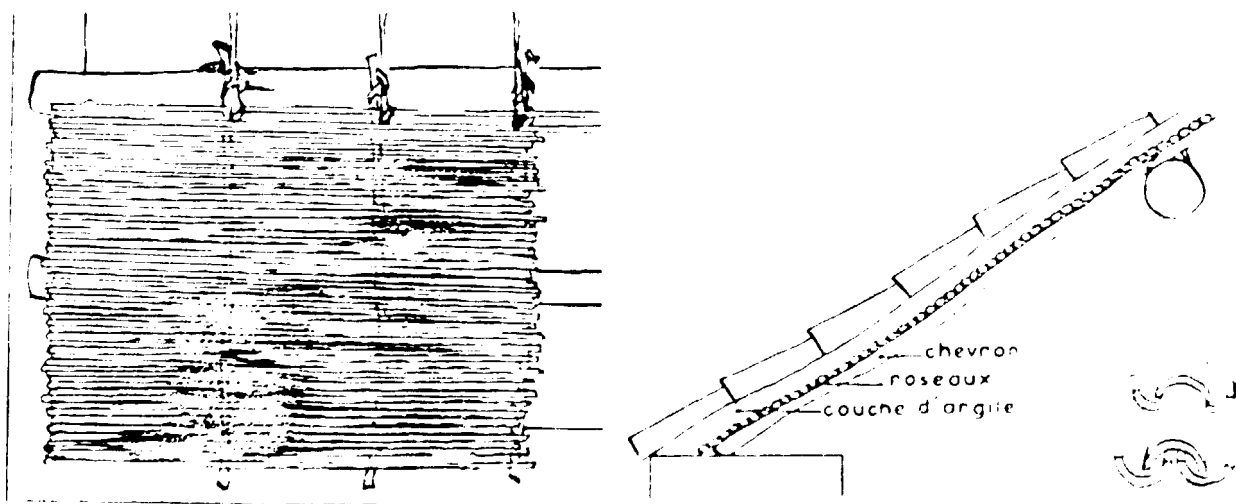
- Le toit à double pente (jamais quatre) est composé de tuiles canales, la gouttière étant à environ 2.5 m du sol et le faitage à 3.5 m,
- Le toit est supporté par trois poutres longitudinales de 6 à 7 m de long, reposant sur les murs pignons et étayées par la fourche de trois piliers de bois fichés en terre. Ce sont des troncs de frêne ébranchés, non équarris, mis en oeuvre par "tout le village".



- Sur ces poutres sont attachées, à intervalles réguliers, des branches de frêne ou d'olivier servant de support à un lit de roseaux couvrant toute la maison.



- Sur ce lit de roseaux, est couchée une argile molle sur laquelle sont posées les tuiles qui se trouvent ainsi scellées à la charpente.



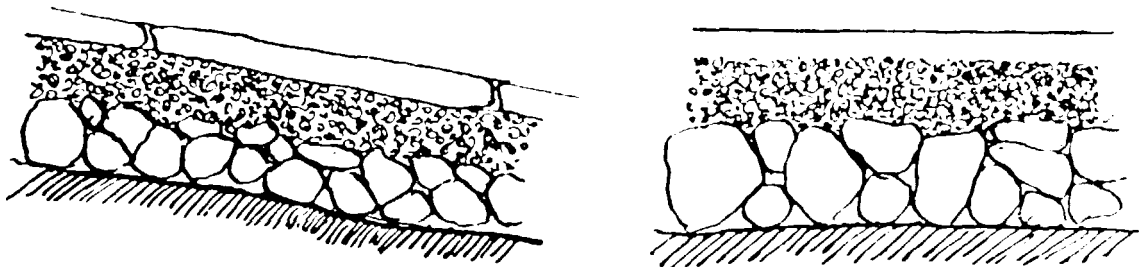
### III.3 - LES AUTRES CORPS D'ETAT

Ils sont réduits à leur plus simple expression.

#### III.3.1 - Le sol :

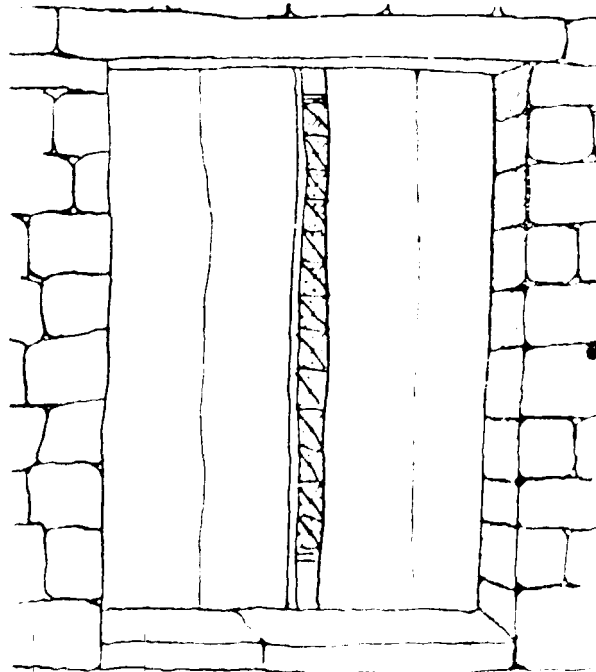
Celui-ci est mis à niveau par un lit de cailloux puis de gravier. Il est damé et dessus est coulé un liant d'argile liquide.

Ce sol est durci par polissage à l'aide d'un galet. La liaison entre sol et mur est souvent arrondie, ce qui facilite le nettoyage intérieur.



#### III.3.2 - La porte :

Il n'y a pratiquement pas d'autres ouvertures. La porte se compose de deux battants faits de grosses planches de frêne, clouées à d'épaisses traverses avec de longs clous dont la pointe est retournée et matée.





### III.3.3 - Les revêtements

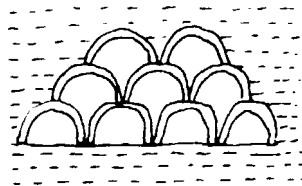
Ils se composent d'un mortier d'argile auquel est incorporé, pour diminuer l'action du retrait, de la paille hachée ou de la bouse de vache (cf. 1).

Le chaulage consiste à appliquer une seconde couche de crépi composée uniquement d'argile liquide (Kaolin).

### III.4 - REMARQUES

#### - Ventilation :

Aucun conduit ne dégage de fumée qui sort du kanoun par la porte ou par des aérations réalisées dans le mur à l'aide de tuiles.



#### - Climatisation :

En hiver, la chaleur de l'étable (adéïnin) se répand dans la salle commune (agouns).

En été, la fraîcheur provient du sol de l'agouns.

#### - Implantation :

Les habitations, pratiquement mitoyennes, forment les villages sur le sommet de crêtes, là où la roche affleure. Ainsi, ne se posent pas les problèmes de fondations et de déblais que l'on trouve dans les constructions actuelles situées par la plupart à la périphérie des villages (voir chapitre suivant).

IV - EXAMEN DES REALISATIONS ACTUELLES SOUS L'ANGLE  

---

DES TECHNOLOGIES ET DES MATERIAUX UTILISES  

---

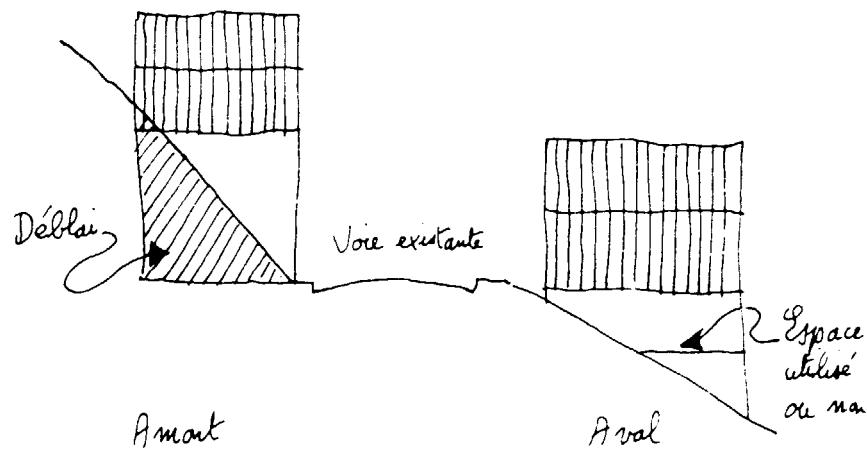
- L'objet de ce chapitre est d'étudier le mode de construction et les matériaux utilisés dans la réalisation des habitations actuelles.
- Dans cette étude, il y a lieu de différencier les constructions réalisées à l'extérieur du village de celles réalisées à l'intérieur. En effet, les problèmes sont dans bien des cas différents : d'un côté le manque de place et la difficulté d'accès commande des matériaux de petit module et légers alors que de l'autre côté (à l'extérieur du village) les difficultés du terrain commandent une adaptation au sol et des fondations importantes.

Le plan de ce chapitre est le suivant :

- IV.1 - Adaptation au terrain - fondations
- IV.2 - Branchements V.R.D.
- IV.3 - Constitution des murs
  - IV.3.1 - Poteaux poutres en B.A.
  - IV.3.2 - Siporex
  - IV.3.3 - Parpaings
  - IV.3.4 - Brique
  - IV.3.5 - Pierre
- IV.4 - Constitution des planchers
- IV.5 - Charpente couverture étanchéité
- IV.6 - Le second oeuvre
  - IV.6.1 - Menuiserie
  - IV.6.2 - Quincaillerie
  - IV.6.3 - Plomberie chauffage
  - IV.6.4 - Electricité - peinture
  - IV.6.5 - Carrelage
  - IV.6.6 - Divers
- IV.7 - Mise en oeuvre chantier
- IV.8 - Données économiques

#### IV.1 - ADAPTATION AU TERRAIN - FONDATIONS

A l'extérieur des villages, la plupart des terrains utilisés étant très pentus et les constructions étant réalisées le long des voies existantes, on obtient schématiquement les deux types d'implantation suivants :



#### - En amont :

Les engins actuels permettent d'attaquer franchement la montagne, ce qui entraîne souvent des saignées dans celle-ci, hors de proportions par rapport aux dimensions du bâtiment projeté. Parfois aussi, les percées dans la roche sont inutiles puisque celle-ci pourrait servir de fondations.



#### IV.2 - BRANCHEMENTS V.R.D.

Si l'on se réfère aux statistiques du M.P.A.T., R.G.P.H. 77, pour la Villaya de TIZI-OUZOU, dans le secteur rural, on constate l'état suivant :

##### - Approvisionnement en eau :

- . branchement à une source ou une citerne : 40.20 %
- . branchement à un réseau : 20.90 %
- . branchement à un point : 10.10 %
- . autres (c'est-à-dire pas de branchements) : 28.80 %

Il est à noter que l'usine hydroélectrique de SOUK-EL-DJEMAA alimente le réservoir d'AINE-EL-HAMMAM (20 000 m<sup>3</sup>/jour) et assure l'approvisionnement en eau d'une centaine de villages.

##### - Electricité :

23 % de branchements

##### - Gaz :

- . bouteille : 82 %
- . gaz de ville : 0.30 %

Il est à noter que depuis 1966 l'accroissement de ces branchements a été très important (X 20). Près de 22 % des habitations ont à la fois le gaz et l'électricité.

##### - Evacuation :

- . égout : 17 %
- . fosse : 8 %

75 % des logements ruraux n'ont aucune évacuation de déchets. Le plus courant est le puits perdu en pierre à 2 m de profondeur.

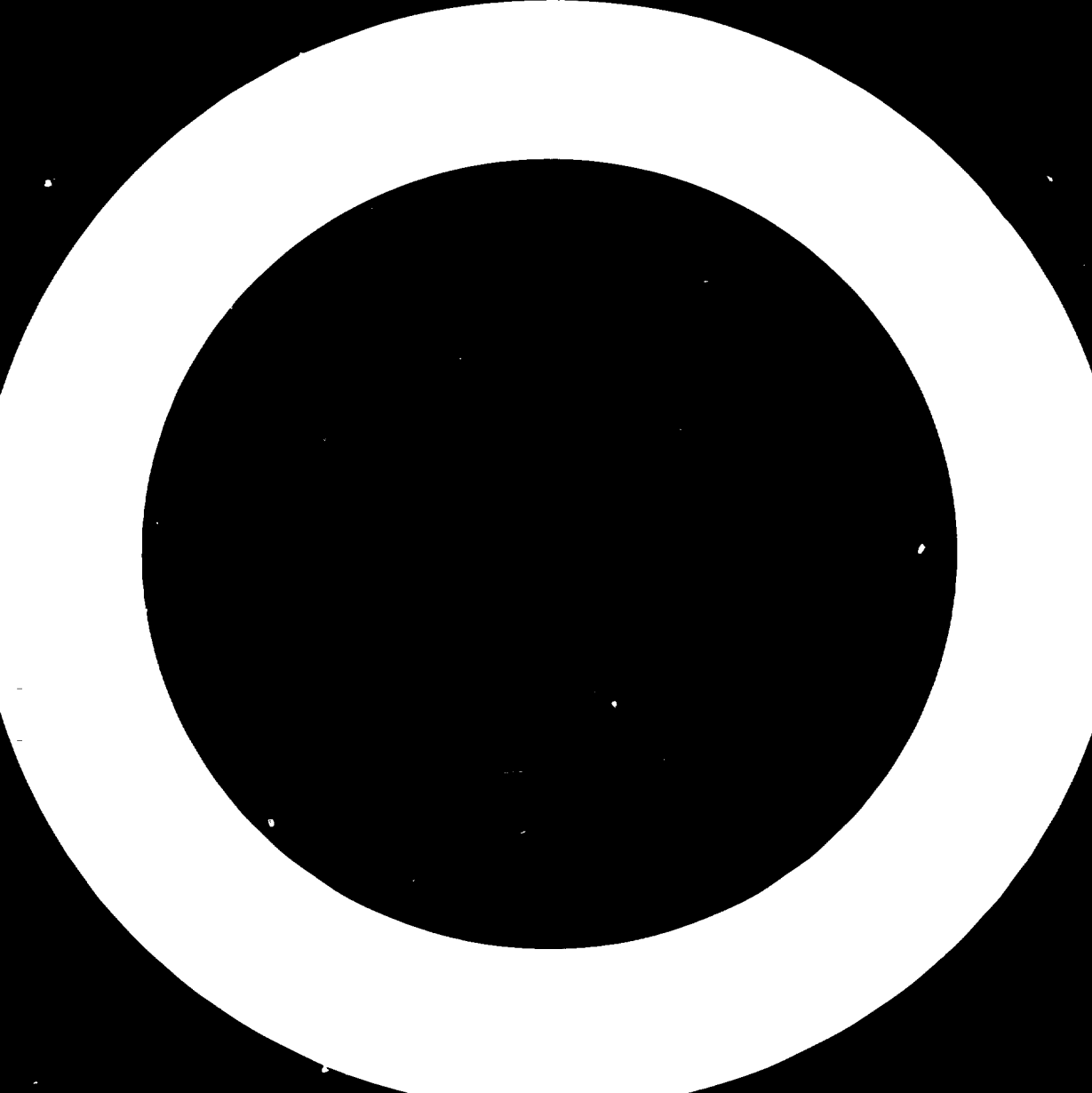
##### - Voirie :

L'A.P.C. d'AINE-EL-HAMMAM nous a confirmé que d'ici dix ans, tous les villages auront une route d'accès carrossable.

- En aval :

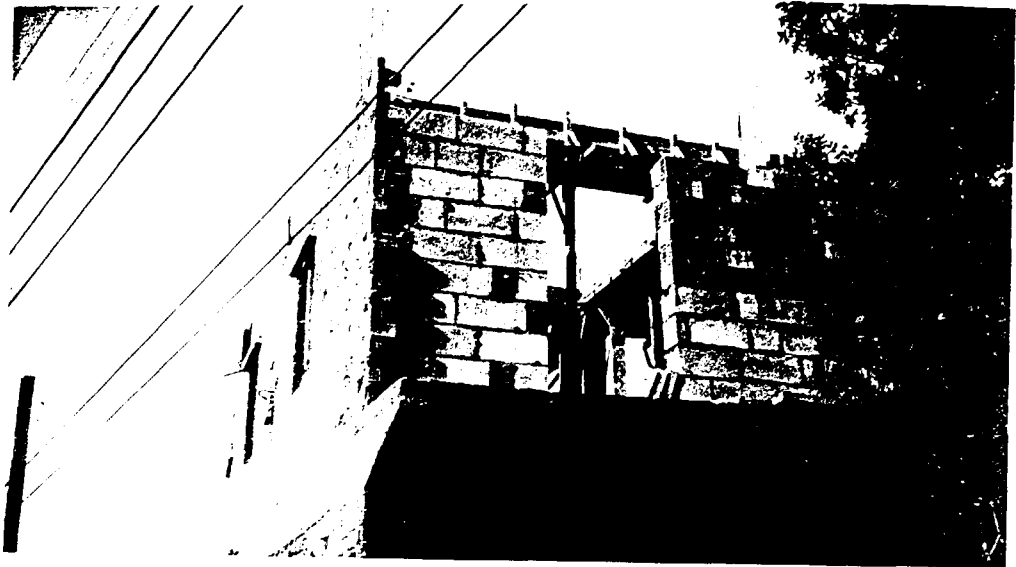
Le désir d'obtenir des logements sur un seul niveau entraîne la nécessité de construire des murs ou des poteaux de soubassement très importants, créant des espaces inférieurs souvent non utilisés et des façades abruptes de dimensions impressionnantes et hors de proportion par rapport aux constructions existantes et au paysage.





#### IV.3 - CONSTITUTION DES MURS :

- De nombreux interviews nous ont montré que les constructeurs utilisent les matériaux avec, par ordre de préférence :
  - . la brique,
  - . le parpaing et
  - . le siporexsuivant les disponibilités du moment.
- La pierre est utilisée pour des raisons plus particulières d'ordre psychologique (traditions, aspect, etc ...), sans que soient pris en compte les arguments économiques.
- Dans tous les cas, le béton armé est largement utilisé principalement en poteau poutre.

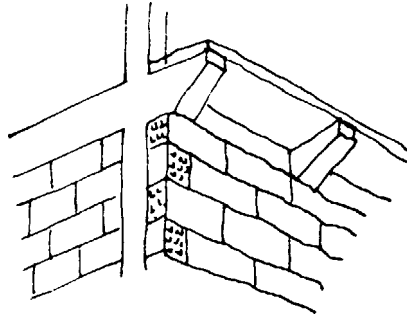


##### IV.3.1 - Poteau poutre en béton armé

- Le ciment provient de MEFTAH ou de DELLYS (importation).  
Son coût officiel est de 13 D.A. le sac de 50 kg, auquel il faut ajouter, en moyenne pour la Haute Kabylie 1 500 D.A. de transport pour un camion de 5 tonnes.
- Les agrégats proviennent de TIZI (450 000 m3 de production) ou de MEKLA (80 000 T/an). Il est prévu une carrière d'agrégat près de BOGHNI (80 000 T/an) et une autre près de BOUSGUEN (75 000 T/an).
- Le fer à béton est importé en Grande Kabylie.



- Mise en oeuvre



La mise en oeuvre utilise le coffrage bois à haute dose. C'est du bois importé dont le coût est prohibitif. Ainsi, par exemple, une habitation de trois niveaux a utilisé pour 30 000 D.A. de bois de coffrage poteau-poutre. Celui-ci usagé, a été revendu 10 000 D.A.

Autre exemple : dans un village, pour agrandir son habitation d'une pièce, un particulier a acheté pour 1 500 D.A. de bois usagé de mauvaise qualité pour coffrer environ 20 m linéaires de poutre.



Dans le chapitre suivant, nous rappelons que la structure B.A. poteau-poutre n'est pas à utiliser dans tous les cas et que de toute façon il y a des méthodes simples, que nous donnons, qui permettent d'utiliser la juste quantité de ciment nécessaire.

#### IV.3.2 - Le siporex

- L'unité de production de ce matériau se trouve près de MEFTAHA (55 000 T/an, soit 100 000 m<sup>3</sup>) à, en moyenne, 130 km des chantiers situés en Grande Kabylie.
- L'élément standard a 60 X 25 X 20 cm. Son poids est de 19 kg. Son coût officiel est de 12 D.A. l'unité, auquel il faut ajouter environ 1 300 D.A. pour transporter 5 T de NEFTAHA en Grande Kabylie.
- On connaît les raisons d'être de ce matériau qui sont ses vertus d'isolation thermique :  $K$  (Kcal/m<sup>2</sup> h C°) = 0.85 pour 20 cm d'épaisseur

Mais attention, ceci est effectif si les conditions d'utilisation et de mise en oeuvre sont respectées. Ainsi, l'isolation n'est plus intéressante lorsque ce matériau est humide et si son mode d'assemblage préconisé n'est pas respecté, c'est-à-dire l'utilisation d'une colle spéciale (type Sipcol) en réalisant des joints de moins de 3 mm.



Ces conditions ne sont pas remplies : les joints sont toujours en ciment. Ils sont trop épais : de 2 à 4 cm.

Enfin, la livraison s'effectue en vrac, sans colisage, cela entraîne une casse importante.

Dans le chapitre suivant, nous recommandons à moyen terme de ne plus l'utiliser sans interdire l'utilisation de ce matériau dans cette région et de ne le faire à court terme que suivant certaines conditions.

#### IV.3.3 - Le parpaing de béton

- Les unités de production de ce matériau sont diverses (voir à ce sujet l'étude socio-économique). On peut rappeler les principales :

- . près de TIZI : 1 200 000 U en 1978
- . à TIZI RACHED : 1 000 000 U en 1978 (soit 20 000 T/an)
- . près de DELLYS : il y a un projet de 25 000 T/an

- Le transport s'effectue obligatoirement par les goulots que sont les carrefours de la N 12 avec la N 15 et la N 30 A.

- C'est un matériau lourd puisque l'élément standard de 8 trous a 20 kg, ce poids pouvant augmenter de 30 % si il n'est pas sec.

- Son prix unitaire officiel est de 1.5 D.A., auquel il faut ajouter, par exemple pour le transport de TIZI à AIN-EL-HAMMAM, 800 D.A. pour 5 tonnes (soit seulement 250 parpaings, c'est-à-dire 3.2 D.A. par parpaing). Ainsi, le coût de transport du parpaing dans ce cas est plus du double de celui de la fourniture.

