

MICROFICHE ETABLIÉ A PARTIR DE
L'UNITÉ DOCUMENTAIRE
N

جديدة منجزة حسب الوثيقة
رقم:

92

0210

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية

المركز الوطني للوثائق
CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION

SERVICE DE REPROGRAPHIE
ET IMPRIMERIE

B.P 826 RABAT



مصلحة الطباعة والتصوير
ص.ب 826 الرباط

F

1

98-0210

«LE BLOC DE TERRE COMPRIMEE» :

DE L'ARTISANAT A L'INDUSTRIE*

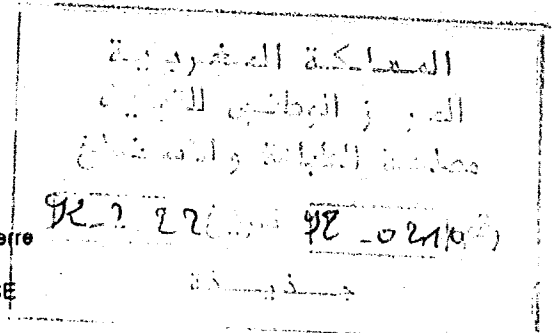
PAR

S.d'Ornano et H.Houben

INGENIEURS

Centre International de la Construction en Terre

Ecole d'Architecture de Grenoble - FRANCE



La demande en logements des pays en développement est aujourd'hui immense. Des statistiques récentes montrent que ce ne sont pas moins de 36 000 000 de logements qu'il faudra construire d'ici à l'an 2000, rien que pour la population urbaine de l'Afrique.

Dans les plans de développement, la terre crue est, jusqu'à présent, rarement intégrée dans les matériaux susceptibles de répondre à cette demande. Pourtant, 30 à 50% de la population mondiale, soit près de deux milliards d'êtres humains, vivent dans un habitat en terre. En terme d'emploi, le secteur des matériaux en terre arrive largement en tête devant les autres matériaux de construction. Mais, ces emplois relèvent du secteur informel, dont l'importance économique est rarement comptabilisée. La prédominance de la terre dans le secteur de la construction rurale ou informelle s'explique par la légèreté des investissements nécessaires pour la production des matériaux et leur mise en oeuvre. La terre est une des matières premières les plus facile à transformer pour une utilisation dans la construction. D'autres matériaux, souvent mis en oeuvre avec la terre crue, comme la terre cuite ou le parpaing de sable-ciment, peuvent être aussi produits

avec des investissements faibles mais ils pâtissent de contraintes spécifiques : une consommation d'énergie importante pour la terre cuite et, pour le parpaing, le prix du ciment, dont la production suppose des investissements très lourds.

Par contre, cette légèreté des investissements est compensée par une consommation assez forte en travail. Le renchérissement constant du coût de la main d'oeuvre en Europe depuis le début du siècle a conduit à la quasi-élimination de la construction en terre crue dans cette région du monde. De plus, les différents matériaux traditionnels en terre crue sont, en général, des matériaux peu transformés. Cela ne pose pas de problèmes pour la réalisation d'ouvrages simples ou dans un contexte rural, mais ces matériaux se prêtent mal à une utilisation dans le cadre de filières plus structurées ou pour les constructions plus sophistiquées. L'urbanisation rapide, qui se traduit par une structuration rapide des circuits de la construction (production, distribution, utilisation) est la deuxième cause de l'élimination de la construction traditionnelle en terre en Europe et la première cause de son élimination du secteur formel de l'économie des pays en voie de

* Conférence présentée par H.HOUBEN Ing.Chercheur et Vice-président CRATerre-EAG. Le 22 Avril 1992 à l'occasion de la table ronde «La construction en terre» organisée par le L.P.E.E dans le cadre de la semaine technique internationale sur les matériaux de construction, Casablanca, 19 au 24 Avril 1992.

développement, où le coût, encore faible, de la main d'oeuvre aurait dû lui permettre de se maintenir.

Le maintien de la terre comme matériau de construction, en Europe comme dans les zones urbaines des pays en voie de développement, passe donc à la fois par une transformation accrue des matériaux et une amélioration de la productivité de la main-d'oeuvre.