- Au dire des interviews, ce matériau n'est utilisé qu'à défaut de brique.

- Dans le chapitre suivant, nous indiquons les réserves à prendre en compte pour l'utilisation de ce matériau.



#### IV.3.4 - La brique

- L'unité principale de production se trouve près de TIZI : 30 000 Tonnes produites en 1978 (compris les tuiles).

Ce gisement est exploité sans avoir été prospecté. Son extension est impossible à cause des constructions avoisinantes.

Pour mémoire, nous rappelons le projet en cours de Fréha, évoqué plus longuement dans les chapitres suivants.

- Ce matériau est léger : 8 kg par élément standard de 12 trous.
- Son prix unitaire officiel est de 1.3 D.A., auquel il faut ajouter le coût du transport. Par exemple 800 F pour 5 T de TIZI à AIN-EL-HAMMAM, soit 625 briques à 12 trous, soit 1.28 D.A. par brique (le coût du transport de la brique est dans ce cas légèrement inférieur à celui de la fourniture).
- C'est le matériau le plus recherché par les constructeurs. Sa légèreté facilite son transport et sa mise en oeuvre. Ses qualités isolantes sont intéressantes.
- Nous reparlons de ce matériau et de ses améliorations possibles dans le chapitre suivant en tenant compte de la future unité de Fréha qui permettra de résoudre en partie le problème d'approvisionnement.



#### IV.3.5 - La pierre

- Dans le chapitre précédent, nous expliquions que les constructions traditionnelles utilisaient de la pierre calcaire et de la schisteuse.

Aujourd'hui, seule la calcaire (calcite et dolomie) est utilisée.

- Les plus importants centres de production sont les suivants :

- . IFERHOUE (près d'AIN-EL-HAMMAM) : 20 à 25 000 T/an, soit environ 1 000 m<sup>3</sup>.

- . LABRA (pierre blanche ou rouge) : 5 400 m<sup>3</sup> produits en 1978.

- . TIZI : 5 000 m<sup>3</sup> produits en 1978.

- D'autres gisements moins importants sont exploités par les communes (d'après les renseignements fournis par la SONAREM) :

- . Commune de MEKLA (El Mesboub et Bouhamam) : calcite en pierre de taille.

- . Commune de TABLABALT : exploité par les habitants pour leurs logements.

- . AIN-EL-HAMMAM (Azerou Tidjer) carrière sur un massif consistant : pierre de taille + agrégat.

- . BOGHNI (Ain Youssef) important gisement.

- Du fait de sa masse volumique (entre 1.5 et 2.5. T/m<sup>3</sup>) son coût est largement influencé par le transport.

Par exemple - 120 D.A. par m<sup>3</sup> transporté de la montagne (après TASSAFT) à AIT-LARBAA (40 km aller-retour)(pierre blanche)

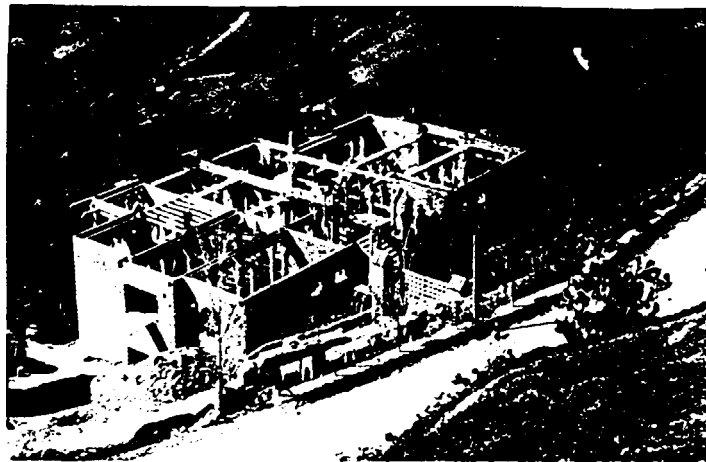
- 50 D.A. par m<sup>3</sup> transporté de l'ARBAA à un chantier situé à 5 km par la route d'AIN-EL-HAMMAM (calcite).

#### IV.4 - CONSTITUTION DES PLANCHERS

Trois types sont utilisés :

- La poutrelle précontrainte en B.A.

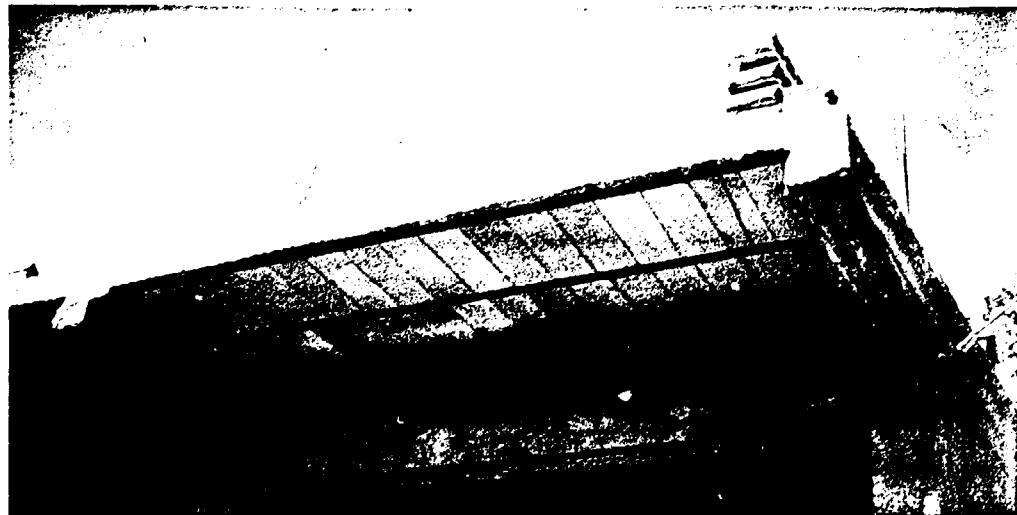
C'est la technique la plus élaborée. Elle a pour avantage de donner la possibilité d'un plafond uni, mais sa mise en oeuvre est délicate et son coût élevé : 100 D.A. par mètre linéaire.



- Le fer en I

C'est la technique la plus répandue.  
Son coût est de 14 D.A. au mètre linéaire  
Sa mise en oeuvre est variée :

. *Fer reposant sur les poutres en B.A.*



. Fer reposant sur les murs porteurs



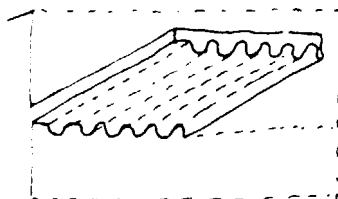
. Remplissage par hourdis

. Remplissage par voutain au moyen de briques à 3 trous



- La dalle en béton armé

Les coffrages sont divers : bois mais nous avons vu plus haut qu'il est onéreux, et plaque de tôle ondulée fréquemment utilisée en balcon.



- Dans le chapitre suivant est décrit un type de dalle béton utilisant des matériaux algériens qui mériterait d'être étudié et testé.



#### IV.5 - CHARPENTE - COUVERTURE - ETANCHEITE :

- Les toitures actuellement réalisées sont souvent à quatre pentes :

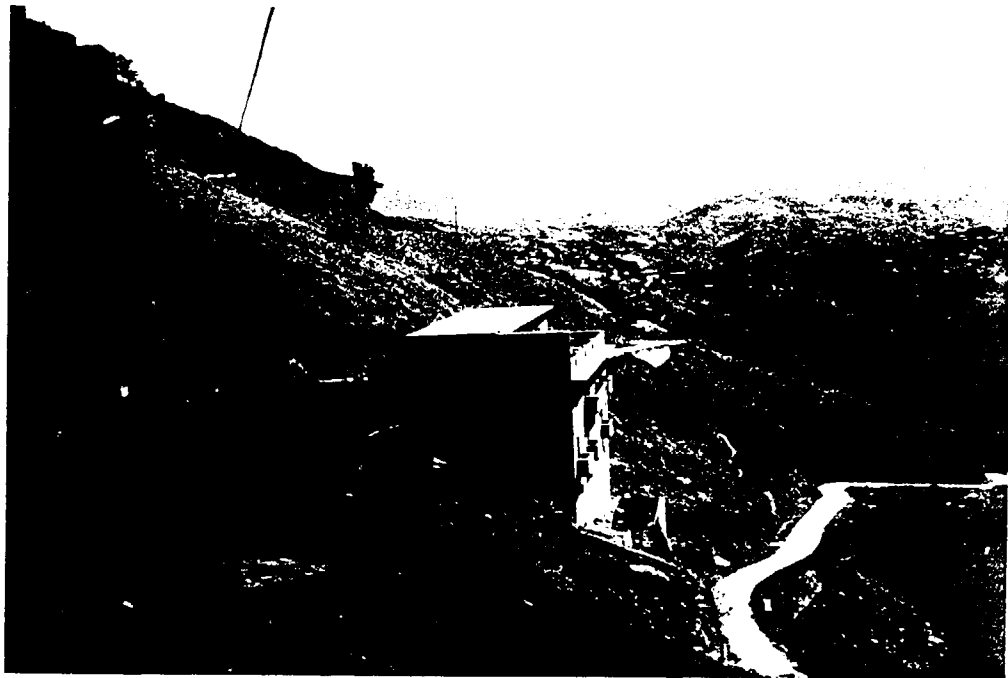


Nous n'y trouvons que des inconvénients, par rapport au toit à deux pentes :

- . Utilisation plus importante de bois. Celui-ci, importé, est cher : 12 D.A. le mètre linéaire pour un madrier de 6.5 X 18 cm.
  - . Impossibilité d'utiliser l'étage sous comble.
  - . Complications par des faitages et gouttières supplémentaires.
  - . Aspect inesthétique ne correspondant pas au profil des constructions traditionnelles et détruisant ainsi la caractéristique des villages traditionnels.
- L'ancienne tuile canale ne semble plus être fabriquée. Son coût d'occasion est d'environ 10 D.A. Elle est remplacée par une tuile mécanique (fabriquée essentiellement à la briquetterie de TIZI) revenant à 0.7 D.A.

- La toiture terrasse couvre la majorité des constructions récentes.

Elle est composée d'un ciment utilisant un sable très fin . Lorsque celui-ci est bien sec, il est recouvert parfois d'une toile goudronnée.



#### IV.6 - LE SECOND OEUVRE :

C'est au niveau du second oeuvre que les petites entreprises et les artisans locaux travaillent essentiellement.

Les problèmes d'approvisionnement sont différents de ceux du gros-oeuvre. En effet, si il y en a toujours (particulièrement le bois), ceux-ci n'influent pas sur les délais car l'artisan qui gère un petit stock peut planifier longtemps à l'avance son intervention (en la prévoyant, par exemple, dès que la maison sort de la terre).

##### IV.6.1 - Menuiserie

- Des portes et fenêtres sont fabriquées à l'échelle industrielle à TIZI (2 000 U par an) et à LARBA (1 700 U par an).

Il y a aussi une entreprise à AIN-EL-HAMMAM.

A BOGHNI, une menuiserie industrielle vient d'être réalisée dont la capacité prévue est de 700 logements par an.

Il y a un projet artisanal à DJEMAA (près de MEKLA) pour des meubles et de la menuiserie bâtiment.

- Une maison sur trois niveaux doit prévoir pour, environ, 20.000 dinards algériens de portes et de fenêtres. Une fenêtre courante revient à 400 F, une porte d'entrée à un vantail à 1 000 F.

- Il est à noter que l'étanchéité de ces châssis laisse à désirer. Nous en reparlons dans le chapitre suivant.

##### IV.6.2 - Quincaillerie

- 125 000 unités sont réalisées par an à TIZI, 1 000 à LARBA. Il y a un projet artisanal de ferronnerie du bâtiment à DJEMAA.

- A la S.N.S. d'ALGER, une tôle nervurée de 4.5 m<sup>2</sup> (75 X 600 cm) revient à 80 dinars.

Une porte métal à un vantail coûte 300 D.A.

Une double porte garage (grande hauteur) revient à environ 10 000 D.A..

A ALGER sont fabriqués des stores plastiques à enroulement.

#### IV.6.3 - Plomberie chauffage

Les fournitures proviennent de la S.N.M.C.

Il y a à TIZI une entreprise privée de moyenne importance, mais ce sont des artisans locaux qui réalisent les installations en général pour les habitations.

Le mode de chauffage le plus répandu est le calorifère à mazout (voir dans le chapitre suivant les données climatiques).

#### IV.6.4 - Electricité - peinture

Les fournitures électriques proviennent de la SONELEC ou de la famille rentrant d'EUROPE.

La pose est effectuée par des installateurs artisans locaux ou par les usagers eux-mêmes.

#### IV.6.5 - Carrelage - céramique

- Ces matériaux sont fabriqués à AIN-EL-HAMMAM (180 000 m<sup>2</sup> de carrelage plus des marches et des claustras préfabriqués) à TIZI (55 000 m<sup>2</sup> de granito) et à DELLYS (projet de 80 000 m<sup>2</sup>/an)

- Il y a une unité céramique à AIT KHEIR (près de MEKLA), les émaux et oxydes étant importés de Rhône-poulenc, et une autre unité artisanale.

- Le carrelage type granito le plus répandu provient de MEFTAH. Il revient à 50 F le m<sup>2</sup> fourni.

#### IV.6.6 - Divers

- Il y a une industrie de liège près de AZAZGA, un artisanat de vannerie et de rafia à DRA-EL-MISAN, et un artisanat de fer forgé à MEKLA.

Ces fabrications entrent dans une certaine mesure dans l'équipement des habitations en grande Kabylie.

#### IV.7 - MISE EN OEUVRE - ORGANISATION DU CHANTIER

- Les délais de réalisation sont importants.

Par exemple, une maison de 400 m<sup>2</sup> réalisée par dix ouvriers, a un délai de deux ans à condition qu'un coordinateur s'inquiète de l'approvisionnement régulier du chantier.

Autre exemple : deux pièces de 20m<sup>2</sup> l'une au-dessus de l'autre sont réalisées en un an par l'autoconstructeur.

- Les moyens

Dans la Villaya de TIZI, il y a entre 20 et 30 entreprises (publiques ou privées) ayant une grue et plus de 20 ouvriers.

Les artisans sous-traitent pour les entreprises générales en menuiserie, plomberie, ferronnerie et chauffage. Mais beaucoup d'artisans non patentés travaillent directement avec des particuliers.

La fabrication privée des matériaux dans la Villaya ne dépasse pas 15 % (surtout dans la région de DELLYS).

- L'organisation des chantiers d'habitations est bien différente suivant que la réalisation se trouve, hors du village, sur une parcelle vierge, ou dans celui-ci (à l'emplacement d'une démolition ou pour agrandir horizontalement ou verticalement une construction existante).
- Dans les villages, dans lesquels plus de 80 % des habitations n'ont pas d'accès direct à une voie carrossable, le problème majeur est le transport des matériaux.  

Par exemple, nous avons calculé, dans le village d'AIT LAHCENE, qu'un constructeur et son âne passaient une journée de dix heures pour transporter 60 parpaings de l'aire de déchargement (à l'entrée du village) à sa maison (soit 20 voyages pour trois parpaings à 8 trous par voyage = 60 kg). Alors que pour 64 kg à dos d'âne il aurait pu transporter 8 briques à la fois.



- Hors des villages, le problème essentiel est le manque d'aire de stockage dû à la déclivité générale des terrains.

Il est fréquent de trouver le bord des routes ainsi encombré.



#### IV.8 - DONNEES ECONOMIQUES

- Les données suivantes ne sont qu'un des aspects de l'économie qui est abordée dans son ensemble dans le rapport socio-économique.

Ces données sont les éléments utiles à l'élaboration d'un coût de construction, d'ailleurs difficile à évaluer. On peut dire que, même sans tenir compte du coût parallèle des matériaux qui est 4 à 5 fois celui du coût officiel, le coût de la construction est très élevé.

- Par exemple, la réalisation d'une maison de 400 m<sup>2</sup> (sur trois niveaux) revient à plus de 600 000 D.A., non compris le chauffage, l'électricité et la peinture. Le coût du matériel rentre pour moitié dans le coût total.

Le coût de la main d'oeuvre tâcheron est le suivant :

- . 50 D.A./jour pour un aide
- .100 D.A./jour pour un ouvrier
- .150 D.A./jour pour un spécialiste (carrelage, ferrailage ou maçon)

Au forfait, la démolition et l'enlèvement à la décharge d'une construction de 4 X 4 m au centre d'un village revient à 8 000 D.A. Cette tâche est réalisée en une semaine par un tâcheron, deux enfants et deux brouettes.

- Autre exemple : à AIT LAHCENE, la construction de deux pièces superposées de 18 m<sup>2</sup> chacune, avec couverture terrasse revient, rien qu'en matériau gros-oeuvre avec le carrelage à 20 000 D.A., soit plus de 550 D.A./m<sup>2</sup> pour les matériaux.



V - EXAMEN DES POSSIBILITES LOCALES EN MATERIAUX  
LOCAUX ET DES POTENTIALITES DE REALISATION

L'objet de ce chapitre est de voir, tout en tenant compte des données d'ordre naturel, économique et sociologique, si il n'y a pas lieu :

- de réinventer d'anciennes techniques ayant autrefois fait leurs preuves,
- de continuer à utiliser les techniques actuellement en cours, si elles sont satisfaisantes,
- ou d'inventer de nouvelles techniques utilisant les ressources locales et s'inspirant de technologies modernes employées ailleurs.

Dans un premier temps, sont rappelés les données locales géographiques et géologiques.

Ensuite, est étudié le "béton de terre stabilisé" autrefois partiellement utilisé en grande Kabylie sous forme de pisé afin de voir si il y a lieu de le réemployer.

Puis sont formulées des remarques sur les matériaux de gros-oeuvre actuellement utilisés en Grande Kabylie : le siporex, le parpaing, le ciment et les matériaux d'argile.

Ces matériaux d'argile sont étudiés plus particulièrement du fait de leur avenir qui nous semble prometteur.

Enfin, sont évoquées des améliorations utilisant les ressources locales et immédiatement envisageables au niveau de la mise en oeuvre et des matériaux de second oeuvre.

Le plan de ce chapitre est le suivant :

- V.1 - Données géographiques
- V.2 - Données géologiques
- V.3 - Remarques sur l'utilisation du béton de terre stabilisé
  - V.3.1 - Les conditions nécessaires à la réalisation du BTS
    - V.3.1.1. - Propriétés des sols
    - V.3.1.2.- Procédés de stabilisation
  - V.3.2 - Analyse de réalisations Algériennes en BTS

- V.3.3 - Avantages et inconvénients du BTS en Grande Kabylie
  - V.3.3.1. - Organigramme décisionnel
  - V.3.3.2. - Application à la Grande Kabylie
- V.4 - Remarques sur l'utilisation du Siporex en Grande Kabylie
- V.5 - Remarques sur l'utilisation du parpaing de béton en Grande Kabylie
- V.6 - Amélioration de l'utilisation du ciment en Grande Kabylie : abaque d'utilisation
- V.7 - Amélioration des matériaux à base d'argile en Grande Kabylie
  - V.7.1 - L'argile en Grande Kabylie
  - V.7.2 - La brique "G"
  - V.7.3 - La brique d'angle
  - V.7.4 - La brique linteau
  - V.7.5 - La tuile canale à emboitement
- V.8 - Amélioration de la mise en oeuvre
  - V.8.1 - Toiture à deux pentes
  - V.8.2 - Réduction de la quantité de structures en poteaux poutre
  - V.8.3 - Réduction de la quantité de ferrailage utilisé dans le B.F.
  - V.8.4 - Préfabrication de linteaux et d'appuis de fenêtres
  - V.8.5 - Réalisation d'un plancher-dalle
  - V.8.6 - Réalisation des fondations
  - V.8.7 - Réalisation des enduits
- V.9 - Amélioration des matériaux de second oeuvre
  - V.9.1 - Utilisation du liège
  - V.9.2 - Utilisation du bois
  - V.9.3 - Utilisation des matières plastiques
  - V.9.4 - Utilisation du fer
  - V.9.5 - Utilisation des matériaux d'étanchéité

V.1 - DONNEES GEOGRAPHIQUES

V.1.2 - Le climat en Grande Kabylie (source ENEMA)

Nous avons noté les relevés de TIZI (189 m d'altitude) de 1968 à 1972 et de l'ARBAA (900 m d'altitude) de 1916 à 1938.

- TIZI : - moyenne minimum et maximum : 12.4 à 26.3 %
- moyenne humidité minimum et maximum : 47 à 82 %
- vent dominant minimum et maximum : 4 à 26 m/s
- vent secondaire minimum et maximum: 0.3 à 2.7 m/s
- pluviométrie (1970)

Jan.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Octo.	Nov.	Déc.	
50.6	37	81	152	95	9.2	0	0	0	61	33	30	mm

- L'ARBAA

Mois	Température la + froide	Moyenne mensuelle minimum	Moyenne Mensuelle maximum	Température la + chaude
Janvier		2.7	9.6	
Février		3.4	10.7	
Mars		4.7	13.3	
Avril		6.9	16.3	
Mai		10.4	20.2	
Juin		14.3	25.2	
Juillet		19.1	31	
Août		19.2	32	+ 41.6
Septembre		15.2	27.6	
Octobre		11	21.3	
Novembre		6.8	14.7	
Décembre	- 9	3	10.6	

- Ecart diurne : 7° en hiver et 14° en été
- Cette région peut être considérée en zone 2, avec -1 de température de base
- D'après les recommandations d'une étude en cours :  
le K (Watt/m<sup>2</sup>) devrait être de 1.4 pour les murs extérieurs  
et de 1.15 pour les toitures.

#### V.1.2 - La végétation en Grande Kabylie

Les renseignements suivants nous ont été fournis par la Sous-Direction de la production végétale à TIZI :

- 75 % de l'arboriculture est l'olivier
- Les 2/3 des forêts ont brûlé en 1979

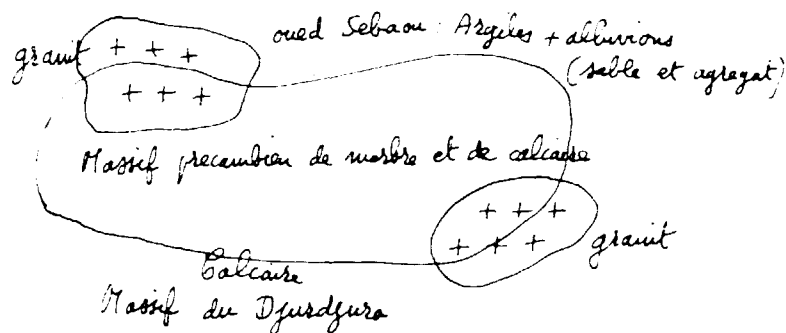
On ne trouve plus de bois de construction locale.

Le frêne, qui atteint de grandes dimensions, est une sorte de prairie aérienne. Mis en coupe réglée, il fournit la nourriture des bestiaux et les ceps de vigne qui s'y enroulent donnent d'excellents raisins.

Il y a aussi un important reboisement d'arbres fruitiers, particulièrement le figuier et l'olivier (500 000 arbres par an).

## V.2 - DONNEES GEOLOGIQUES EN GRANDE KABYLIE

Le schéma suivant donne un aspect général de la région.



Les renseignements suivants nous ont été communiqués oralement par le Division Recherches de la SONAREM à TIZI, qui les a extraits d'un rapport sur les substances utiles établi en 1978, dans lequel se trouve un recensement des sites exploités, exploitables ou à exploiter.

### Argile

#### - Site de FREHA (1)

La moyenne de plusieurs échantillons prospectés donne :

. Composition	- Si O <sub>2</sub>	: 55 %
	- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: 14 %
	- Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: 6.32 %
	- Ca O	: 16 %
	- MgO	: 2.8 %
	- K <sub>2</sub> O	: 2.4 %
	- Na <sub>2</sub> O	: 0.45 %

#### . Granulométrie

- Sableux	de 56.26 à 60.06 %
- Argileux	de 30.04 à 36.26 %

. Sans dégraissant, le retrait à sec est de 6.5 à 10 %

. La perte au feu est de 15.28

La prévision de production de l'unité en cours de montage est de 25 000 T de briques et de 15 000 T de tuiles par an.

- TIZI\_OUZOU (3)

Petit gisement exploité, mais pas prospecté.

L'extension des réserves est impossible par la proximité des constructions avoisinantes.

La briquetterie a fourni 30 000 T en 1978 en utilisant 15 % de sable provenant de l'Oued. La qualité du produit est passable.

- DRAA\_BEN\_KHEDDA (46)

Grand gisement prospecté et non exploité.

. Composition - Si O<sub>2</sub> : 48 %  
(moyenne) - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 11 %  
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 5.5 %  
- Ca o : 12 %  
- Mgo : 2.10 %  
- S O<sub>3</sub> : 1.4 %

Perte au feu : 14 %

- TIZI\_OUZOU (zone industrielle)

Grand gisement prospecté et non exploité.

. Composition - Si O<sub>2</sub> : 50 %  
(moyenne) - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 10 %  
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 5 %  
- Ca o : 12.5 %  
- Mg o : 1.6 %

Perte au feu : 15.50 %

- . Granulométrie - Sableux de 3 à 48 %
  - Inorolythe de 27 à 60 %
  - Argileux de 33 à 55 %
- . Plasticité - 20 à 29

### Calcaire

- Gisement de EL MESLOUB (commune de MEKLA) (6)

Pas prospecté, mais exploité par la commune

Utilisation : pierre de taille, agrégat et revêtement routier.

- BOUHAMAN (près de MEKLA) (7)

Pas prospecté - petit gisement utilisé par les habitants du lieu pour leurs habitations.

- TABLABALT (près d'ARBAA) (8)

Pas prospecté - petite carrière exploitée par les habitants pour leurs logements.

- AZEROU TIDJER (près de AIN-EL-HAMMAM) (13)

Grand gisement pas prospecté. Sont exploités en carrière de la pierre de taille et de l'agrégat.

- KOURIET (près d'OUADHIA) (15)

A exploiter en priorité

- AIN YOUSSEF (près de BOGHNI) (45)

Important gisement actuellement exploité.



Dolcmies

- TIROURDA (près de AIN-EL-HAMMAM) (17) : il y a des indices

Pegmatites à céramique

- ABOUDA BOUADA (près de LARBA) (25) : petit gisement

Roche phosphato-Kaolineuses (27) (Utiles à la fabrication de la porcelaine)

- SIDI ALI BOUNEB (près de BORDJ-MENAIEL)

Barythine      Nombreux gisements en Kabylie (utile pour la prospection pétrolière)

41

42

43

44

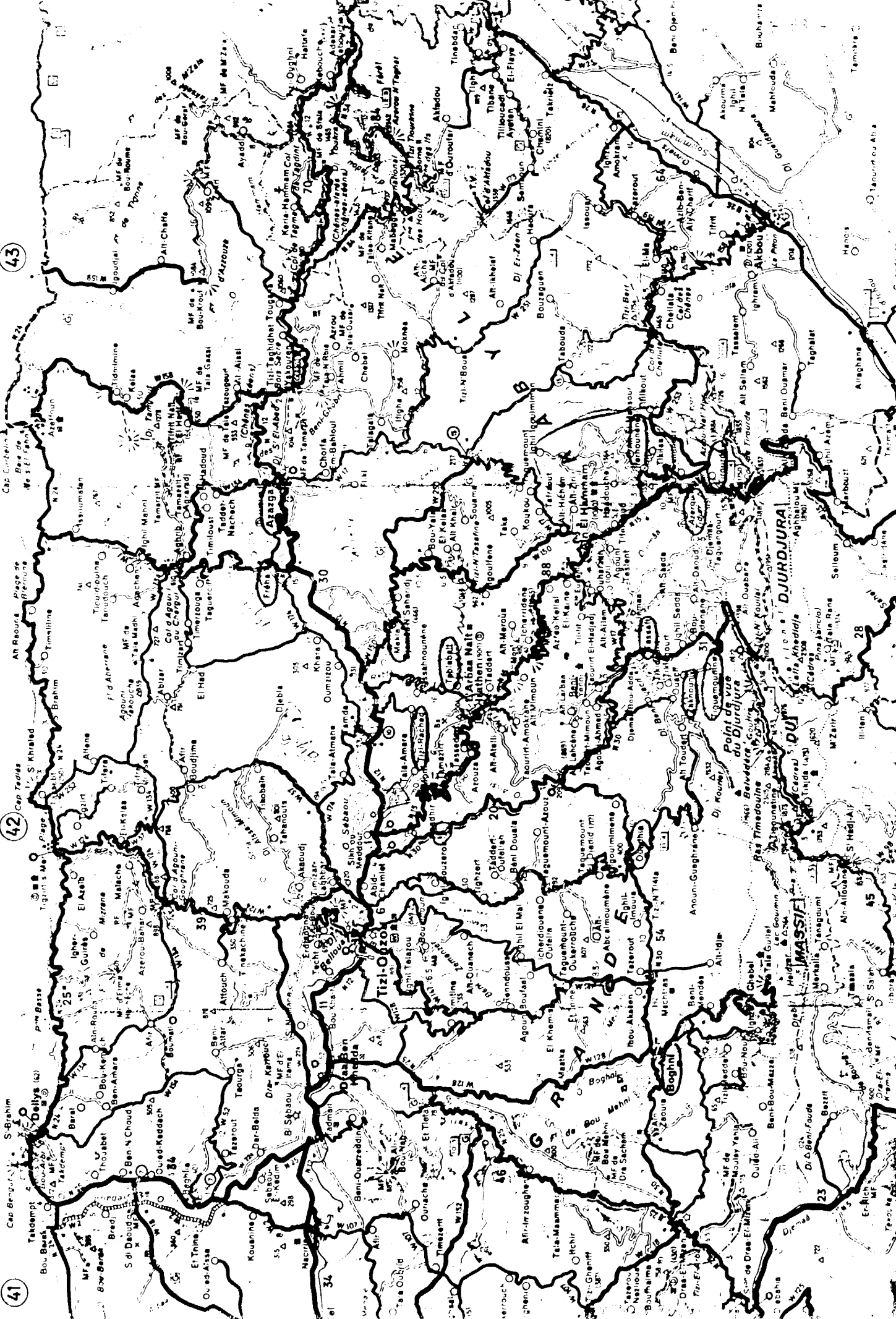
45

46

47

48

49



DJURDJURA

RAJOURDJOURA

MASSIF

Point de vue du Djurdjura

Lac de Tazoulet

### V.3 - REMARQUES SUR L'UTILISATION DU BETON DE TERRE STABILISE

Notre propos n'est pas de réécrire un ouvrage sur le BTS, de nombreux existent déjà (3), mais de rappeler les conditions nécessaires à la réalisation du BTS intéressant notre étude :

#### V.3.1 - Les conditions nécessaires à la réalisation du B.T.S.

##### V.3.1.1 - Propriétés des sols

###### . Granulométrie :

L'idéal est : 25 % de limon et d'argile et 75 % de sable.

La terre est stabilisable si - 0 < gravier < 15  
40 < sable < 50  
20 < limon < 35  
15 < argile < 25

Elle doit en plus être non organique et peu humide.

###### . Limite d'Atterberg

- Limite de liquidité (= degré d'humidité à partir duquel le sol coule)

idéal : 30 % < WL < 40 %

- Limite de plasticité (= degré d'humidité à partir duquel le sol se comporte comme une masse plastique)

idéal : 10 % < Wp < 25 %

- Indice de plasticité :  $I_p = W_c - W_p$

Idéal : 5 % <  $I_p$  < 22 %

###### . Essai de retrait

Plus le retrait est faible, moins il faut de stabilisateur

Si le retrait est > 5 cm : stabilisation impossible

Si le retrait est < 1 cm : par exemple une part de ciment est nécessaire pour 18 parts de terre.

. Propriétés physiques du sol

Les sols sont facilement stabilisables lorsque la teneur en eau est entre 10 et 14 %

L'optimum "Proctor" est obtenu lorsque la teneur en eau correspond à la plus forte compacité.

V.3.1.2 - Procédés de stabilisation

Dans un sol à dominante argile des hydrophobants sont nécessaires pour rendre celle-ci moins sensible à l'eau, dans un sol sableux, ce sont des liants, qui permettent l'amélioration des qualités mécaniques.

. Imperméabilisation

Par émulsion, tels que bitume + eau + émulsif (ou "cut back" = bitume fluidifié)

Pour une glaise argileuse, il faut 13 à 20 % d'émulsion

Pour une glaise sableuse, il faut 4 à 6 % d'émulsion

Il ne faut pas de sol alcalin ou contenant trop de bactéries.

. Stabilisation au ciment

Cela est faisable si  $I_p < 20$

La terre doit contenir moins de 50 % de limon et d'argile.

Il faut utiliser de 5 à 15 % de ciment.

. Stabilisation par traitement chimique

Ce peut être la chaux,  $Na_2 Si O_3$  ou  $Ca Cl_2$

Les composants d'une terre mélangée à un silicate produisent une matière résistant à l'eau par une réaction pouzzolanique.

La stabilisation peut se faire à la chaux et au ciment (50 X 50)

. Stabilisation à la paille

La paille, fermentant en milieu humide, produit un acide lactique, rendant le BTS plus solide et moins absorbant.

V.3.2 - Analyse de réalisations en BTS en Algérie

Le village agricole de MOSTEFA BEN-BRAHIM (à 30 km de SIDI BEL ABBES)

30 maisons furent réalisées en 1973 en pisé avec BTS.

Cette réalisation avait un caractère expérimental, on peut cependant en faire ressortir les inconvénients qui ne sont pas spécifiques à cette expérience car ils se trouveraient dans toute autre réalisation, même bénéficiant des expériences précédentes.

- Importance des engins et du matériel nécessaire :

: Bull-dozer, concasseur (souhaitable), tamiseur mécanique, malaxeur (bétonnière ordinaire pas satisfaisant), trémie balance, benne, dumper-grue, coffrages métalliques, dames métalliques manuelles, dame pneumatique.

- Difficultés de mise en oeuvre :

Gonflement des banches (pourtant déjà lourdes : 50 kg) par les pressions du damage, ajustage et aplomb des banches difficiles, mauvais fini aux reprises, difficultés dues aux trous des traverses (enlèvement, bouchage, fissures, etc ....), seuls les enduits à base de terre et stabilisés à la chaux tiennent.

- Economie de matériau inexistante

En effet, la terre était stabilisée avec 6.2 % de ciment, soit 120 kg/m<sup>3</sup> de terre compactée alors qu'un m<sup>3</sup> de parpaing de ciment creux nécessite 250 kg de ciment.

La matière par m<sup>3</sup> étant de 1 m<sup>3</sup> pour le BTS et de 0.5 m<sup>3</sup> pour le parpaing de ciment creux, la consommation finale en ciment est de 120 kg/m<sup>3</sup> pour le BTS et 125 kg/m<sup>3</sup> pour le parpaing creux, c'est-à-dire pratiquement équivalente.

### Maisons à ZERALDA

Trois maisons furent réalisées en 1972/1973 en BTS, la terre était coulée à l'état liquide dans des banches.

Il est à remarquer que le prix des coffrages en bois des trois maisons équivalait au prix d'une de ces maisons et que les maisons furent chaulées à l'intérieur et non enduites à l'extérieur.

### Adobe et brique de terre compressée

Nous n'avons pas remarqué d'adobe (moulage sans compactage de briques séchées au soleil) ni de brique de terre compressée (au moyen d'une presse manuelle) en Haute Kabylie.

### V.3.3 - Avantages et inconvénients du B.T.S. en Grande Kabylie

De nombreuses conditions doivent être réunies dans une région donnée pour que le B.T.S. y soit recommandable.

Nous les rappelons ci-dessous puis les regroupons dans l'organigramme décisionnel suivant :

#### - Transport :

Si la terre n'est pas disponible sur place, il vaut mieux utiliser d'autres techniques. Rappelons qu'à MOS'EF A BEN-BRAHIM la carrière était considérée comme étant trop éloignée quoi qu'il en soit étant qu'à 2 km et d'accès facile.

#### - Nature de la terre disponible sur place :

Si elle comporte des graviers et des cailloux, elle peut être utilisée telle quelle pour le pisé (à condition de rentrer dans l'éventail des propriétés énumérées plus haut).

Pour être transformée en adobe ou en brique compressée, elle doit être tamisée. (Cela explique sans doute pourquoi nous n'avons pu observer que du pisé en Grande Kabylie).

- Temps de mise en oeuvre :

	Pisé (d)	Adobe (e)	Briques compressées (f)
Surface de mur en m <sup>2</sup> (c) réalisable par une personne en une journée	3	2,1	1,5
- en terre non stabilisée			
- en terre stabilisée	2,5	2,0	1,2
Matériel minimum souhaitable	- banche - dame à main	- tamis - moule - malaxeur éventuel	- tamis - presse à briques
Nombre minimum de personnes sur le chantier	2 à 3	1	2
Difficulté Savoir-faire	difficile	moyen	assez facile

Ces rendements peuvent varier de 1 à 5 suivant l'expérience de la main d'oeuvre.

De ce tableau, il ressort que le pisé est le procédé le plus rapide quoi qu'il soit le plus difficile à réaliser.

- Temps de mise en oeuvre :

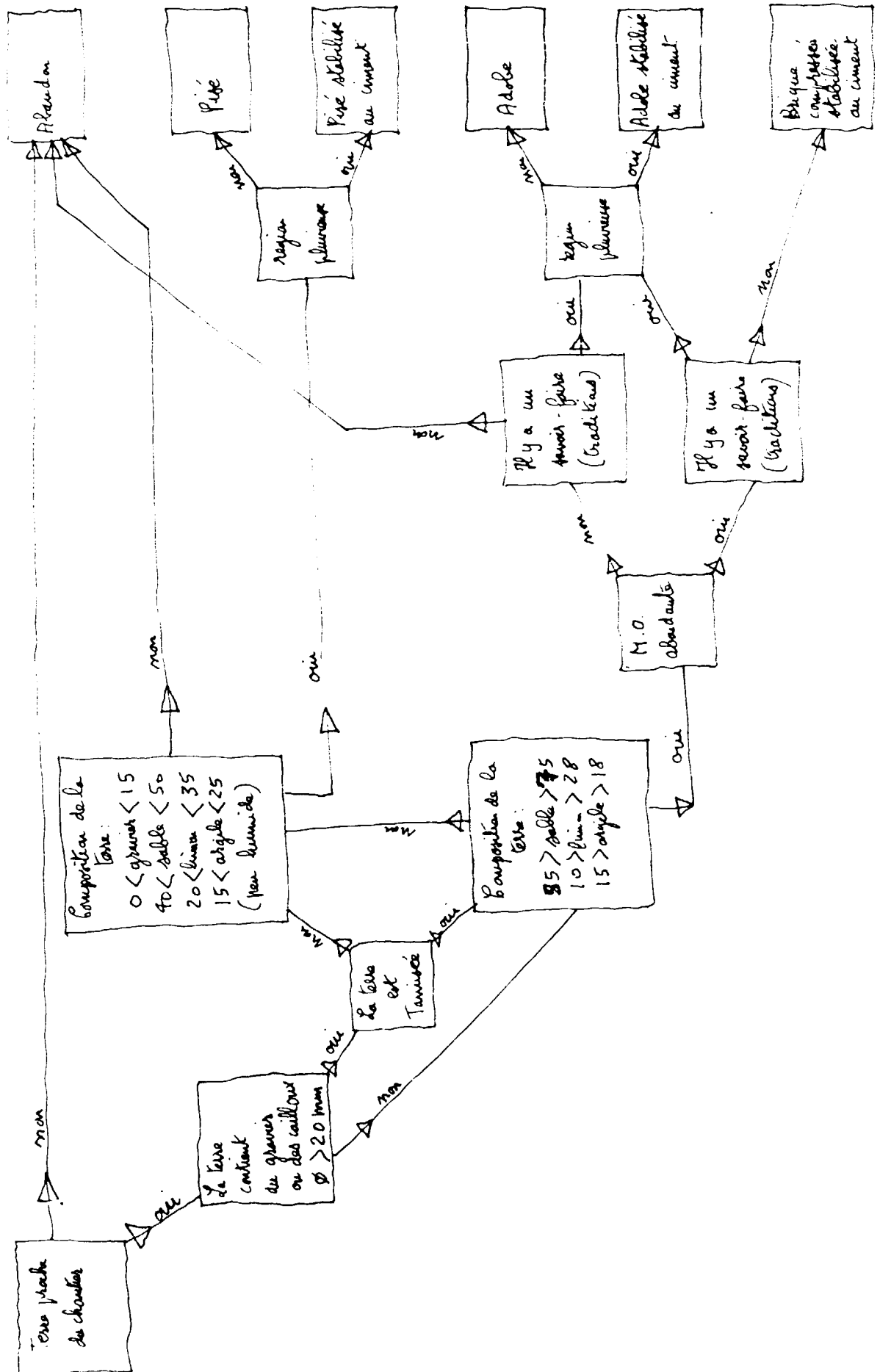
	Pisé (d)	Adobe (e)	Briques compressées (f)
Surface de mur en m <sup>2</sup> (c) réalisable par une personne en une journée - en terre non stabilisée	3	2,1	1,5
- en terre stabilisée	2,5	2,0	1,2
Matériel minimum souhaitable	- banche - dame à main	- tamis - moule - malaxeur éventuel	- tamis - presse à briques
Nombre minimum de personnes sur le chantier	2 à 3	1	2
Difficulté Savoir-faire	difficile	moyen	assez facile

Ces rendements peuvent varier de 1 à 5 suivant l'expérience de la main d'oeuvre.

De ce tableau, il ressort que le pisé est le procédé le plus rapide quoi qu'il soit le plus difficile à réaliser.



V.3.3.1. - Organigramme décisionnel du choix entre le pisé, l'adobe, la brique compressée ou une autre technique



### V.3.3.2 - Application à la Grande Kabylie

En appliquant le graphe précédent au cas de la Grande Kabylie, nous constatons qu'il y a peu d'éléments favorables à l'utilisation du BTS.

En effet :

- Cette région a une géographie mouvementée, les voies d'accès regrouperont autour d'elles les nouveaux centres d'habitation. Les sites d'extraction de la terre devraient donc être à proximité de ces voies. Dans ce cas, pour ne pas défigurer la montagne par les saignées d'exploitation, il faudrait choisir judicieusement les sites, mais ces sites d'exploitation ont fort peu de chance de se trouver à proximité du chantier.
- La composition de la terre n'a pu être étudiée à partir des études de la SONAREM sur les substances géologiques utiles, car celles-ci ayant pour objet la création d'exploitations industrielles, n'ont pas à avoir la finesse d'analyse nécessaire à l'échelle des quelques centimètres ou mètres superficiels.

Nous avons examiné et relevé des échantillons de terre située sur la couche superficielle en de nombreux endroits (particulièrement à l'ARBAA, AIN-EL-HAMMAM, et AIT-LARBAA). Partout la terre contient des cailloux supérieurs à 20 mm. Il faut donc la tamiser. Sableuse, elle est en outre pas très grasse.

- Enfin, la main d'oeuvre est peu abondante du fait des nombreux travailleurs émigrés et le savoir faire du pisé nous semble avoir disparu : dans nos interviews auprès des personnes âgées, nous n'avons rencontré personne nous décrivant avec précision la réalisation d'un mur en pisé.

#### V.4 - REMARQUES SUR L'UTILISATION DU SIPOREX EN GRANDE KABYLIE

Sans être pour autant à interdire, l'utilisation du Siporex dans cette région ne nous semble pas recommandable pour les raisons suivantes (4) :

- L'unité de production est trop éloignée (par ex : 260 km aller-retour de MEFTAH aux BENI-YENI), il faut évidemment privilégier les matériaux dont la fabrication est plus proche.
- Les vertus d'isolation thermique de ce matériau sont réduites dans des régions humides et pluvieuses (ce qui est le cas de la Grande Kabylie. Ainsi, un mur de 20 cm en Siporex avec joints à la colle SIPCOL, a un Kcal/m<sup>2</sup> h h °C de 0.49 à sec (5). Celui-ci n'est plus que de 0.7 en pratique (c'est-à-dire entre 50 et 80 % de teneur hygrométrique relative à l'air).