Cette évolution implique un minimum d'investissement en équipement et en technicité. Et cet investissement porte ses fruits rapidement en permettant un maintien, mais aussi un développement de la construction en terre, même dans des contextes très industrialisés, comme aux Etats-Unis, au Nouveau-Mexique où, par exemple en 1981, 48 fabriques d'adobes produisent plus de quatre millions de blocs par an. En France, on assiste à une utilisation croissante du torchis, qui avait été complètement abandonné pendant plusieurs dizaines d'années, depuis que sa fabrication a été mécanisée et la qualité améliorée par une approche scientifique du matériau. Un conditionnement adapté aux exigences des distributeurs de matériaux a beaucoup favorisé son emploi dans les entreprises du bâtiment.

Si, pour imposer la construction en terre dans le secteur moderne de l'économie, il faut investir, on pourrait penser qu'à terme s'effacerait l'avantage de la terre qui est justement d'être utilisable sans investissement. Dans la pratique, la production de matériaux en terre reste avantageuse car le niveau d'investissement est flexible. On peut parfaitement envisager le lancement d'unités de production industrielles, mais on peut tout aussi bien envisager la création d'ateliers de production artisanaux, contrairement à certaines productions, comme celle d'éléments préfabriqués en béton armé qui requièrent dès leur lancement des volumes d'investissement très importants. La configuration d'une ligne de fabrication de matériaux en terre s'adapte aux moyens de l'entrepreneur et aux exigences du marché et non l'inverse. On constate donc un niveau d'investissement très variable suivant les cas, et parfois dans un même contexte ; ainsi aux Etats-Unis, les fabriques d'adobes familiales artisanales côtoient les unités de production industrielles.

La grande force de la terre comme matériau de construction ne se base plus sur la légèreté des investissements initiaux mais sur la flexibilité des conditions pour la création d'entreprise de production.

Pour la technique du bloc de terre comprimée, si l'on compare les principaux modes de construction en fonction du niveau d'investissement qu'il représente, on constate que pour des contextes où les capacités d'investissement sont réduites, la construction en maçonnerie constitue un système constructif approprié, car, comme la production de matériaux en terre, il ne requiert pas obligatoirement un investissement important au départ. Il était donc logique que les premiers efforts de modernisation de la construction en terre portent sur la production de petits éléments de maçonnerie.

Dès les années 50, s'engagea un effort de recherche et de développement dans cette direction. Les travaux les plus représentatifs de cette démarche restent ceux de l'ingénieur Raoul RAMIREZ et son équipe qui, dans le cadre d'un programme d'amélioration de l'habitat rural en Colombie, passèrent de la technique traditionnelle de production de briques de terre crue moulée (technique de l'adobe) à une nouvelle technique de production de blocs par pressage. Il en résulta un matériau de dimensions régulières, d'un aspect très satisfaisant et d'une grande densité. L'objectif était atteint : avec un investissement réduit mais qui permettait une plus grande transformation du produit, on aboutissait à un produit plus fini, apte à s'intégrer dans des filières de construction plus organisées et répondant mieux que les matériaux traditionnels aux aspirations de sociétés en pleine évolution.

La technique se répandit et le matériau connut diverses appellations en fonction des contextes locaux pour se fixer maintenant sous celle de « bloc de terre comprimée », souvent abrégée en BTC.

Le premier investissement pour cette actualisation fut l'utilisation d'une presse, la célèbre CINVA-RAM, certes très simple et d'un coût raisonnable, mais qui représentait un élément nouveau pour des artisans habitués à travailler avec quelques outils peu élaborés.

Le deuxième investissement fut d'ordre technique. En effet, la qualité finale dépend non seulement de l'utilisation de la presse, mais de plusieurs autres paramètres : Choix de la terre, teneur en eau, etc... il fallut donc chercher à fixer des données fiables pour ces paramètres. Rapidement, la technique du BTC fut associée à celle de la stabilisation qui consiste à mêler un additif à la matière première pour améliorer les caractéristiques finales du produit, ou à développer des caractéristiques particulières. Cela aboutit parfois à

une certaine confusion de langage, et les BTC furent décrits parfois, à tort, comme des BTS, Blocs de Terre Stabilisée.