Si l'hygrométrie relative de l'air dépasse régulièrement 80 %, il est recommandé de ne pas utiliser ce matériau.

- La manutention et le stockage de ce matériau sont délicats

La livraison en vrac, sans colisage, entraîne une casse importante (nous avons relevé + de 20 % sur un stock) et surtout le risque d'une reprise d'humidité excessive du matériau du fait qu'il n'est pas protégé durant sa livraison et son stockage.

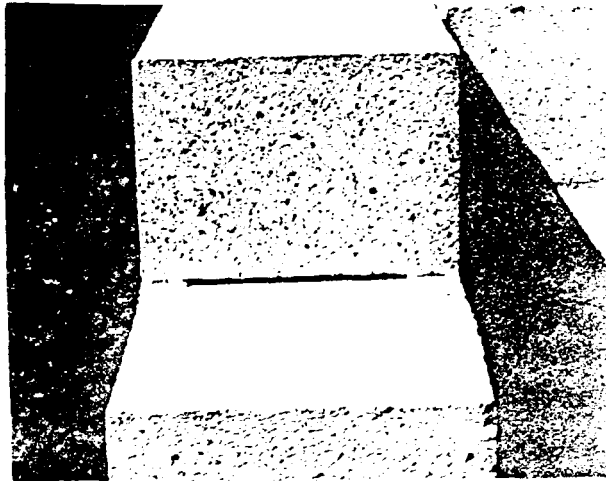
- La mise en oeuvre actuelle n'est pas conforme à celle recommandée pour ce matériau qui a été conçu pour être assemblé au mortier colle SIPCOL (ciment et sable avec adjonction d'un additif organique de type cellulose).

Nous n'avons vu nulle part en Kabylie, et même en Algérie, cette colle utilisée. Elle est d'ailleurs relativement onéreuse (en France : 2 F.F le kg, soit 60 F par m<sup>3</sup>).

La mise en oeuvre actuelle des parpaings de Siporex utilise un mortier de ciment.

Celà a pour inconvénient :

- de créer de nombreux ponts thermiques au passage de ces joints (qui sont en moyenne de 20 mm d'épaisseur alors que 3 mm suffisent avec la colle SIPCOL),
- de ne pas réaliser les faces parfaitement lisses
- de moins bien liaisonner les parpaings (sur un chantier en cours un dernier lit de Siporex est tombé au sol lors d'un vent violent !)



*Joints à la colle*



*Joints au ciment*

Si toutes ces raisons nous ont amenés à ne pas recommander ce matériau en Grande Kabylie, cela ne signifie évidemment pas qu'il est à proscrire puisqu'il peut remplacer des matériaux manquants. Cependant, il faudrait rapidement envisager les actions suivantes (d'ailleurs utiles à toute l'Algérie) :

- 1) Fabriquer et fournir la colle, type SIPCOL, en même temps que les parpaings qui ne pourraient être distribués indépendamment de celle-ci
- 2) Créer un colisage avec palettes et housses thermorétractables. Le coût de ce colisage serait largement compensé par la suppression des pertes dues à la casse des parpaings.
- 3) Faciliter la mise en oeuvre en supprimant les pièces compliquées (linteau, etc ...) et en réalisant un manuel de pose très simple avec plus de croquis que de textes.

V.5 - REMARQUES SUR L'UTILISATION DU PARPAING DE BETON EN GRANDE KABYLIE

- Nous avons vu plus haut que ce matériau est fabriqué en Grande Kabylie (principalement à TIZI OUZOU, TIZI RACHED et DELLYS), mais il y a des limites dans l'utilisation de ce matériau. Celles-ci sont dues à des contraintes de production, de transport et de mise en oeuvre.

- Les contraintes de production

Ce matériau est composé essentiellement de ciment et d'agrégats. Le ciment est importé en KABYLIE de FREHA ou de DELLYS.

Les agrégats ne peuvent provenir de très loin. Il faut donc utiliser ceux provenant du lit des oueds Kabyles. Mais ceux-ci ne sont pas inépuisables et une exploitation sans limite du lit de ces oueds attaquerait leurs substratums.

- Les contraintes de transport :

Ce matériau est lourd, nous avons vu plus haut qu'un camion peut transporter deux fois et demi plus de briques que de parpaings. L'élément pèse 20 kg, mais non abrité, prenant l'humidité, il peut avoir une augmentation de poids de 30 %.

- Les contraintes de mise en oeuvre :

Les matériaux sont souvent manuportés en KABYLIE du fait des terrains accidentés. Un matériau lourd, comme le parpaing, peut ralentir la mise en oeuvre en étant par ailleurs un mauvais isolant thermique.

- En conclusion, nous recommandons les actions suivantes :

- . Réaliser un inventaire systématique des agrégats disponibles sur place avant de développer sa fabrication, afin d'éviter l'exploitation anarchique du lit des Oueds.
- . Ne pas le recommander pour les chantiers manuportés, c'est-à-dire ceux se trouvant dans les villages.

## V.6 - AMELIORATION DE L'UTILISATION DU CIMENT EN GRANDE KABYLIE

- Nous avons vu que le ciment utilisé en Kabylie est importé et cher. Il n'y a pas à ce jour de gisement évalué qui aurait pu être la base d'une cimenterie moderne. Il est d'ailleurs à noter qu'une cimenterie nécessite en moyenne trois ans d'études et trois ans de réalisation.
- Nous proposons l'utilisation de l'abaque suivant (10) dont l'intérêt principal est de pouvoir être directement utilisé par les usagers sans passer par des professionnels.

### - Principe de l'Abaque

A partir de renseignements sur la construction (superficie de béton à prévoir en m<sup>2</sup>, épaisseur en cm ; genre de travail à exécuter [type d'ouvrage, degré d'humidité du sable], l'abaque permet de calculer rapidement les proportions et les quantités de ciment, sable, gravier et eau. Le bon dosage de ces éléments est très important pour obtenir un béton de la résistance désirée.

### - Utilisation de l'Abaque

L'abaque s'utilise comme suit : cocher au crayon le point de l'échelle d'extrême gauche, où est portée la superficie de béton prévue et le point de l'échelle oblique voisine où est portée l'épaisseur du béton. Tirer alors une droite passant par ces deux points et la prolonger jusqu'à la troisième échelle, celle des volumes de béton. Le point d'intersection indique ce volume. Si la construction est de forme compliquée, faire la somme des volumes de tous ses éléments (murs, fondations, dalles, etc ...) avant de continuer les calculs.

Repérer maintenant ce volume total sur cette même échelle (toujours la troisième) et le genre d'ouvrage sur la quatrième (voir les définitions. La droite tracée par ces deux points et prolongée vers la droite donne à son intersection avec l'échelle suivante (la cinquième), le volume d'agrégat fin. Continuer ainsi de proche en proche, comme indiqué à la légende de l'abaque, pour obtenir le volume de gros agrégat, le poids de ciment et le volume d'eau.

# ABAQUE POUR LE BETON

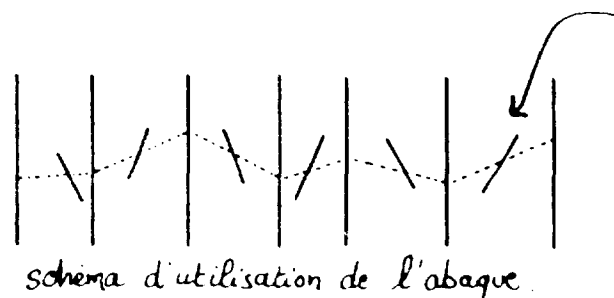
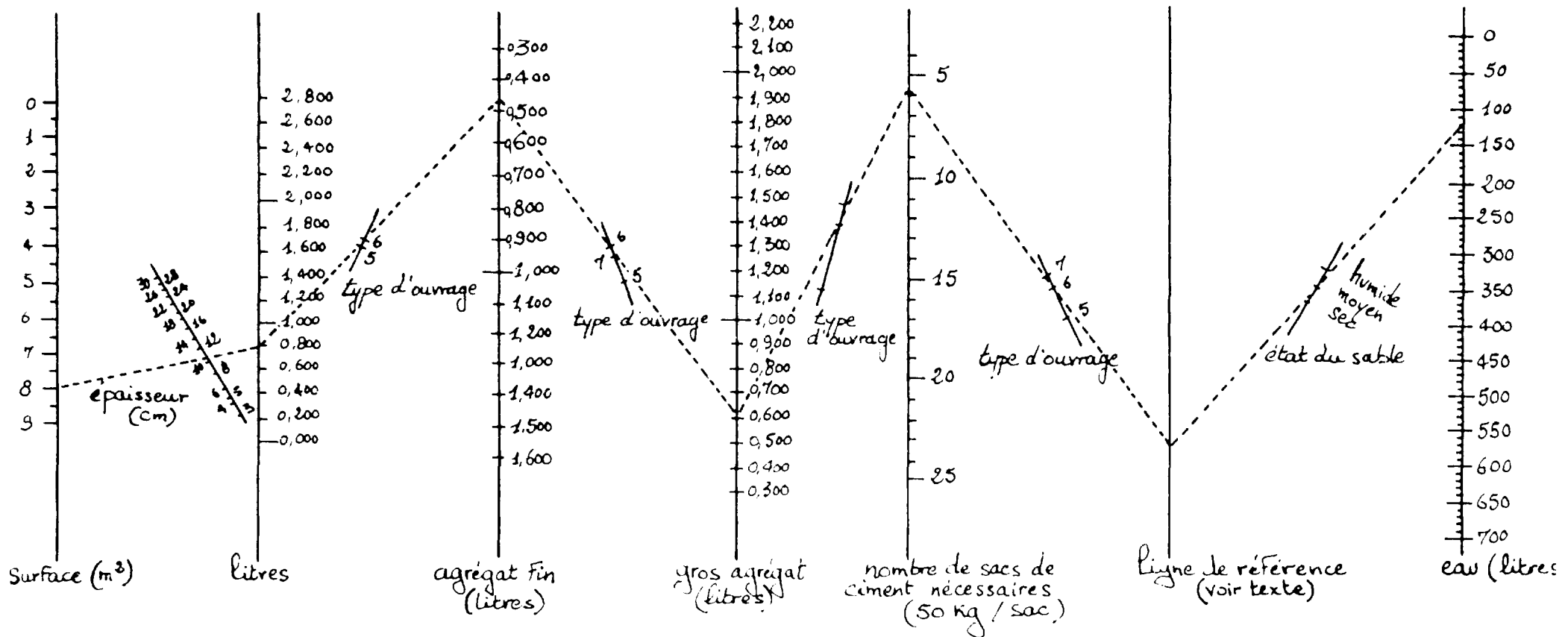


schéma d'utilisation de l'abaque.

N.B: la quantité de ciment nécessaire et le type d'ouvrage considéré étant repérés sur les deux échelles précédentes, tracer la droite qui passe par ces points; elle vient couper la verticale de référence à un point tel que celui désigné par la flèche. La droite passant par ce point et le point définissant l'état du sable coupera l'échelle extrême à la division indiquant la quantité d'eau à employer.

La composition du mélange peut devoir être légèrement modifiée en fonction de la nature des stériles utilisés. Le mélange final doit être suffisamment humide et plastique pour remplir les coffrages sans qu'il faille employer indûment la dame ou la pelle pour obtenir la densité voulue. En revanche, un excès d'eau donne un béton peu résistant. L'abaque ne tient pas compte des pertes qui peuvent s'élever à 10 %.

- Légende de l'abaque

Type d'ouvrage à exécuter :

- . Type 5 : lorsque le béton de l'ouvrage est soumis à une rude action destructive par usure, par les intempéries ou par des lessives acides ou basiques faibles. Par exemple, le sol d'une laiterie industrielle.
- . Type 6 : lorsque le béton doit être imperméable, ou est soumis à une usure ou à des intempéries d'intensité modérée. Par exemple, sous-sols étanches, voies carrossables, fosses septiques, citernes et réservoirs, poutres et poteaux.
- . Type 7 : lorsque le béton n'est pas soumis à des actions telles que celles de l'usure, des intempéries, de l'eau : par exemple, murs de fondation, empattements de murs, béton massif, etc ...

Ces nombres : 5, 6 et 7 expriment des capacités en gallons américains.

Agrégat fin :

Sable ou criblures de pierre de calibre au plus égal à 6.4 mm. Le matériau doit être exempt de poussière fine, de limon, d'argile et de matière organique, faute de quoi le béton obtenu est de faible résistance. La granulométrie doit être dispensée, c'est-à-dire, que la dimension de grain ne doit pas être uniforme.

Agrégat grossier :

Galets ou concassés calibrés entre 6.4 mm et 38 mm. Cependant pour le type 5, ne pas dépasser 19 mm.



Etat du sable :

- . Sec : légèrement humide au toucher, mais laisse les mains très peu humides.
- . Moyen : franchement humide au toucher et laisse un peu d'eau sur les mains.
- . Humide : dégouttant d'eau et laissant une quantité d'eau notable sur les mains.

Matériel from : Designed by John Bickford from data furnished by the Portland Cement Association of Chicago - Illinois - U.S.A.

- Exemple d'utilisation de l'abaque :

Si la surface à cimenter est de 8 m<sup>2</sup>, l'épaisseur 10 cm, l'ouvrage de type 6, le sable moyen, le volume de l'ouvrage sera de 800 litres (0.8 m<sup>3</sup>), il faudra 450 litres d'agrégats fins, 600 litres d'agrégats grossiers, 5.5 sacs de ciment et 120 litres d'eau.

## V.7 - AMELIORATION DES MATERIAUX A BASE D'ARGILE EN GRANDE KABYLIE

### V.7.1 - L'argile en Grande Kabylie :

- Nous avons vu plus haut que d'importants sites d'argile, exploités ou exploitables se trouvent dans cette région dans la vallée de l'OUED SEBAOU et de ses affluents (particulièrement l'OUED DIS, près du site de FREHA).
- Pour être utilisable, une argile doit avoir les proportions de ses principaux composants incluses dans des limites.
- Le tableau suivant indique les proportions des trois importants sites le long de l'OUED SEBAOU. Celui de TIZI est exploité, mais prospecté, les autres sont prospectés, mais non encore exploités.

EN %	GISEMENT DE FREHA	GISEMENT DE DRA-BEN-KHEDRA	GISEMENT DE TIZI OUZOU	LIMITES SOUHAITABLES
<i>Composition</i>		<i>entre :</i>	<i>entre :</i>	
Si O <sub>2</sub>	55	47.2 et 49.4	44.7 et 55.8	35 et 80
AL 2 O <sub>3</sub>	14	10.8 et 12.8	7.7 et 12.9	8 et 25
Fe 2 O <sub>3</sub>	6.32	5.3 et 5.6	4.2 et 6.8	2 et 8
CaO	16	11.5 et 13	11.1 et 14.6	0.5 et 15
MgO	2.8	2 et 2.2	0.2 et 3	0 et 3
K 2 O	2.4	0	0	0.5 et 4
Na 2 O	0.45	0	0	0.1 et 1
SO 2 3		0.9 et 2.2	0	
<i>Perte au feu</i>	15.28	13.0 et 15.5	13.9 et 17.2	3 et 18
<i>Granulométrie</i>	<i>entre :</i>		<i>entre :</i>	
Sableux (de 1.25 à 0.05)	9.9 et 11.5		3 et 48	
Inorolythe (de 0.05 à 0.07)	56.26 et 60.06		27 et 60	
Argileuse	30.04 et 36.26		33 et 55	
	Unité en projet est prévu : 25000 T de bri. 15 000 T de tui.	Gisement plus impor- tant que celui de FREHA	30 000 T réalisées en 1978	

- Ce tableau montre la qualité de l'argile de ces sites, l'exploitation de ceux-ci résoudra en grande partie l'approvisionnement des matériaux de gros-oeuvre en Grande Kabylie.

Le projet de FREHA est en construction. Nous savons qu'il y est prévu une production annuelle de 25 000 T de briques et de 15 000 T de tuiles avec 120 ouvriers.

- A ce propos, nous formulons une recommandation qui nous semble très importante :

*L'argile permet la réalisation d'une grande variété de types de briques (depuis la brique "classique" à la brique "tout étage") et de tuiles (depuis la "canale" jusqu'à la "plate").*

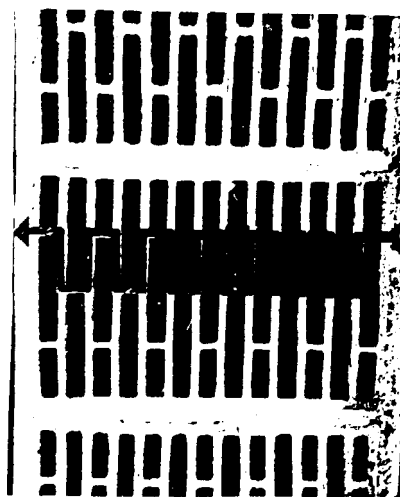
- . Nous recommandons la fabrication de briques type "G" réalisables grâce à la qualité de l'argile des sites énumérés plus haut.

Les caractéristiques de la brique "G" sont énumérées plus bas. Elle serait d'un grand intérêt pour le type de construction en Kabylie.

- . Nous recommandons aussi la fabrication de "tuiles canales à emboîtement" alliant les avantages de l'emboîtement pour la mise en oeuvre à celui des "canales" dont l'aspect architectural correspond à une tradition des villages Kabyles.

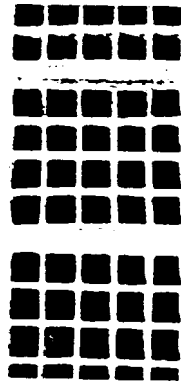
## V.7.2 - La brique "G"

### V.7.2.1 - Caractéristiques (7)



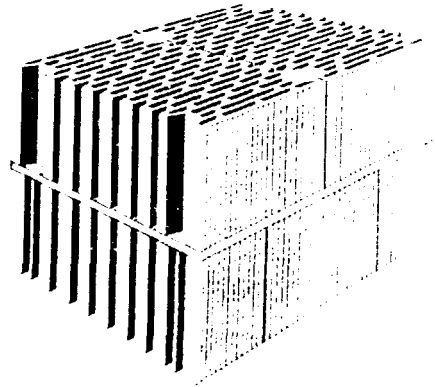
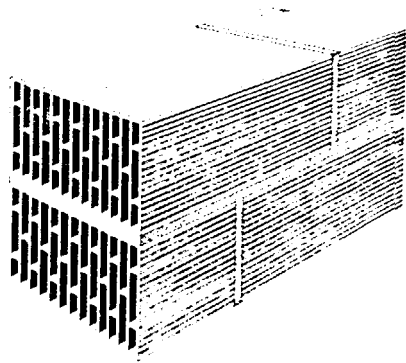
Le profil de la brique "G" a été étudié pour obtenir les meilleures performances thermiques, c'est-à-dire la plus grande résistance thermique :

- . Nombre important d'alvéoles, dans le sens du flux thermique.
- . Alvéoles hautes et étroites, qui présentent une plus grande résistance thermique.
- . Attaches transversales en quinconce qui allongent le circuit du flux thermique.



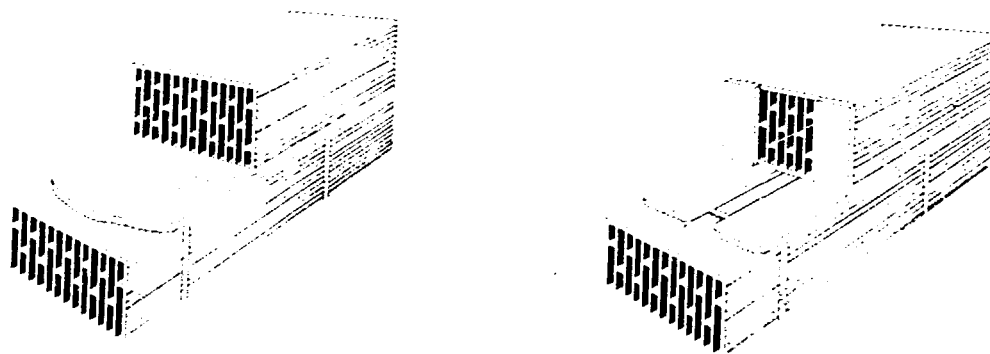
. Le profil de la brique creuse classique ne possède pas ces particularités.

Les briques "G" peuvent être à alvéoles horizontaux ou verticaux.

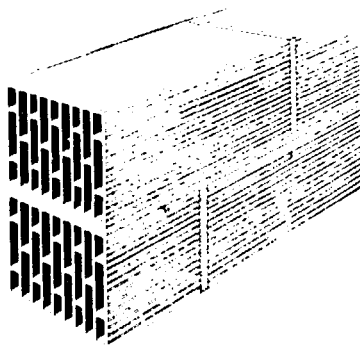


#### V.7.2.2 - Mise en oeuvre

Les briques "G" se montent avec joints horizontaux et verticaux au mortier de préférence batard (chaux et ciment). Ces joints doivent avoir une épaisseur réduite au strict nécessaire : 2 cm au maximum.



#### V.7.2.3 - Coefficient K de la brique "G"



- . Une brique "G" de 8 alvéoles procure un K (W/m<sup>2</sup> C°) de 1.15
- . Pour mémoire, celui d'un bloc Siporex de la même épaisseur est de 0.95 (à condition d'être sec).

Nous avons vu plus haut qu'une récente étude estime un K de 1.4 suffisant en Kabylie pour les murs extérieurs.

### V.7.3 - La brique d'angle

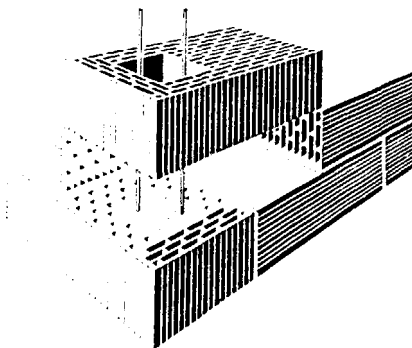
- Nous avons vu plus haut que le bois de coffrage est très utilisé et qu'il coûte une fortune (par ex : 30 000 D.A. pour une habitation). Il sert essentiellement au coulage des poteaux-poutres en B.A..

Nous verrons plus loin qu'une structure poteaux-poutres B.A. n'est pas toujours nécessaire pour un projet d'habitation.

- Mais si c'est le cas, la brique d'angle peut avantageusement remplacer le bois de coffrage en servant de coffrage perdu

Elle a en outre pour avantage de :

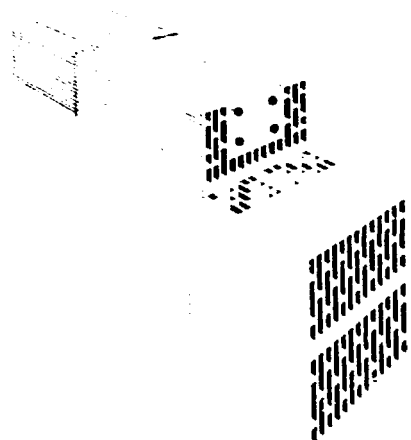
- . faciliter la mise en oeuvre en la rendant plus rapide (pas de bois à mettre en place, à clouer et à déclouer),
- . éviter les ponts thermiques en isolant le poteau
- . éviter la fissure toujours possible entre la structure et la brique due aux effets des chocs thermiques,
- . avoir les surfaces extérieures et intérieures homogènes permettant une meilleure tenue des enduits.



Cette brique d'angle peut être du type "G", son rendement thermique en sera amélioré.

#### V.7.4 - La brique linteau

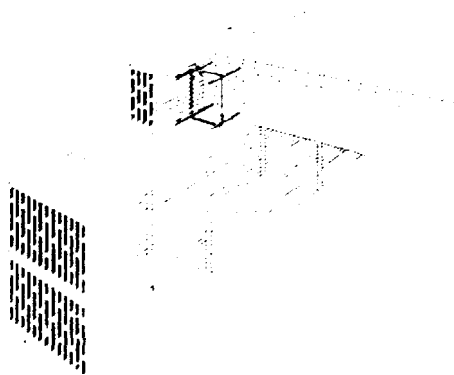
Ce type de brique devrait être utilisé pour les mêmes raisons que celles de la brique d'angle. Elle éviterait plus particulièrement les condensations à l'intérieur et les fissures à l'extérieur.



Cette brique peut être :

- . soit disposée sur un étai pour servir de coffrage au béton du linteau.
- . soit assemblée au sol pour la préfabrication du linteau.

La liaison plancher - mur (brique "G") peut ainsi être réalisée :



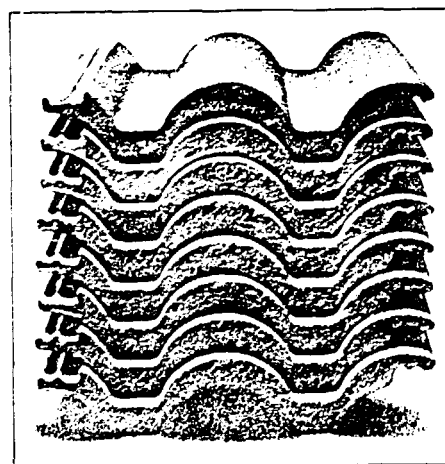
Dans l'épaisseur du plancher le chaînage horizontal doit être habillé extérieurement par une brique de format réduit dite brique d'about de plancher.

L'épaisseur de cette brique doit être proportionnée à celle du mur de façon à limiter l'épaisseur du chaînage. Sa mise en place doit être prévue obligatoirement "à fond de coffrage".

#### V.7.5 - La tuile canale à emboîtement

Nous préconisons la fabrication industrielle de ce type de tuile :

- d'une part parce que son aspect s'intègre bien avec celui des constructions anciennes environnantes,
- d'autre part, parce qu'elle est plus résistante qu'une tuile plate et que sa mise en oeuvre est aisée.



#### Remarques sur l'utilisation de briquetteries mobiles

Ce type de matériel a son intérêt lorsque les sites exploitables sont dispersés avec peu de réserves et sont d'accès aisé.

Ce n'est pas le cas en Grande Kabylie : tous les sites intéressants se trouvent dans la vallée de l'OUED SEBAOÛ; leurs réserves sont importantes et les routes montagneuses sont plus propices au transport de matériaux finis qu'à celui d'un important matériel.

Enfin, une briquetterie fixe permet une fabrication de meilleure qualité (telle que la brique "G") qu'une briquetterie mobile.



## V.8 - AMELIORATION DE LA MISE EN OEUVRE

### V.8.1 - Toiture à deux pentes

- Nous avons vu dans le chapitre précédent que la réalisation de toiture à 4 pentes et que celle de toiture terrasse apportaient beaucoup de sujétions et d'inconvénients.
- Nous recommandons la toiture à 2 pentes, sans croupe et sans noue.

Dans ce cas, les pannes soutenues par les murs de refend-pignons supportent les chevrons permettant de poser une couverture de tuile canale à emboîtement.

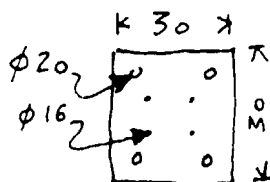
- Cette technique a pour avantage par rapport à la toiture à 4 pentes, d'utiliser moins de bois et, par rapport à la toiture terrasse, de faire des économies de poutrelles de béton, de surcharge et d'étanchéité. En outre, sur le plan de l'urbanisme, on n'a plus à craindre une déformation ultérieure de la silhouette du fait que la maison a atteint son volume final.

### V.8.2 - Réduction de la quantité des structures en poteaux-poutres

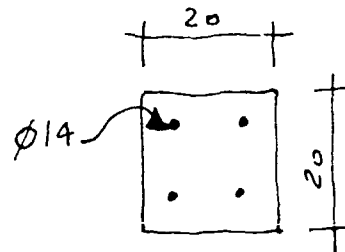
- Ce type de structure n'est nécessaire que lorsque le bâtiment a plusieurs étages avec surcharges (dues entre autre à la toiture terrasse accessible).
- Nous estimons que ce type de structure est inutile, au moins pour le dernier étage, surtout lorsqu'il y a toiture à 2 pentes, la portance des murs étant dans tous les cas suffisante lorsque le mur est chaîné dans sa partie haute.

### V.8.3 - Réduction de la quantité de ferrailage utilisé dans le B.A.

Pour une habitation de rez-de-chaussée + 2 étages, nous avons vu une structure poteaux-poutres dont les poteaux avaient le ferrailage suivant :



Nous estimons que la composition suivante serait suffisante :



D'une manière générale, les calculs n'étant pas faits, les constructeurs particuliers surdimensionnent par prudence. Pourtant les données étant toujours du même type (R + 1 ou + 2, terrasse ou non) il serait possible d'établir un abaque très simple utile à tous.

#### V.8.4 - Préfabrication de linteaux et d'appuis de fenêtres

Il serait souhaitable de standardiser les dimensions des diverses ouvertures de manière à ce que les fabricants de matériaux puissent constituer des stocks de linteaux préfabriqués.

Très souvent on ne réalise pas du tout d'appuis de fenêtres ou bien on coffre et on coule en élévation.

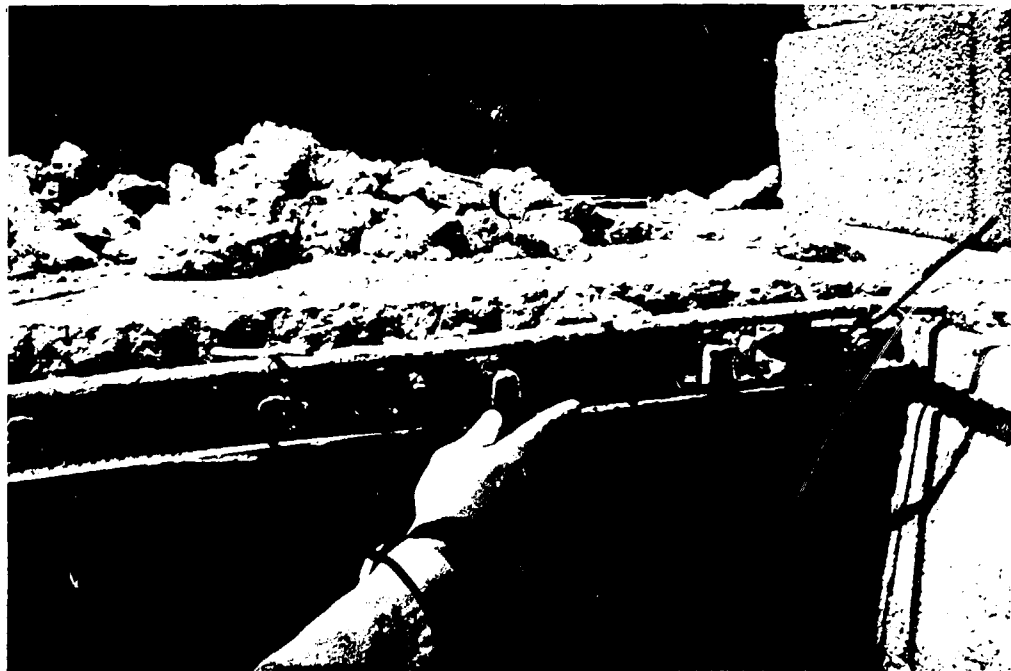
A notre avis, les appuis, éléments tout à fait nécessaires, sont à fabriquer comme les linteaux dans des coffrages standards. Il serait judicieux de prévoir leur armature par 2 fers ronds dépassant de 0.20 m environ pour permettre le scellement dans le mur. La pente d'écoulement vers l'extérieur et la feuillure pour dormant de châssis doivent être réservées.

#### V.8.5 - Réalisation d'un plancher dalle

- Le chapitre précédent décrit les techniques actuellement utilisées (structure B.A., fer en I et poutrelles préfabriquées avec hourdis).
- Une autre technique mérite d'être signalée. Nous l'avons vue en cours de réalisation.

Elle consiste à utiliser comme coffrage perdu les bacs acier fabriqués par la S.N.S. à Alger. Ce sont des bacs à 600 cm X 75 cm (soit 4.5 m<sup>2</sup>) dont le coût est de 80 dinars.

Ces bacs sont mis en place avec des étais. Ils reposent sur les murs. Dessus est coulé un béton d'environ 10 cm d'épaisseur avec son grillage. Sa composition est, pour 2 m<sup>2</sup>, de un sac de ciment et de trois brouettes de sable.



- C'est une technique économique qui mériterait d'être étudiée, calculée et testée avant d'être recommandée.

#### V.8.6 - Réalisation des fondations

En général, il n'y a guère de problèmes de fondations pour des constructions qui sont presque toutes à simple rez-de-chaussée ou, exceptionnellement, un étage.

La fondation reste donc, pour les cas courants, la classique semelle continue en gros béton de cailloux.

Toutefois, pour les sols qui ne sont pas homogènes, il se produit sur un même terrain des "décollements" à des endroits et des profondeurs variant d'une année sur l'autre et d'une saison à l'autre suivant l'intensité des pluies.

Le remède ne semble pas consister à descendre la fondation, mais pour des bâtiments légers ne nécessitant pas de sous-sol, à "poser" pratiquement la construction au niveau du sol en protégeant ses abords des affouillements par un large trottoir rejetant franchement les eaux pluviales. Il va de soi que la construction ne doit pas, avec ce procédé, être implantée à un point bas du terrain.

#### V.8.7 - Réalisation des enduits

Les enduits en ciment sont en général exécutés à des dosages excessifs et avec des qualités de ciment convenables pour "maçonner", mais non pour "enduire".

A notre avis, dans le cas où l'on doit enduire les murs il conviendrait d'adopter les ciments les moins riches qui sont plus plastiques, par exemple le ciment P 160 - 250 (Norme Française).

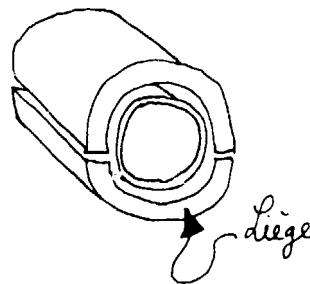
Le choix des sables (qui doivent être assez gros) et l'importance de leur lavage ont une grosse influence sur la tenue des enduits. Ce sont des précautions à ne pas négliger.

## V.9 - Amélioration des matériaux du second oeuvre

### V.9.1 - Utilisation du liège

- Il y a un savoir faire dans l'exploitation des chênes-lièges chez la population Yakouren dont une partie travaille en France et en Espagne malgré l'importance industrielle du liège se trouvant dans cette commune.
- Cette industrie devrait diversifier ses produits, particulièrement pour le secteur du bâtiment.
- Le liège aggloméré a des qualités d'isolation thermique.

Il peut être utilisé en isolation préfabriquée de canalisations :



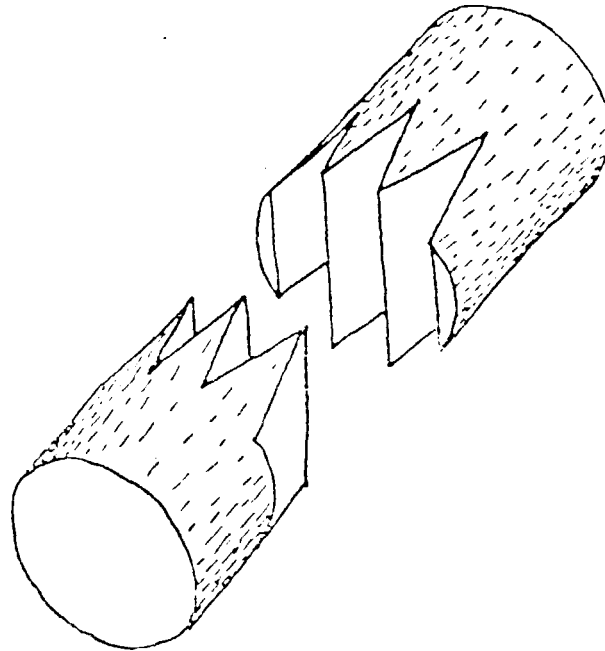
Il peut être utilisé en panneau isolant thermique d'ailleurs pas nécessaire en Grande Kabylie, classée zone 2, lorsqu'il y a double paroi ou brique type "G").

Il est à noter que ces panneaux ont une qualité d'absorbant acoustique et qu'ils ont un pouvoir régulateur du degré hydrométrique du volume dans lequel ils sont tapissés (utilité en salles de classe par exemple).

### V.9.2 - Utilisation du bois

- On sait que l'essentiel du bois de construction est importé en Algérie. Il y a cependant d'importantes forêts (en dehors des parcs nationaux), mais les sections ou la nature des bois que l'on y trouve rendent ceux-ci difficilement utilisables dans le bâtiment.

- La nouvelle technique des joints en "doigts" pourrait valoriser l'utilisation de certains de ces bois locaux.



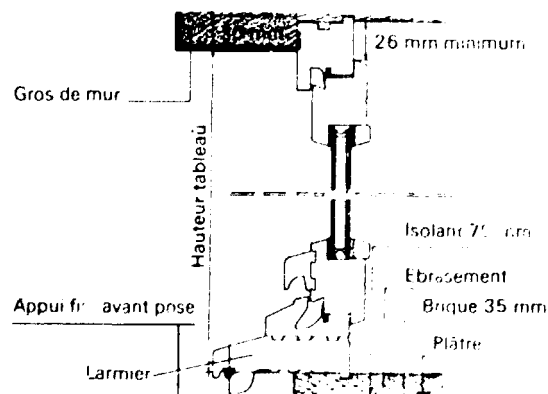
Les extrémités des petites pièces sont entaillées d'une manière qui les fait ressembler à des doigts. Ceux-ci sont ensuite mis bout à bout et collés efficacement. Pour pratiquer l'entaille "en doigts", il existe une machine appelée "gueule à bois".

Cette technique pourrait répondre à tous les besoins de charpente, particulièrement pour les chevrons et les pannes.

### V.9.3 - Utilisation des matières plastiques .

La Sonatrach (à SETIF) réalise déjà des portes intérieures en P.V.C. dont la qualité va en s'améliorant.

On pourrait concevoir des fenêtres dont les profils seraient étudiés afin d'obtenir une meilleure étanchéité à l'air, ce qui n'est pas le cas des châssis actuellement fabriqués.



Ce schéma présente un type de châssis ayant une bonne étanchéité. Celle-ci est importante pour bien isoler une habitation. On compte en effet, que le renouvellement d'air doit être d'un volume par heure, en plus de la bonne isolation des parois.

#### V.9.4 - Utilisation du fer

- Une unité de charpente métallique doit être installée à OUADHIA et une unité de grillage à DRA-EL-MIZAN (24 000 T/an). La fabrication de treillis soudés serait utile pour la réalisation de planchers : cela permettrait à l'usager d'utiliser sans perte la juste quantité de ferrailage nécessaire.

#### V.9.5 - Utilisation de l'étanchéité

- Nous avons vu plus haut que la toiture terrasse était le mode de couverture le plus répandu dans les constructions récentes.

Souvent, l'étanchéité n'est réalisée qu'avec une dernière application de ciment intégrant un sable très fin. Parfois, sur le ciment sec est appliqué une toile avec goudron. A moins d'être régulièrement surveillé et entretenu, ce procédé ne nous semble pas suffisant (de nombreuses traces d'humidité provenant des terrasses ont été constatées dans les intérieurs).

- Si une unité de production de produit d'étanchéité devait être installée, nous préconisons la technique monocouche préférable à la multicouche. La mise en oeuvre en est plus simple, plus rapide et plus propre.

VI - RECOMMANDATIONS POUR DYNAMISER LOCALEMENT  
L'UTILISATION DE TECHNIQUES SIMPLES VALO-  
RISANT LES POSSIBILITES LOCALES



VI.1 - Généralités sur la "technologie appropriée"

VI.1.1 - Les niveaux matériels et immatériels de la technologie appropriée

VI.1.2 - Application à l'étude

VI.2 - Actions d'information

VI.2.1 - Les supports

VI.2.1.1 - La brochure

VI.2.1.2 - Le manuel

VI.2.1.3 - Les fiches

VI.2.1.4 - L'audiovisuel

VI.2.2 - Les réseaux

VI.3 - Actions de formation

VI.3.1 - L'école

VI.3.2 - Les centres de formation

VI.3.3 - La formation des professionnels

VI.4 - Actions de réalisation

## VI.1 - GENERALITES SUR LA "TECHNOLOGIE APPROPRIEE"

### VI.1.1 - La technologie appropriée : ses niveaux matériels et immatériels (8)

Le mot technologie suggère invariablement l'idée de matériels, que ce soit sous forme d'usines, de machines, de produits ou d'infrastructures (routes, installations de stockage, systèmes de transport, etc ...). Le matériel ou, par analogie avec l'industrie de l'informatique, le "hardware", est à la fois tangible et très visible. La technologie va toutefois bien au-delà du matériel et comprend aussi ce que l'on pourrait appeler le "software" ou l'immatériel, qui englobe les connaissances, le savoir-faire, l'expérience, l'enseignement et les formes d'organisation. Cette distinction entre le matériel et l'immatériel est tout aussi importante pour la technologie appropriée que pour la technologie moderne à grande échelle.

Les sociétés hautement industrialisées d'aujourd'hui ne doivent pas leur développement à leur seule capacité de créer et d'utiliser de nouveaux types de matériels, depuis la machine à vapeur de la première révolution industrielle jusqu'à l'ordinateur d'aujourd'hui, mais aussi à la mise en oeuvre d'innovations importantes et d'améliorations graduelles en matière d'organisation et de structures institutionnelles. L'histoire économique tend souvent à sous-estimer le rôle majeur que peuvent jouer ces innovations non matérielles.

Il faut une classe d'entrepreneurs, et, chose peut-être encore plus importante, un système de valeurs culturelles, sociales ou religieuses qui puisse légitimer et encourager l'innovation dans le domaine économique et industriel.

Le problème qui se pose aujourd'hui aux pays en voie de développement n'est pas très différent. La gamme des nouveaux matériels mis au point par le système de la recherche dans les pays industrialisés est si étendue et s'élargit si rapidement qu'elle pourrait en théorie, sinon en pratique, satisfaire une très large part de leurs besoins immédiats. En fait, c'est le plus souvent au niveau des technologies immatérielles que se situent les principales difficultés. Les matériels et la capacité de produire ces matériels d'une manière imitative peuvent en général être transférés d'un pays ou d'une culture à l'autre.

Mais les formes d'organisation et les systèmes de valeurs sont beaucoup plus spécifiques d'une culture, et le processus de transfert délibéré est de ce fait beaucoup plus difficile.

L'inefficacité et le coût élevé des systèmes pédagogiques du type occidental dans les pays en voie de développement est un autre exemple de la difficulté que l'on rencontre à transférer ces éléments immatériels d'un pays à un autre. Un certain nombre de pays en voie de développement ont d'ailleurs cherché à corriger certaines de faiblesses de leur système d'éducation en mettant au point, tant pour le matériel que pour l'immatériel, de nouveaux éléments convenant bien mieux aux conditions locales. On pourrait citer ici les jeux éducatifs adoptés dans certains pays d'AFRIQUE. L'intégration des activités artisanales dans le programme des écoles primaires, ou la place importante accordée aux connaissances traditionnelles de la communauté où se trouve l'école. De très nombreuses expériences pédagogiques sont aujourd'hui en cours et on commence seulement à les systématiser. Ces exemples montrent clairement qu'il est possible de mettre au point les éléments immatériels appropriés et, chose plus importante, qu'ils permettent de valoriser l'esprit d'invention et d'innovation qui est nécessaire au développement.

On pourrait trouver dans tous les pays en voie de développement de nombreux exemples analogues. Certains d'entre eux peuvent sembler sans importance, mais le développement est un processus qui consiste en grande partie en de milliers de petites améliorations et de petites modifications de l'immatériel, et non exclusivement en des progrès soudains et massifs dans le domaine du matériel. Ces éléments immatériels sont toutefois peu visibles et de ce fait tendent à être négligés non seulement par les planificateurs et les responsables politiques mais aussi par nombre d'organisations qui cherchent à stimuler la diffusion de technologies appropriées.

Il ne faut naturellement pas sous-estimer l'importance du matériel, mais si l'attention porte exclusivement sur ce point, on risque de négliger les énormes ressources potentielles dans le domaine de l'immatériel. Les moyens d'utiliser méthodiquement ces ressources ne sont pas toujours évidents, mais de nombreuses expériences ont montré la direction générale à prendre. On peut citer comme exemple le projet Comilla, dans ce qui était alors

Le PAKISTAN ORIENTAL. Le but était de déclencher un processus de développement communautaire en commençant par la base, moins en introduisant de nouveaux éléments de matériel qu'en réorganisant les ressources existantes et en favorisant l'esprit d'innovation endogène.

Une stratégie nationale en matière de technologie appropriée, qu'elle soit le fait de l'Etat ou d'une petite organisation privée, peut et doit être axée aussi bien sur l'immatériel que sur le matériel. En fait, dans beaucoup de pays en voie de développement, la technologie la plus appropriée est souvent celle où l'élément immatériel est prépondérant. Ces éléments immatériels sont en général plus difficiles à mettre au point et à diffuser que les éléments matériels, mais il existe des méthodes pour les mobiliser efficacement.

#### VI.1.2 - Application à l'étude

- Si nous appliquons ces considérations générales à notre étude, nous pouvons dire que les recommandations formulées dans le chapitre précédent sont du niveau "matériel" (choix du matériau, de la mise en oeuvre, etc ....)

Mais quelles recommandations de niveau "immatériel" formuler afin de faire rentrer dans les faits celles du chapitre précédent ? C'est l'objet du présent chapitre.

- Ces recommandations s'appliquent non seulement à l'échelle locale mais surtout à l'échelle nationale. Nous pensons en effet que les idées seront plus facilement transmises localement si elles partent de ministères, de centres de recherche ou d'instances politiques.
- Avoir une nouvelle idée est plus aisé que d'en assurer son lancement jusqu'au stade de sa première application.

Toute idée peut être mesurée en "chance d'aboutissement" qui est fonction :

- . du degré de perception du problème par les différents agents, allant jusqu'à la motivation de ceux qui doivent le faire aboutir,

- . du degré de ramification des causes du problème, car plus le problème est ramifié, plus il est difficile à résoudre,
- . de la durée de l'action engagée sachant que plus elle est courte, plus elle a de chances d'aboutir.

Ainsi, par exemple, on peut dire que la "chance d'aboutissement" de la fabrication (décrite dans le chapitre précédent) de la brique type "G" dans la nouvelle unité de production de matériaux d'argile de FREHA est grande, puisque :

- la durée de l'action est courte (l'unité est en cours de montage),
- le problème technique est simple à résoudre (choix du type de filières)
- les agents, c'est-à-dire le M.H.C. par le biais de l'I.N.E.R.B.A., sont motivés par la lecture de ce rapport.

Nous recommandons, dans ce chapitre, la création d'actions qui peuvent se ranger dans les trois domaines :

- de l'information
- de la formation
- et de la réalisation.

## VI.2 - ACTIONS D'INFORMATION

L'information utilise des supports matériels qui peuvent aller de la brochure à l'audiovisuel en utilisant des réseaux de transmission.

### VI.2.1 - Les supports

#### VI.2.1.1 - La brochure ou l'affiche

C'est le support le plus simple. Son utilisation est généralement publicitaire ou administrative. Sa fonction est essentiellement de montrer ce que l'on peut faire ou ne pas faire, sans être d'aucune aide au moment de la réalisation.

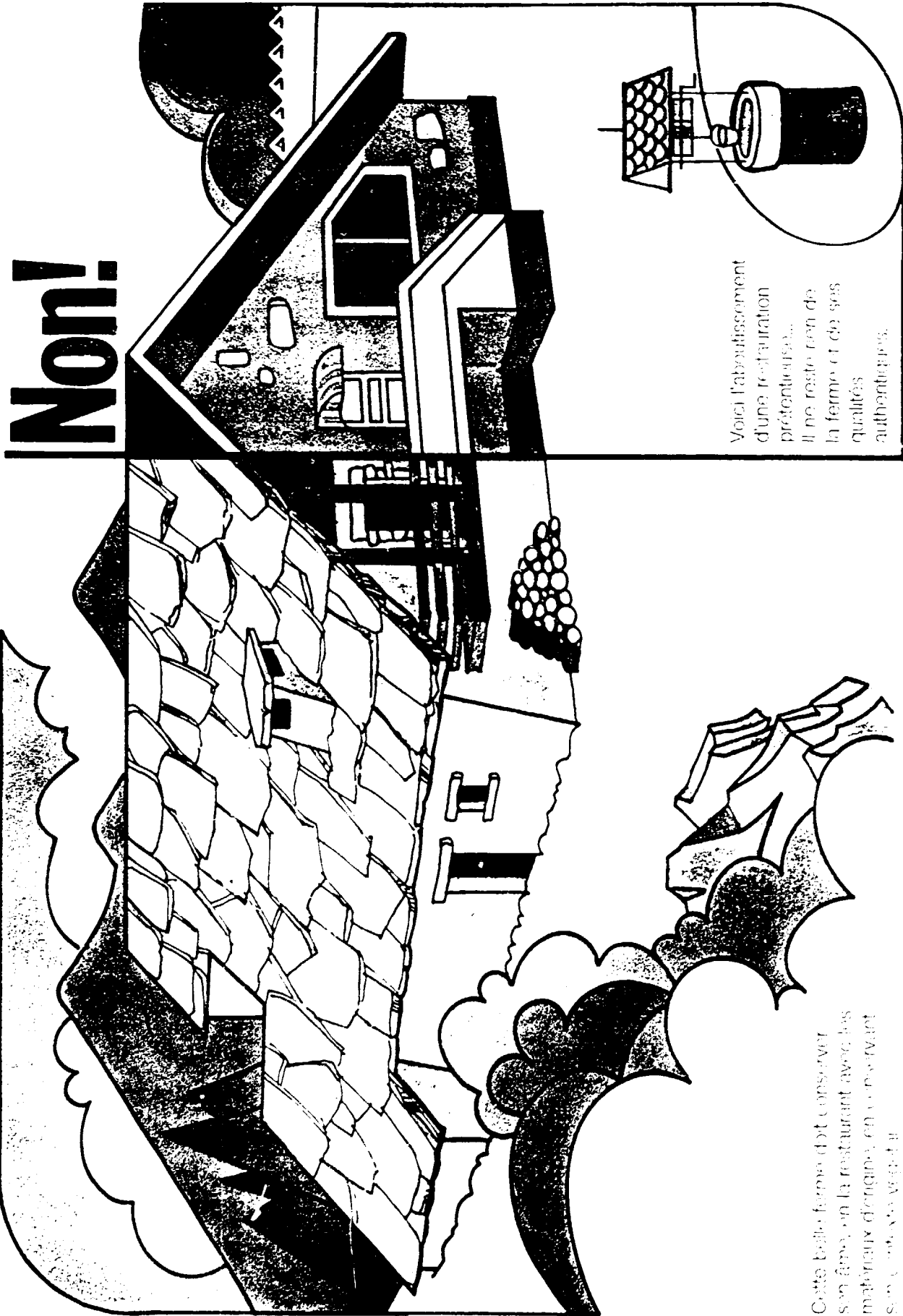
Elles peuvent être réalisées par le D.U.C.H. ou l'A.P.C. pour énoncer des règles simples d'urbanisme ou d'utilisation de matériau en vue du permis de construire.

A la page suivante, se trouve l'exemple d'une brochure de D.D.E. en France.

#### VI.2.1.2 - Le manuel d'utilisation

Sa fonction est celle d'un guide lors de la conception ou de la réalisation.

- Nous donnons page suivante l'extrait d'une brochure de 60 pages réalisée il y a 12 ans en Tunisie et encore très utilisée par les techniciens et les praticiens de ce pays.
- Se trouve ensuite l'extrait d'une brochure de 35 pages réalisée pour des agriculteurs à la suite du tremblement de terre du GUATEMALA en 1976. Il est à noter que ce manuel a été remodelé 14 fois avant d'être compréhensible pour les autoconstructeurs.
- Ce type de manuel peut aussi être présenté sous forme de placard publicitaire dans des journaux.



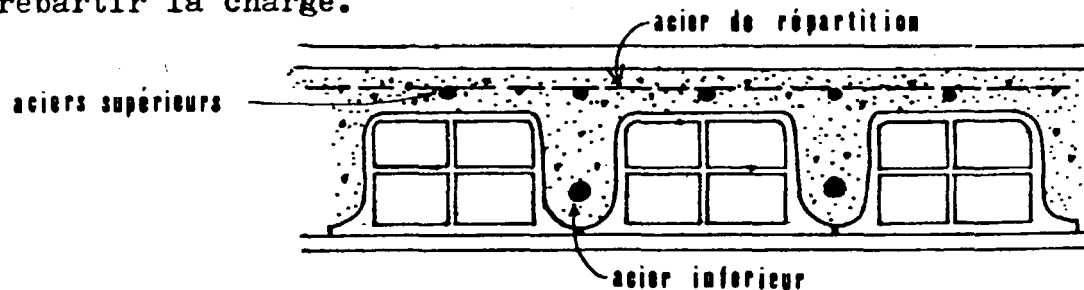
# Non!

Voici l'aboutissement  
d'une restauration  
prétextuelle...  
Il ne reste rien de  
la ferme et de ses  
qualités  
authentiques.

Cette belle ferme doit conserver  
son âme, en la restaurant avec les  
matériaux d'origine, en conservant  
son caractère vivant.

EXTRAIT DE LA BROCHURE D.D.E. D'UN DEPARTEMENT FRANCAIS.

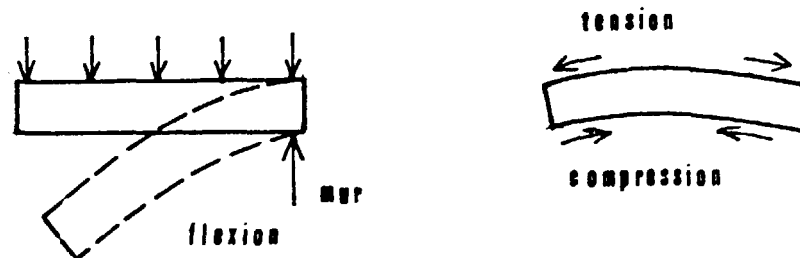
c - Le ferrailage du plancher consiste à armer les nervures comme de petites poutres. On dispose à leur partie inférieure des aciers pour reprendre les efforts de traction dus à la flexion. A la partie supérieure on met de petits aciers qui ne servent qu'à tenir les étriers. La dalle de béton travaille en principe en compression et on y ajoute des petits aciers perpendiculaires aux nervures pour répartir la charge.



## V. CONSTRUCTIONS SPECIALES

### a - Porte à faux

Une poutre en porte à faux ou en console, est une poutre encastree à une extrémité et libre à l'autre. Quand une poutre de ce type est chargée, elle fléchit de telle sorte que la partie supérieure est tendue et la partie inférieure comprimée. Par conséquent les aciers principaux sont situés dans la partie supérieure.



### b - Préau

Un préau est le plus souvent une dalle en porte à faux que l'on peut considérer comme une multitude de poutres en porte à faux juxtaposées. Donc les armatures sont dans la partie supérieure de la dalle dans le sens de la portée. Pour répartir les charges, on ajoute des aciers dans le sens transversal (d'où ferrailage en quadrillage).

En console on peut atteindre une portée de 2 m environ sans dépenses excessives. Le problème essentiel est d'assurer un bon encastrement à l'appui.

### c - Dalle circulaire

Elle est à concevoir comme une dalle ordinaire, appuyée sur son pourtour. Elle fléchit au milieu et la partie tendue est en bas. Le ferrailage inférieur est exécuté en plan comme suit :



LA NUEVA DALA PUEDE TONERSE POR ATRAS.  
SE LIGARÁ A LOS CASTILLOS, Y LAS VIGAS  
DEL TECHO DESCUBIERTAS SE AMARRARÁN  
A LA NUEVA DALA...

ALAMBRONES DE 1/2"

CINCUENTA POR  
PIEZA

MURO  
EXISTENTE

TECHUM-  
BRE  
SIN  
QUITAR

TECHUMBRE  
SIN QUITAR

AFUNTAMIENTO  
PROVISIONAL

VISTO  
DE  
LADO

PARA PAREDES DE PIEDRA BOLA: SE FA  
LO MISMO Y SE AUMENTA EL FALDON IN

EN LOS MUROS EXISTENTES DE  
PIEDRA Y LODO QUE SE VAYAN  
A CONSERVAR SE TENDRA  
LA MISMA SOLUCION ANTE-  
RIOR, PIMENTANDO EL  
FALDON INTERIOR DE  
15CMS QUE SE MUE-  
STRAN EN LA FIGURA

1000000  
PULGADAS

(2 pulgadas)  
50CMS

(6 pulgadas)  
100CMS

2 VARIAS  
DE 1/2" CON  
ESTRIBOS  
CADA  
30CMS.

MURO EXISTENTE DE PIEDRA  
Y LODO O DE PIEDRA Y MOR-  
TERO SUAVE DE CAL.

VISTO  
DE  
LADO

RECUERDESE QUE LOS MUROS DE  
PIEDRA BOLA Y LODO, NO SON  
MUY RECOMENDABLES...

### VI.2.1.3 - Les fiches

Ce support semble être le plus adapté à la communication relative aux technologies appropriées.

En effet, la majorité des acteurs concernés se trouvent dans des zones rurales éloignées des centres d'information des grandes villes ou des capitales. Ces centres privilégient d'ailleurs l'information de caractère universitaire ou de recherche (qui se rapproche des technologies d'avant-garde). Leur accès n'est pas aisé : bibliothèque, exploitation de gros volumes, etc ...

Par contre, le "support fiche" n'a pas d'inertie dans son utilisation : il est aisé à isoler, consulter, modifier et adresser.

L'annexe présente un type de fiches réalisées par un réseau international composé de différents organismes s'intéressant aux technologies appropriées auquel pourrait d'ailleurs adhérer l'I.N.E.R.B.A. pour, non seulement, utiliser des fiches utiles à la construction en Algérie, mais aussi réaliser de nouvelles fiches à partir de problèmes spécifiques au pays qui, réinjectés dans le réseau, pourraient être utiles ailleurs.

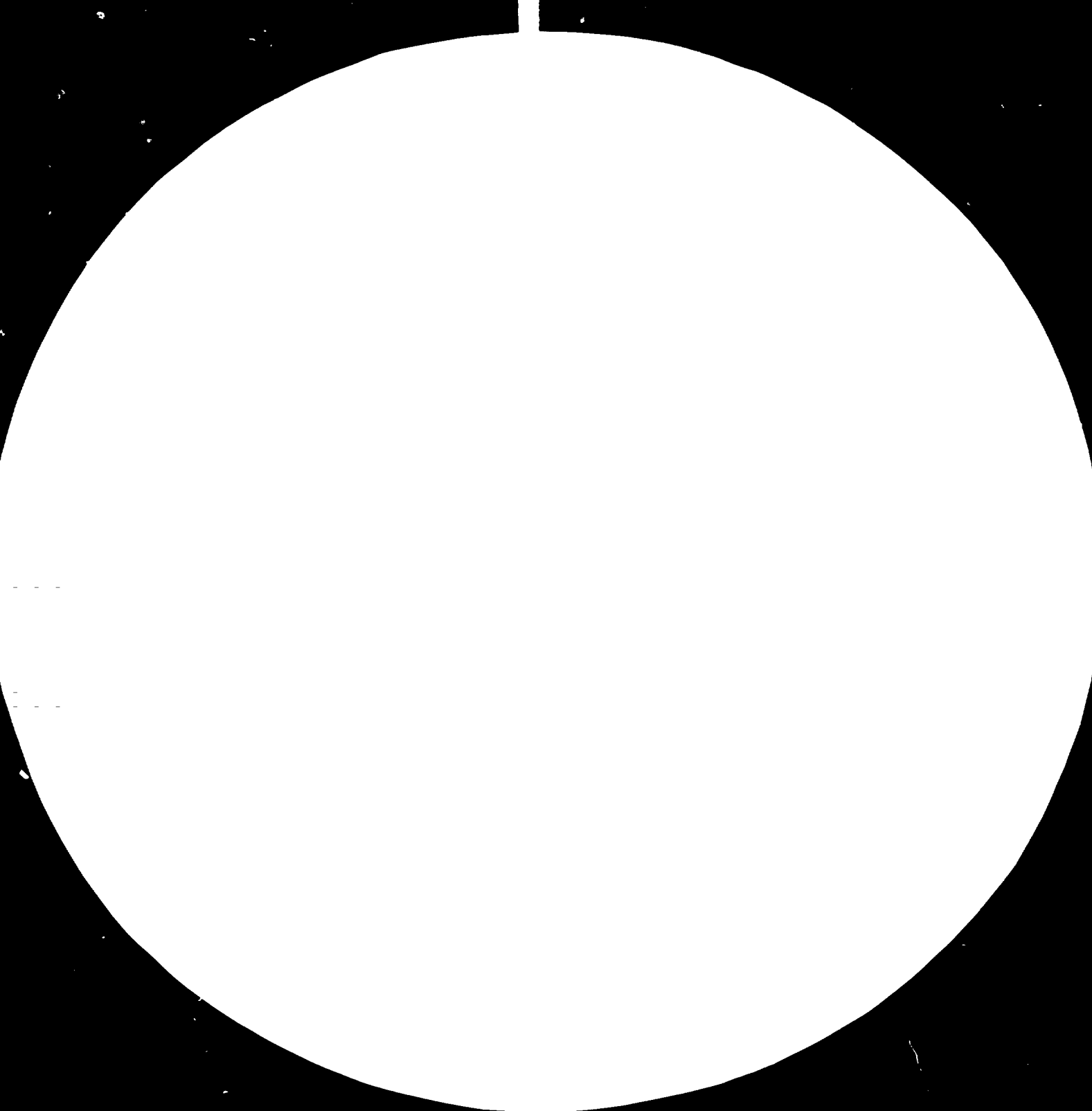
### VI.2.1.4 - L'audiovisuel

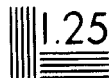
C'est un autre type de support : des diapositives et des émissions de télévision pédagogiques sont facilement concevables dans le domaine de la construction.

### VI.2.2 - Les réseaux

- Des réseaux de transmission d'information extra nationaux existent. Ils dépendent soit de sociétés multinationales, soit d'Agences bilatérales ou multilatérales, soit de la nature même de l'information qu'ils privilégient. Ainsi, dans le domaine de l'utilisation des ressources locales pour l'habitat, chaque pays devrait pouvoir bénéficier de l'expérience existante dans d'autres continents sur l'utilisation de la même matière première sous les mêmes exigences géoclimatiques. C'est à ceci que s'attachent des réseaux tels que le réseau OIKOS décrit dans l'annexe.







- Des réseaux de transmission d'information nationaux existent aussi. Il y a les informels comme la famille, les voisins, l'ouï-dire, etc ..., et les plus formels comme les médias, les instances politiques (décisions du comité central du 1er janvier 1980), l'administration (les subventions d'autoconstruction), etc ...
- Pour ce qui nous concerne, il y a lieu de voir les réseaux qui pourraient être créés ou entretenus pour privilégier l'information de technologies appropriées, du type de celles décrites dans le chapitre précédent. Ce ne peut être fait d'une manière exhaustive dans le cadre de cette étude.

Nous formulons simplement deux recommandations qui devraient porter leurs fruits à court terme :

- . Le bénéficiaire de l'autoconstruction (ils sont 230 à AIN-EL-HAMMAM) reçoit, en même temps que ses matériaux un manuel de construction gratuit, réalisé par l'I.N.E.R.B.A. et transmis à la Wilaya, via le M.H.C.

Ce manuel simple décrit, entre autre, comment optimiser l'utilisation du ferrailage et du ciment (cf. chapitre précédent).

- . Lorsque l'I.N.P.E.D. effectue l'étude de fiabilité d'un projet d'unité de fabrication ayant rapport avec le bâtiment, elle demande l'avis de l'I.N.E.R.B.A. qui, par le réseau d'information qu'il entretient, peut apporter d'utiles remarques ; par exemple : à propos de l'unité de production de matériau d'argile de FREHA, proposer la fabrication, non pas de tuiles et de briques classiques, mais celle plus adaptée à la région : de brique "G" et de tuiles canales mécaniques (cf. chapitre précédent).

### VI.3 - ACTIONS DE FORMATION

Celles-ci peuvent s'appliquer dès l'enseignement primaire jusqu'à l'enseignement supérieur. Elles doivent aussi concerner les travailleurs et les entreprises.

#### VI.3.1 - A l'école

De nombreuses actions sont envisageables. Elles peuvent par exemple, concerner la connaissance du milieu : les enfants étudient les ressources locales existantes (qualité de la pierre, de l'argile, du bois, etc ...). Ils analysent leur village : son mode de construction ancien et actuel. Elles peuvent aussi se présenter sous la forme de jeux éducatifs du type jeux de construction initiant à la résistance des matériaux ou à la statique.

#### VI.3.2 - Dans des centres de formation

D'après le recensement M.P.A.T. E.R.G.P.H. . ., il y a dans la commune de TIZI OUZOU pour 130 000 actifs : 26 000 sans travail (mais attention; il semble que les tâcherons non patentés aidant, par exemple, une famille à la construction de sa maison aient été recensés comme sans travail). Parmi ces 26 000 sans travail, il y en a 15 000 qui ont déjà travaillé et 900 qui ont au moins le niveau du B.E.P.C. (cf. voir rapport socio-économique).

Prenant en considération ces données, la Wilaya a créé un centre de formation de techniciens ayant un effectif d'environ 300 stagiaires. Le contenu de cette formation devrait prendre en compte les propositions écrites plus haut.

#### VI.3.3 - La formation des professionnels

- L'enseignement supérieur (écoles d'ingénieurs, d'architectes ou autres) privilégie souvent les connaissances relatives aux techniques dites de pointe, ce qui amène le concepteur de bâtiment à utiliser dans la pratique "tel quel" le produit proposé par le transformateur de matière première, plutôt qu'à transformer la matière elle-même.

Et cependant n'est-il pas aussi important de concevoir des produits que de concevoir des bâtiments utilisant les produits existants ?

N'est-il pas aussi important de former de futurs professionnels qui, non seulement, sauront "faire un plan" mais qui connaîtront aussi les vertus de la chaux grasse, hydraulique ou artificielle ? qui connaîtront les ressources naturelles de telle ou telle région et qui sauront les utiliser ? qui n'adopteront pas la solution de facilité qui consiste à puiser dans un catalogue de matériaux existants, parfois importés, et souvent inappropriés pour la région en question ?

- Des stages pratiques ne nous semblent avoir un intérêt que si ils sont d'une durée suffisamment longue pour correspondre à la durée d'un chantier et pour engager la responsabilité du professionnel.

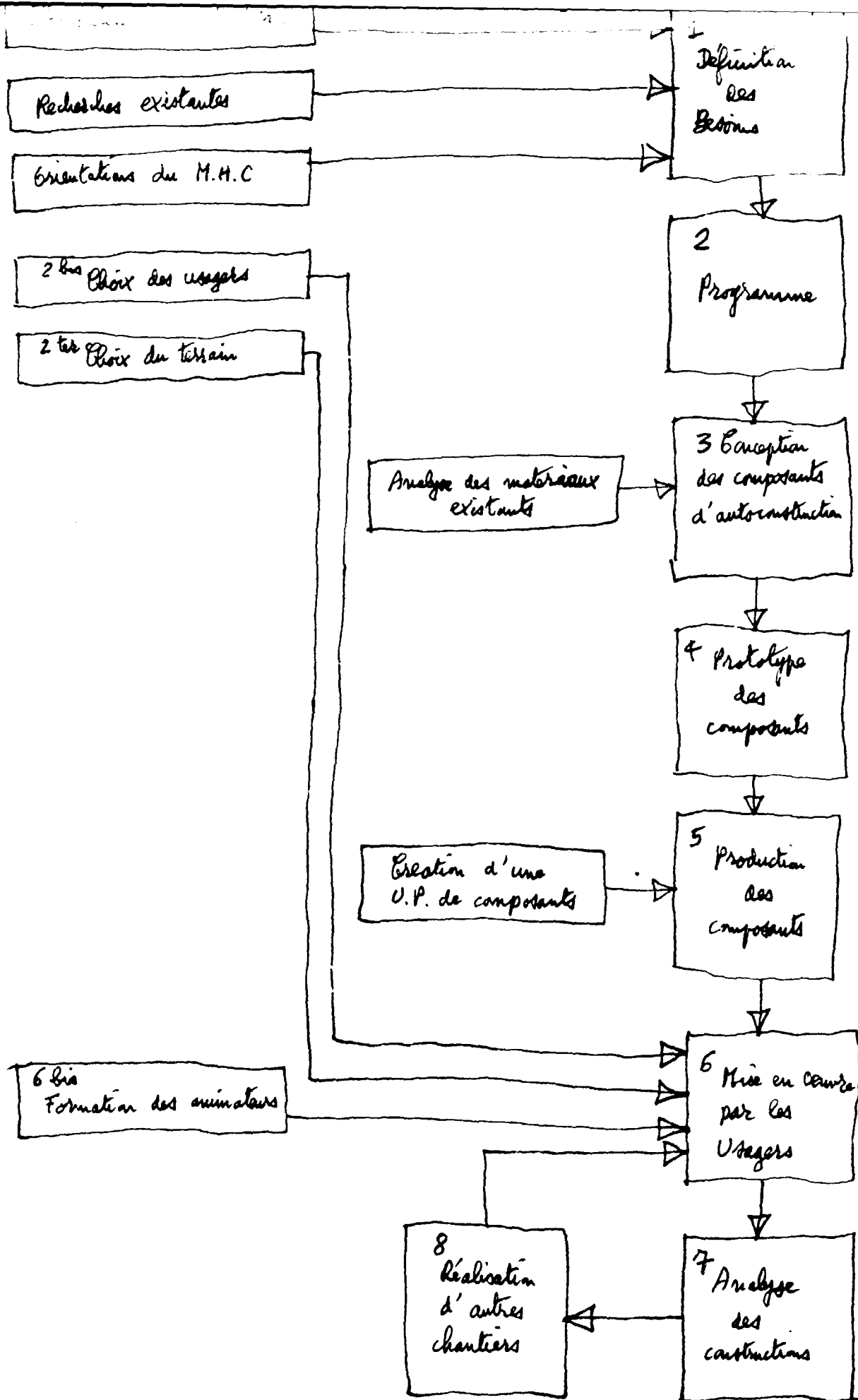


#### VI.4 - ACTIONS DE REALISATION

- Ces actions ont comme intérêt d'impliquer tous les intervenants et d'avoir valeur d'exemple et de test.

Mais, alors que les propositions effectuées plus haut doivent entraîner des résultats à court terme (modification des matériaux, création de fiches ou de manuels, etc ..), les actions de réalisation ne peuvent produire d'effet qu'à plus long terme, puisqu'il faut : effectuer les études, assurer la formation et surtout réaliser. Le principal intérêt de ce type d'action est l'effet d'entraînement qu'elle peut produire à partir de la démultiplication des réalisations créant une modification en profondeur des structures de production.

- Nous proposons ci-dessous une démarche réaliste, applicable en Grande Kabylie, pour la réalisation d'un ensemble de logements autoconstitués. Il est à noter que, pour le succès de l'opération, chaque phase est nécessaire.



Démarche nécessaire à la réalisation d'un habitat autoconstruit.

. Phase 1 - Définition des besoins

Les points de départ de celle-ci sont :

- les données du Ministère de l'Habitat (normes, surfaces; règlements, etc ....),
- les recherches déjà effectuées dans ce domaine (à l'I.N.E.R.B.A., à l'E.P.A.U., au Centre de Recherche, etc ...),
- les observations sur l'habitat local à partir desquelles une meilleure définition est donnée sur :
  - . les modes de vie,
  - . les séquences du temps social,
  - . les appropriations d'espaces,
  - . etc ....

. Phase 2 - Définition du programme

Pour être rapidement réalisable, celui-ci doit correspondre à une opération-test, non ambitieuse quantitativement (entre 50 et 100 logements), mais intégrant un maximum de contraintes caractéristiques de l'habitat local.

Cette opération-test doit être un modèle dont la répétition et l'adaptation suivant le contexte local, permettra de réaliser, en les diversifiant, un grand nombre d'habitations.

. Phase 2 bis - Choix des usagers

Le choix et la préparation du groupe de futurs usagers-constructeurs doit tenir compte de leur capacité d'aide à la réussite de l'opération-test, mais doit aussi être un échantillonnage représentatif de la population nécessiteuse de logements.

. Phase 2 ter - Choix du terrain

Le terrain choisi doit avoir sa viabilité préalablement réalisée suivant les principes d'assainissement minimum.

(Ces phases décrites ci-dessus sont en cours à propos de l'étude de l'I.N.E.R.B.A. sur le village déplacé de AIN SIDI-AMHED).

. Phase 3 - Conception des composants d'autoconstruction

Cette conception doit tenir compte :

- des données du programme préalablement défini en phase 2.
- des ressources et des matériaux locaux disponibles.
- des contraintes de l'autoconstruction (en poids, en assemblage, en matière de sécurité, etc ....)

. Phase 4 - Réalisation des prototypes des composants - Essais

Cette phase doit être réalisée conjointement avec la précédente. La conception dépendra des résultats, des essais effectués en accord avec le C.T.C. et de ceux effectués avec les futurs animateurs de chantier.

. Phase 5 - Production des composants

Durant cette phase est produite la première série de composants nécessaires à l'opération-test (50 à 100 logements). C'est la base de l'organisation d'une unité de production de composants d'autoconstruction.

. Phase 6 - Mise en oeuvre des composants sur le site par les usagers (assistance aux autoconstructeurs)

C'est la phase la plus importante du projet. Son déroulement est soigneusement analysé pour en tirer les conclusions utiles aux futurs chantiers et éventuellement effectuer une remise en question au niveau :

- . du programme,
- . de la conception des composants,
- . ou de l'organisation de l'encadrement de la mise en oeuvre.

Préalablement à cette phase, les phases 2 bis (choix et motivation du groupe d'usagers) et 2 ter (choix et viabilisation du terrain) doivent évidemment être terminées, de même que la phase 6 bis :

./.

Formation des animateurs dont l'objet est :

- . l'acquisition des connaissances théoriques nécessaires au chantier,
- . les exercices du montage durant les essais des prototypes,
- . la rédaction d'un manuel d'utilisation simple et clair.

. Phase 7 - Analyse des maisons produites

Cette analyse doit permettre de reproduire, en l'améliorant, cette opération à un grand nombre d'exemplaires. Des modifications pourront être effectuées jusqu'au niveau du programme.

Durant cette phase, le manuel d'utilisation, vu son importance, devra sans doute encore être remodelé en vue de l'expérience acquise lors de l'opération-test, et ce, sous la responsabilité des animateurs et de l'équipe d'experts.

Nous insistons plus particulièrement sur la formation des animateurs. Elle est fondamentale et nécessite d'importants moyens, d'autant plus que le nombre des animateurs sera important sur le chantier (plus que l'encadrement d'un chantier classique) et qu'ils devront avoir une présence permanente et continue durant toutes les phases de réalisation.

VII - CONCLUSIONS

Cette étude avait un double rôle :

- d'une part celui de formuler des propositions directement et rapidement utiles à la région concernée.

Nous rappelons brièvement les recommandations principales d'ordre "matériel" formulées dans cette étude :

- . Le B.T.S. n'est pas approprié à la Haute Kabylie
- . Le SIPOREX doit être progressivement abandonné dans cette région
- . L'emploi du fer à béton et du ciment doit être optimisé
- . Les briques type "G", les briques d'angle et les tuiles canales à emboîtement seraient d'un grand intérêt en Grande Kabylie.

Nos recommandations d'ordre "immatériel" sont, à court terme,

- . D'imposer la fabrication de la brique "G", de la brique d'angle et de la tuile canale à emboîtement à l'unité de production de FREHA,
- . De réaliser un manuel de mise en oeuvre pour l'autoconstructeur qui recevra obligatoirement ce document en même temps que les matériaux,
- . De réaliser une brochure remise en même temps que le dépôt de demande de permis de construire.

Nos recommandations sont, à moyen terme, d'une part d'intégrer les organismes de recherche Algériens à des réseaux d'information privilégiant les "technologies appropriées" (du type G.R.E.T.) en utilisant leur type de fiche comme support d'information et d'autre part de réaliser un ensemble d'habitation autoconstruites utilisant la démarche décrite dans le dernier chapitre.

- D'autre part, celui d'avoir valeur d'exemple, pour le même type d'études, sur d'autres régions Algériennes

Sans attendre le bien fondé des propositions de cette étude qui ne pourra être établi que lorsque seront évalués les résultats de la mise en oeuvre de nos recommandations, nous proposons (et pour ce, sommes à la disposition du Gouvernement Algérien) d'appliquer la même méthodologie à l'étude des potentialités locales de construction dans d'autres régions Algériennes.

VIII - ANNEXE



- Description d'un réseau d'information privilégiant les "technologies appropriées" dans le domaine de la construction.
- Exemple de quelques fiches réalisées par ce réseau.

## G.R.E.T.

GROUPE DE RECHERCHE SUR LES TECHNIQUES RURALES  
34, rue Dumont d'Urville, 75116 PARIS - Tel. : 260.36.80

ORGANISME

FRANCE

LE GROUPE DE RECHERCHE SUR  
LES TECHNIQUES RURALES

FICHE REPERTOIRE

GRET 1/11

### LE GRET

Le GRET - Groupe de Recherches sur les Techniques Rurales est une association sans but lucratif, régie par la loi de 1901. Son siège est installé à Paris, dans les locaux du Centre de Recherches Technologiques Culturels et Techniques Internationales - C.R.C.T.I.

Le Groupe reçoit une aide financière de l'Université de Paris, du Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération.

### OBJECTIFS

Le GRET poursuit les objectifs suivants :

- Etablir des contacts avec les personnes, privées ou publiques, intéressées par les problèmes de technologies appliquées au développement des zones rurales ;
- Rassembler un maximum d'informations sur des technologies et sur les besoins des praticiens mais aussi des étudiants, des enseignants et toute personne intéressée ;
- Mettre à la disposition des praticiens du développement rural les données ainsi recueillies et qui peuvent les aider dans leur intervention sur terrain ;
- Réaliser toutes activités d'information, de formation, de conseil, liées au problème technologique.

Complément d'information :

- GRET (MM. COLLOMBON et HOPPE)  
34, rue Dumont d'Urville - 75116 PARIS - Tél. : 260.36.80 - et C.R.C.T.I.

#### DOMAINE DE COMPETENCE

Le GRET s'intéresse essentiellement au secteur que l'on désigne maintenant communément par le terme de "technologies appropriées". Encore se limite-t-il aux outils ou pratiques qui concernent plus particulièrement le développement des zones rurales.

Dans cette approche, le potentiel local (acquis technique traditionnel, matériaux, disponibilités en main d'oeuvre) ainsi que les contraintes liées aux données écologiques, socio-économiques, voire culturelles et politiques, sont par principe, prises en compte.

Le GRET a donc pour but de pallier une double lacune : celle de la mise à disposition des intéressés, mais plus particulièrement des praticiens de terrain, d'une information technique déjà existante mais ignorée et celle de faire connaître, voire susciter, des recherches de nouvelles "technologies appropriées" grâce aux acquis scientifiques actuels.

C'est ainsi, à titre d'exemple, que dans le premier but, le GRET recense et diffuse, sous forme de fiches, des techniques simples, mais non universellement connues, d'élevation de l'eau, et que, dans le deuxième but, le GRET prépare, grâce à son unité Technomedia, un film-bilan des recherches pour les applications de l'énergie solaire dans le développement rural.

#### STRUCTURE

Le GRET est dirigé par l'Assemblée Générale de ses membres (personnes physiques ou morales). Son Bureau est assisté d'un Conseil Scientifique composé de personnalités du monde français de la science. Le secrétariat est composé des services techniques et des services logistiques. Les services techniques sont :

- documentation
- codification
- diffusion

Le service de codification regroupe deux unités, le fichier Encyclopédique du Développement pour le médium écrit et Technomedia pour le médium audiovisuel.

Le service de diffusion regroupe également deux unités, Questions-Réponses Développement et l'Unité de liaison avec le réseau GRET.

Les services logistiques sont également au nombre de trois :

- l'unité traduction
- l'unité secrétariat
- l'unité librairie.

Autour du point névralgique que constitue le secrétariat général, convergent

des cellules Thématiques de recherches, groupes actuellement informels, décentralisés, qui rassemblent les personnes : étudiants, enseignants, boursiers, praticiens, retraités..., intéressées, en France, par les problèmes liés à l'adaptation technologique d'un secteur précis aux conditions des pays en voie de développement.

Chaque cellule thématique constitue la base arrière d'un Réseau thématique de communication, partie intégrante du Réseau OIKOS, "réseau de communication pour le développement" qui, relie entre eux les praticiens ou les groupes où qu'ils se trouvent, intéressés par les mêmes thèmes.

#### FONCTIONNEMENT

Le schéma de la page intercalaire, résume le principe de fonctionnement du GRET.

Un groupe (A) s'adresse au GRET (B) pour la résolution d'un problème précis. Le GRET mobilise la cellule thématique correspondante. Celle-ci effectue une recherche interne (Ri) et une recherche externe (Re) par le réseau thématique dont elle fait partie. La réponse est, d'une part, envoyée au demandeur, d'autre part codifiée sous forme de fiches qui sont éditées par le secrétariat (B) et mises en circulation sur le "réseau de communication pour le développement" OIKOS - Ce service est donné à des groupes de préférence à des individus isolés.

Par ailleurs, le GRET effectue des recherches internes afin de préparer des séries de fiches sur des thèmes prioritaires. En 1976, par exemple, les recherches internes ont porté sur les systèmes simples d'éclairage et sur les énergies nouvelles.

Ces fiches sont distribuées sous forme de dossiers.

#### SERVICES

En bref, le GRET peut assurer les services suivants :

- traiter une question technique à l'intérieur des organismes compétents (cellules ou organismes officiels) ;
- fournir de la documentation classique (ouvrage, tirés-a-part, microfiches, articles...) sur des thèmes intéressant les technologies appropriées ;
- envoyer des fiches selon un service "personnalisé" ou sous forme de dossiers thématiques ainsi que des annuaires, guides et répertoires ;
- envoyer des fiches, montages diapo, vidéo-cassettes, cassettes ;
- réaliser des activités de formation sous forme de seminaires-ateliers et de stages techniques.

## QUELQUES QUESTIONS

### Qu'est-ce que les fiches ?

Les fiches, véhicules de l'information, sont de cinq sortes.

- Les fiches jaunes sont des fiches de présentation.
- Les fiches blanches ou fiches techniques décrivent une technique ou un instrument particulier. Elles contiennent, d'une part, une grille simple d'identification, un cartouche de classification et des adresses pour complément d'information et, d'autre part, l'origine de la technique ou de l'instrument, l'environnement dans lequel il se trouve, une description éventuellement illustrée par des schémas simples. La fiche technique a simplement pour but de présenter une technique, de la faire connaître.
- Les fiches bleues ou fiches-répertoire contiennent les noms et adresses des groupes, organismes et spécialistes s'intéressant aux technologies appropriées au développement. (Ces adresses sont classées par pays et par thème, des listes de constructeurs, des références de services ou encore des données plus détaillées sur certains organismes importants.
- Les fiches vertes ou fiches-cas contiennent des informations aussi complètes que possibles sur un cas précis où une expérience de développement à la base a été réalisée. Cette expérience peut d'ailleurs être un échec ou une réussite ; dans les deux cas, elle sera décrite avec le souci de mettre l'accent sur les éléments qui peuvent être utiles aux autres praticiens du développement sur le plan de leur information.
- Les fiches saumon ou fiches-méthode contiennent des données méthodologiques pouvant être utiles au praticien de terrain. Il s'agit d'éléments simples et directement opérationnels. Les fiches-méthode peuvent porter sur des sujets très variés.

### Comment se procurer les fiches ?

- Par abonnement : celui-ci coûte 50 F par an et permet de recevoir les 4 à 6 fascicules édités chaque année.
- Par commande directe auprès du GRET - 34, rue Dumont-d'Urville - 75116 PARIS - Tél. 269.35.90 (poste 306).
- Le premier fascicule est sorti en Juin 1976 et comprend 25 fiches.

### Comment est constitué le fichier ?

Le fichier est constitué progressivement à partir d'informations en provenance des sources les plus diverses, mais plus particulièrement du réseau que constituent les praticiens du développement : une partie de l'information provient des ouvrages et documents déjà écrits sur certaines questions, une autre partie provient du potentiel d'expériences accumulées par des praticiens (missionnaires, techniciens, etc...) au cours d'un long "vécu" professionnel dans les pays en voie de développement ; une dernière partie émane, au fur et à mesure des volontaires actuellement en place sur le terrain et qui acceptent de faire part des informations dont ils peuvent disposer afin que celles-ci, une fois injectées dans le réseau grâce au support que constituent les fiches, parviennent aux autres praticiens.

L'information est actuellement centralisée au Secrétariat du GRET à Paris. Cette information y est "codifiée" sous forme de fiches par d'anciens volontaires praticiens du développement rural ; elle est ensuite diffusée auprès d'un certain nombre de personnes et d'organismes aux fins de caractériser éventuellement puis éditer "en fiches".

Au fur et à mesure de la mise en place des réseaux thématiques, ceux-ci approvisionnent en informations les cellules thématiques de recherches elles-mêmes. Ce sont elles qui réalisent alors le travail de codification.

### Comment participer au réseau de communication pour le développement ?

Le praticien du terrain peut s'adresser au GRET qui lui envoie une grille d'identification. Celle-ci permet de savoir qui il est, ce qu'il fait et où il le fait. En outre, grâce à cette grille, le praticien va préciser les secteurs dans lesquels il est pourvoyeur potentiel d'informations et ceux dans lesquels il est demandeur d'informations. Il est ensuite placé dans une série de " tiroirs " en fonction de ses deux profils.

Le chercheur, l'enseignant ou l'étudiant peut également prendre contact avec le GRET qui lui indiquera si, dans sa spécialité ou celle dans laquelle il pense travailler, il existe déjà un réseau thématique et une cellule. Si cela existe, il sera mis en contact avec les animateurs. Si cela n'existe pas, il sera placé sur une liste qui permettra éventuellement de monter le réseau et d'installer une cellule par la suite.

# G.R.E.T.

GRUPE DE RECHERCHE SUR LES TECHNIQUES RURALES  
34, rue Dumont d'Urville, 75116 PARIS - Tél. : 260.36.80

HABITAT - CONSTRUCTION  
Construction en terre crue  
Reconnaissance des sols sans  
l'aide d'un laboratoire

Prototype ou essai	
Expérimentation large	X
Utilisation couran.	

Classification  
C.D.U. T 159  
G.R.E.T.

## ORIGINE

Transcription d'un savoir faire millénaire

## ENVIRONNEMENT

Il s'agit de reconnaître un sol afin de déterminer son aptitude à constituer un matériau de construction. Cette technique se réalise sans les outils spécifiques aux laboratoires d'analyses des sols.

## PRINCIPE

La connaissance sensitive du matériau renvoie à une grille d'identification.

### COMPLEMENT D' INFORMATION :

CONSTRUCTION EN TERRE. Bouillane. Dnat. Vitoux.

U.P.A.G. - A.D.E.T.E.N. 21, rue Lesdiquières - GRENOBLE 38000

Edité par le C.F.R.A. 1, rue Jacques Callot - PARIS 75006

BATIR EN TERRE : Collection technique américaine - C.R.E.T. (épuisé) qui est la

traduction de : HANDBOOK FOR BUILDING HOMES OF EARTH :

( Lyle A. Woofskill - Maine A. Eunlap - Bob Gallaway )

Agency for International Development - U.S. Department of housing  
Development - Washington D.C. 20-410

Disponible au S.M.U.H. - 11, rue CHARDIN - 75016 PARIS - et

à l' A.D.E.T.E.N. 21, rue Lesdiquières - 38000 GRENOBLE

Fiche rédigée par G. GARRY le 3/ 01 / 1977

a) - TEST D'HUMUS .

C'est le premier test à réaliser. En effet, les terres qui contiennent trop de matières organiques sont impropres à la construction car elles sont trop instables et risquent de réagir avec les stabilisants éventuels. En outre, l'humus doit être séparé du reste de l'échantillon pour les mesures de granulométrie.

- Examen de l'odeur.

Le sol organique a une odeur de moisi, sur tout quand on vient de l'extraire, de même si on le mouille, puis si on le chauffe. Il est foncé, d'une couleur allant du brun au noir. Ce sont des sols dont il faut se méfier, car ils contiennent des matières en décompositions dont on ignore l'influence sur la résistance.

- Test à solution basique.

L'humus contenu dans une terre peut être facilement décelé au moyen d'une solution basique. Les solutions qui peuvent être utilisées sont la soude ou la potasse à 3 %. Dans la pratique, on introduit 50 à 100 g de terre sèche (et dont les mottes ont été écrasées) dans une éprouvette contenant 300 à 400 millimètres de soude en solution à 3 %. On mélange soigneusement par agitation, puis on laisse reposer pendant au moins 24 heures. Une coloration brun foncé ou noirâtre révèle la présence d'humus. Une terre ayant donné ce résultat doit être rejetée.

Il faut noter que les 24 heures de repos du mélange, terre plus solution alcaline, représentent un minimum, et il est des cas où l'on doit attendre 48 heures pour émettre un verdict.

- Test à solution alcaline.

Préparer une solution à l'eau de chaux. Delayer de la chaux vive ou éteinte dans de l'eau (environ 1 kg de chaux pour 3 litres d'eau) ; laisser reposer pendant 10 heures, récupérer par siphonage la solution de chaux ; procéder comme ci-dessus. Laisser reposer pendant 48 heures. Le résultat sera moins significatif car les colorations seront moins foncées en présence d'humus que dans la solution basique.

Cette épreuve n'est pas toujours aussi probante en présence de polysaccharides (décomposition microbologique de substance organique), car elle donne des solutions presque incolores.

-Enfin, il faut insister sur le fait qu'une terre, même avec un contenu d'humus élevé et stabilisée au ciment ou à la chaux, présente en général une résistance à la compression assez intéressante dans un premier temps,

ceci ne signifie pas qu'une telle résistance se conserve longtemps bien au contraire . C'est pourquoi il vaut mieux utiliser un matériau dépourvu de matières organiques en décomposition .

b) - ESSAI DE MORSURE.

Prendre une pincée de terre et l'écraser entre les dents.

- Les particules de sable grincent dans les dents ; sensation désagréable.
- les particules de limon sont beaucoup plus petites que celles du sable et bien qu'elles grincent entre les dents, elles sont nettement moins rugueuses que le sable.
- Les particules d'argiles ne grincent pas du tout. Au contraire, l'argile paraît lisse et farineuse entre les dents.

c) - EXAMEN DE L'ECLAT

Prendre un échantillon de terre légèrement humide et le couper en deux avec un couteau. Si la superficie de l'entaille est brillante, la terre contient de l'argile très plastique ; si la superficie est terne, elle est composée de limon ou de sol argileux.

d) - TOUCHER

L'impression obtenue au toucher permet de déterminer sur place avec une exactitude suffisante, le composant de base d'un sol.

- on prend un échantillon dont on extrait les particules les plus grosses de dimensions supérieures à 5 mm (gravillons) ;

-on malaxe cet échantillon entre les doigts ou entre les doigts et la paume de la main, ce qui permet d'évaluer les dimensions des composants :

sable : en général, les particules volumineuses ou sable sec, donnent au toucher une impression de rugosité et elles ne présentent aucune cohésion. La grosseur des grains varie de 5 mm environ à celle de la particule la plus petite qui soit visible à l'oeil nu, 0,1 mm ;

limon : le limon sec donne la même impression de rugosité que le sable fin ; mais en moins accentuée ; le limon humide est d'une plasticité moyenne ;

argile : l'argile sèche se présente en mottes ou en grains assez volumineux et offre une résistance à l'écrasement. L'argile humide est très plastique et colle aux doigts ;

e) LAVAGE DES MAINS

On apprend beaucoup en se lavant les mains avec de la terre .

- Les sols argileux donnent , humides , une sensation lisse ou savonneuse et il est difficile de les rincer
- Les sols limoneux paraissent pulvérulents comme de la farine mais ne sont pas trop difficiles à rincer
- Les sols sableux sont faciles à rincer

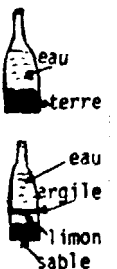
f) ESSAIS DE SEDIMENTATION

Après avoir rempli d'eau une bouteille

à fond plat, on l'agite fortement pour bien séparer toutes les particules puis on laisse reposer . Au bout d'une heure , on agite de nouveau et on laisse décanter sur une surface horizontale .

Après 30 minutes on constate que le sable s'est déposé au fond surmonté d'une couche de limon . Au-dessus on trouve l'eau contenant l'argile en suspension .

Au bout de 24 h l'argile s'est déposée au dessus du limon





TEXTURE	Examen à l'oeil nu	Presser la terre dans la main puis relâcher la pression		Rouler la terre humide entre le pouce et l'index pour former un boudin
		à l'état sec	à l'état humide	
SABLE	Le sol a un aspect granuleux et l'on peut des grains de différentes grosseurs . S'écoule facilement à l'état sec	ne se moule pas dans la main et s'effrite quand la pression se relâche	forme un moulage qui s'effrite quand on le touche légèrement	ne forme pas de boudin
TERRE GRASSE SABLEUSE	Sol essentiellement granuleux contenant assez de limon et d'argile pour lui donner une certaine cohésion . Les caractéristiques dominantes sont celles du sable	Forme un moulage qui s'effrite rapidement quand on le touche légèrement	Forme un moulage qui ne s'effrite pas si on le manipule avec soin	ne forme pas de boudin
TERRE GRASSE	Mélange uniforme de sable , de limon et d'argile . Le spectre granulométrique du sable est uniforme de grossier à fin . Pâteux et légèrement grenu au toucher ; cependant assez doux et légèrement plastique	Forme un moulage qui ne s'effrite pas si on le manipule avec soin	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales	ne forme pas de boudin
TERRE GRASSE LIMONEUSE	Contient une quantité modérée de sable et seulement un peu d'argile . Plus de la moitié des particules sont du limon . A l'état sec , est parfois d'aspect grumeleux , s'émiette et se réduit en poudre facilement	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales . A l'état de poudre est doux comme de la farine	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales . A l'état humide , s'agglomère avec effleurement d'eau	ne forme pas de boudin . A un aspect craquelé et doux au toucher
LIMON	Contient plus de 90 % de particules limoneuses avec très peu de sable fin et d'argile . Parfois grumeleux à l'état sec . Se réduit aisément en une poudre douce au toucher	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans qu'il se brise	Forme un moulage que l'on peut manipuler . A l'état humide , forme une pâte rapidement	tendance à former un boudin d'aspect craquelé . Doux au toucher
TERRE GRASSE ARGILEUSE	Sol à texture fine qui se brise en mottes dures à l'état sec . Contient davantage d'argile que la terre grasse limoneuse . A l'état sec , ressemble à l'argile . S'identifie par ses propriétés physiques à l'état humide	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans qu'il se brise	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales	Forme un mince boudin qui se brise facilement supportant à peine son propre poids
ARGILE	Sol à texture fine . Se brise en mottes très dures à l'état sec . Difficile alors à réduire en poudre douce comme de la farine . S'identifie par sa cohésibilité à l'état humide	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales	Forme un moulage que l'on peut manipuler sans précautions spéciales	Forme de longs boudins minces et flexibles

**VITA**  
**VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE**  
 3706 RHODE ISLAND AV. MOUNT RAINIER  
 USA 20 822

**HABITAT - CONSTRUCTION**  
 Constructions en béton de ciment  
 Généralités sur l'utilisation du béton.

Prototype ou essai	
Expérimentation large	
Utilisation courante	X

**Classification**  
 C.D.U.  
 G.R.E.T. I 277

**PRINCIPE**

Le béton est un matériau de construction résistant, durable et peu coûteux à condition d'avoir été convenablement préparé. Cette fiche a pour but d'aider le non initié à réussir un béton de la meilleure qualité possible.

Une fois que le béton est pris, il n'existe pas d'essai non destructif qui permette d'évaluer sa résistance mécanique. La responsabilité de cette résistance, qui doit être conforme au cahier des charges, repose donc entièrement sur le dosage, le choix des matériaux, le malaxage et la surveillance du béton au cours de son durcissement.

**COMPLEMENT D' INFORMATION :**

- 1) - Village Technology Handbook. VITA 3706 Rhode Island Ave. Mt Ravier. Maryland 20822 USA.
- 2) - Mémento de l'agronome . Ministère de la Coopération (p.274 à 306) 20, rue Monsieur 75 007 PARIS.
- 3) - "A building Guide for Self-Help-Projects" Department of Social Welfare and Community Development, Accra-Ghana.
- 4) - A manual on building construction - Intermediate Technology. 9, King Street, London WC 2 E 8 HN U.K.

### 1. PROPORTION D'EAU :

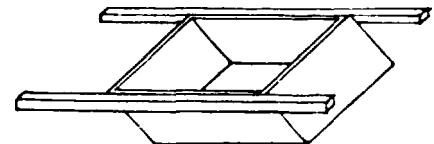
C'est le facteur le plus important pour la résistance du béton obtenu. Les débutants ont tendance à en mettre trop : un prélèvement de béton d'une bonne composition doit garder sa forme quand on le presse entre les deux mains et rester humide en surface sans perte d'eau. Le contrôle le plus simple consiste à regarder le mélange et la façon dont le béton coule dans le coffrage : si le mélange a un aspect fluide et que l'agrégat se distingue nettement, c'est que le béton est trop humide. Au damage, dans ce cas, on voit apparaître en surface une grande quantité d'eau ou de laitance.

### 2. DOSAGE DES MATERIAUX :

L'abaque de dosage du béton (voir fiche T 219 ) permet de calculer les proportions et quantités de ciment-sable-gravier en fonction du travail à exécuter.

Pour faciliter et contrôler le dosage des matériaux, il est pratique d'utiliser des caisses sans fond ni couvercle munies de deux paires de brancards comme indiqué sur la figure ci-dessous : pour 100 litres de matériaux par exemple, les dimensions seront les suivantes :

longueur = 60 cm  
largeur = 60 cm  
hauteur = 28 cm



### 3. CHOIX DES MATERIAUX

Pour faire de bons bétons, il faut des stériles (agrégat et sable) anguleux, propres et de granulométrie convenable, c'est à dire que les éléments doivent avoir un calibre le plus différent possible (granulométrie dispersée) de façon à combler tous les interstices. Le ciment joue seulement le rôle de liant entre ces éléments.

Il faut du sable et un gros agrégat de forme anguleux; en effet, si ces matériaux sont arrondis et lisses, le ciment adhère moins bien et la surface de contact est plus faible.

Le sable et le gros agrégat doivent être propres : s'ils sont souillés de limon, d'argile ou de débris de matières organiques, le béton obtenu ne sera pas résistant. Pour vérifier la propreté du sable ou gravier, prendre un bocal en verre et le remplir à moitié de sable (ou de gravier). Ajouter de l'eau pour immerger les matériaux et secouer le tout énergiquement, puis laisser decanter pendant 3 heures. On obtient ainsi la séparation des éléments les plus fins d'avec les éléments grossiers. Si les éléments fins dépassent 10 % en volume, le béton sera peu résistant.

Pour laver les matériaux, placer le sable (ou le gravier) dans un fût. Recouvrir d'eau, agiter énergiquement et laisser reposer pendant une minute, puis vider le liquide. En une ou deux fois, on aura ainsi éliminé la majeure partie des particules très fines et des matières organiques.

Résistance propre des agrégats utilisés : la résistance du béton dépend de la résistance mécanique propre des agrégats qui le constituent. Le seul essai simple réalisable consiste à casser quelques unes des pierres avec un marteau. Les pierres ne doivent pas se casser plus facilement qu'un morceau de béton équivalent.

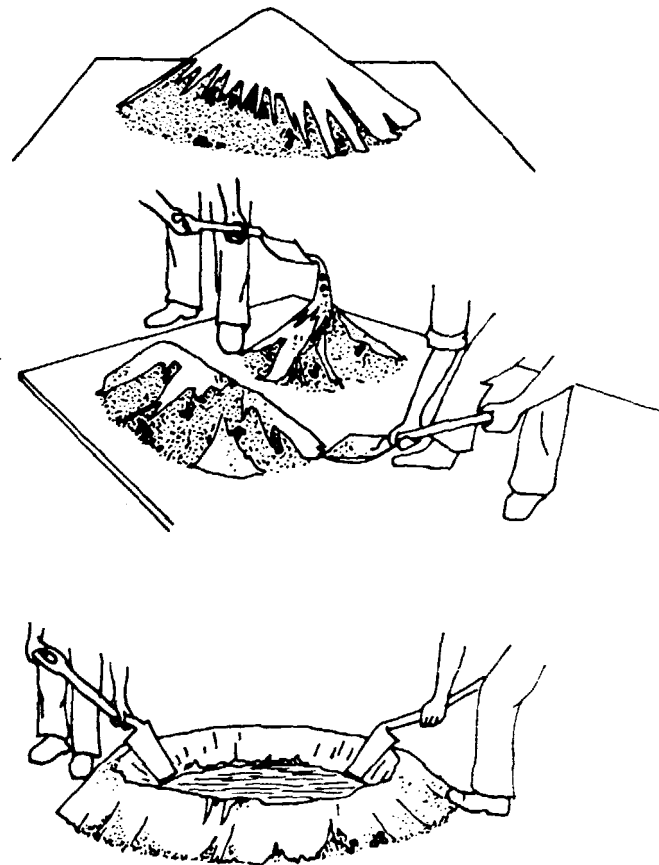
Humidité du sable : l'abaque de dosage a été établi en supposant que le sable n'est pas parfaitement sec. Dans les climats très secs, il faudra donc ajouter un peu d'eau pour l'humidifier, ou encore le doser en poids non en volume (se rappeler que le volume du sable humide est plus grand que le volume équivalent de sable sec + volume d'eau équivalent).

#### 4. MALAXAGE DE BETON A LA MAIN

La première condition est de disposer d'une aire propre et étanche pour préparer le mélange. Ce peut être un récipient en bois ou en tôle ou une simple aire circulaire en béton (il faut environ 0,3 m<sup>3</sup> de béton pour construire une aire circulaire de 2,44 m de diamètre, d'épaisseur 5 cm avec une bordure de 10 cm de saillie).

On mélange d'abord les ingrédients secs. Retourner au moins une fois entièrement le tas (gravier-sable-ciment). Le retourner entièrement une deuxième fois pendant qu'on y ajoute l'eau. On doit le retourner ensuite une troisième fois. L'eau ne doit être ajoutée que progressivement (voir dessins ci-après).

Pour obtenir une construction solide, il est important que le béton frais soit mis en place correctement dans le coffrage. Le mélange humide ne doit pas être manipulé brutalement pendant son transport vers le coffrage ou lors de la mise en place dans ce dernier; ce qui entraînerait une séparation de ses parties fines et des parties grossières, nuisant à l'homogénéité et donc à la résistance du béton.



5. DURCISSEMENT DU BETON :

La surface du béton pendant sa cure (durcissement) doit être maintenue humide car avec un séchage trop rapide le béton ne sera pas résistant. Pour cela, recouvrir la surface du béton avec du papier de couverture, de la grosse toile (sac), de la paille, des feuilles de bananiers ou de palmier et arroser cette couverture aussi souvent que nécessaire (jusqu'à 3 fois pas jour) selon le climat, pendant une semaine.

Le béton n'atteint sa résistance nominale qu'au bout de 28 jours mais il est suffisamment résistant au bout de 7 jours pour supporter des charges légères. Dans la plupart des cas, on peut enlever le coffrage d'un ouvrage vertical tel qu'un mur au bout de 4 à 5 jours.

# G.R.E.T.

GROUPE DE RECHERCHE SUR LES TECHNIQUES RURALES  
34, rue Dumont d'Urville, 75116 PARIS - Tél. : 200.36.80

NUTRITION - HYGIENE - SANTE

Récupération de l'eau de pluie.

Prototype ou essai	
Expérimentation large	
Utilisation courante	X

Classification

C.D.U.

G.R.E.T. T 258

## ORIGINE

Expérimenté principalement dans les îles du Pacifique (îles Fidji).

## ENVIRONNEMENT

Cette méthode permet de récolter l'eau de pluie pour la boisson et pour la cuisine dans les régions humides. Facile à mettre en oeuvre lorsque les maisons sont construites avec des toits métalliques.

## PRINCIPE

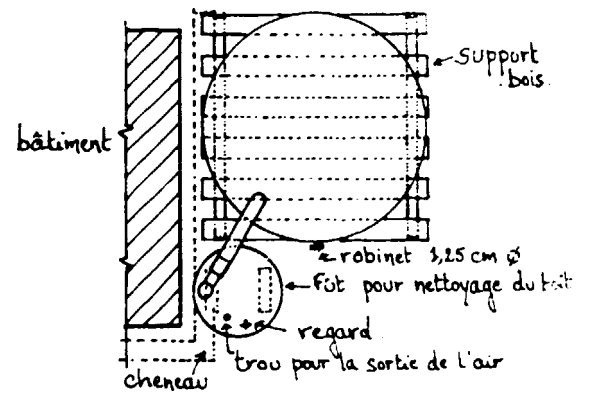
- L'eau de pluie peut être captée de façon communautaire : l'eau est alors captée de plusieurs toits, incluant souvent les toits des édifices publics (église), et conduite dans un grand réservoir : ce réservoir de grande dimension doit être de préférence en béton et construit avec l'aide des Travaux Publics. Des réservoirs enterrés demandent moins de ciment, car les murs sont supportés par le sol, et il y a moins de pertes par évaporation.

- L'eau peut être captée à partir d'un toit individuel pour la consommation familiale. Dans ce cas, le réservoir est le plus souvent fait de métal galvanisé et monté sur une base en bois.

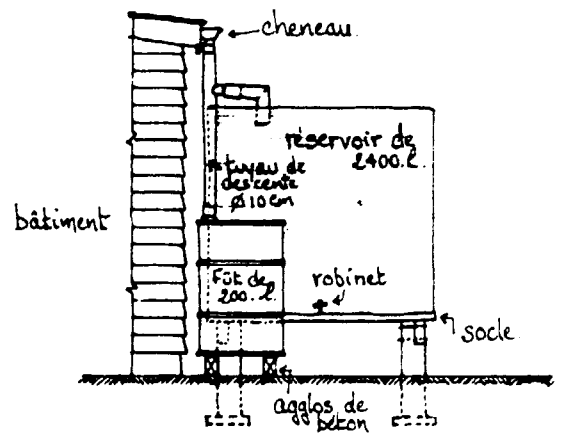
## COMPLEMENT D' INFORMATION :

- From Manual of Rural Hygiene. 2nd Edition 1967. Medical Department, Fidji.
- "Equipment related to the domestic functions of food preparation, handling and storage" Rome, 1974.  
Publication disponible à la librairie FAO 43 rue Soufflot 75 005 PARIS
- "Manuel Technique du Village" VITA, 3706 Rhode Island Ave. Mt Rainier - Maryland 20822 U.S.A.

PERRON Y. Février 1978



RESERVOIR DE COLLECTE DE L'EAU DE PLUIE  
VUE PAR DESSUS



VUE DE CÔTÉ

TECHNIQUE :

- Calcul de la quantité d'eau collectée :

Il faut d'abord calculer la quantité d'eau qui peut être collectée dans l'année en fonction des précipitations et de la dimension du toit :

exemple de calcul : - dimensions du bâtiment : 9 m x 3 m.

- précipitations annuelles : 300 cm (3 m)

- volume d'eau collecté dans l'année :  $9 \times 3 \times 3 = 81 \text{ m}^3$ .

Il faut noter cependant que pour que cette quantité d'eau soit collectée, les gouttières, les chenaux et le réservoir doivent être en bon état : Avec un toit en métal on peut collecter 85% de l'eau de pluie si le système de captage est en bon état.

Il faut aussi tenir compte des longues périodes de sécheresse dans certaines régions. Le stockage doit permettre une ration minimum de 4 litres /personne/ jour (pour la boisson et la cuisine seulement) pour la durée prévisible de la sécheresse, soit 60 jours. Il faut compter au moins 10% de pertes par évaporation.

- Précautions à prendre :

Si l'on décide de construire un système de collecte de l'eau de pluie (individuel ou communautaire), il faut tenir compte des points suivants :

a) les chenaux et gouttières doivent être tenus en bon état, propres et libres de tous blocages.

b) ne pas utiliser de peinture au plomb pour le toit.

c) le réservoir doit être à l'abri des moustiques.

d) chaque réservoir doit avoir un couvercle bien ajusté et une trappe d'accès pour que le réservoir puisse être nettoyé régulièrement et pour empêcher l'entrée des oiseaux, lézards etc...

e) il faut prévoir une évacuation bétonnée de l'eau sous chaque robinet et sous le tuyau de trop plein pour éviter la stagnation d'eau. Le tuyau de trop plein doit comporter un grillage ou une valve de fermeture pour empêcher l'entrée de vermine.

f) durant la période de sécheresse, les toits sont souillés par la poussière, les déjections d'oiseaux etc... et la première pluie va nettoyer et entraîner ces souillures dans le réservoir. Il est donc nécessaire de pouvoir déconnecter le tuyau d'arrivée au réservoir jusqu'à ce que le toit soit propre. On peut aussi prévoir un fût de 200 litres qui reçoit la première averse.



IX - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) - Cahier des Arts et Techniques d'Afrique du Nord  
N°5 - S.T.D. EDITEUR
- 2) - L'Architecture Algérienne, collection Art et Culture, ALGER
- 3) - "CONSTRUIRE EN TERRE" par le CRA Terre, Ed° ALTERNATIVE ET  
PARALLELE 79
- 4) - Manuel d'Utilisation du SIPOREX - CTC ALGER
- 5) - SIPOREX "Système traditionnel" Notice de mise en oeuvre - PARIS
- 6) - La fabrication des matériaux de terre cuite-F.F.T.B. PARIS
- 7) - Maçonnerie isolante en brique "G" - SOCOTEC Juin 1979
- 8) - La technologie appropriée - Centre de Développement de l'OCDE  
PARIS 1976
- 9) - M.T.A. LAWAND, Directeur de Recherches, BRACE RESEARCH INSTITUTE,  
(Mc Gill University), Montréal.
- 10) - Fiche VITA - 3706 Rhose Island ave Mount Rainier - USA 20822

-----  
-----