L'objectif de départ des pionniers de la technique du BTC était de la diffuser surtout dans le secteur informel et en milieu rural. C'est pourquoi les solutions techniques proposées restèrent toujours très légères sur le plan de l'investissement. Mais, force est de constater que, dans le secteur informel, l'investissement reste une notion abstraite. Il en résulte que même lorsque les artisans font la démarche d'acquiescer une presse, trop souvent, l'investissement technique (formation, respect des paramètres de base de qualité) est négligé. La production de BTC dans le secteur informel se perpétue pourtant mais au prix d'une qualité des matériaux produits souvent discutable. De plus, les volumes produits dans ce secteur sont très insuffisants pour répondre aux besoins des circuits de distribution organisés (fig 5 et 6).

L'avenir du BTC se situe donc dans un cadre où un investissement progressif sur le plan matériel et technique est possible, c'est à dire celui de l'entreprise du secteur moderne de l'économie, et plus particulièrement dans le cadre de la petite et moyenne entreprise privée. En effet, cette technique se caractérise par la notion de flexibilité de souplesse, d'adaptation au contexte. Plus l'entreprise sera importante, plus la capacité d'adaptation diminuera et plus l'avantage du BTC avec d'autres matériaux se réduira. Et c'est encore ces notions de souplesse qui incitent à préférer le cadre de l'entreprise privée plutôt que celui de l'entreprise publique ou coopérative, qui conduit souvent à une grande rigidité dans la gestion.

Après les premières briqueteries artisanales, on a donc vu apparaître des entreprises de toutes tailles, depuis les petits ateliers équipés de presses manuelles, jusqu'aux grandes unités industrielles automatisées. Ces entreprises se sont développées dans les contextes les plus divers, en s'adaptant chaque fois aux contraintes locales, en Inde, en Afrique, en Australie, aux Etats-Unis, et maintenant dans les pays d'Europe de l'Est. Les entrepreneurs expliquent souvent leur intérêt pour cette technologie par le fait qu'elle permet de moduler l'investissement initial en fonction de leurs moyens financiers, de leur choix pour l'organisation du travail et des contraintes de leur contexte d'activité.

L'analyse de l'histoire récente ayant mené à cette situation d'éclosion industrielle nous permet de :

- mieux appréhender la valeur réelle de cette situation,
- mieux apprécier la pérennité du mouvement,
- évaluer le potentiel du développement.

Ces dernières années ont été ponctuées par un certain nombre de faits significatifs. Le développement du BTC et de ses outils de production a vraiment démarré dans les années 50 avec le développement de la petite presse CINVA-RAM qui est produite et copiée par milliers. D'autres modèles plus lourds et/ou mécanisés sont rapidement apparus sur le marché. Leur utilisation a été très massive jusque vers les années 60.

En Afrique, il a fallu attendre la fin des années 70 avant de voir cette technologie faire surface. Deux projets exemplaires ont grandement contribué au lancement de l'utilisation massive des BTC. Il y a tout d'abord le projet de Mayotte, où environ 7000 logements ont été construits pendant la période 1982-1991, associé à la production de millions de BTC et de l'édification du «domaine de la Terre» dans la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau qui a recueilli 30 000 visiteurs officiels entre 1985 et 1991. Les deux projets sont à la base d'innombrables initiatives sur tous les continents.

Les années 80 sont marquées par huit grands événements de promotion de la technique.

Le premier est l'exposition «Des Architectes de la Terre» de Jean DETHIER, Architecte Conseil au C.C.I du C.N.A.C. Cette exposition a connu une itinérance remarquable avec jusqu'à présent 19 étapes dans 13 pays. Aujourd'hui, elle est reconnue comme étant l'exposition du Centre Georges Pompidou qui a le plus voyagé, et qui a eu le plus de visiteurs, plusieurs millions de personnes.

La deuxième manifestation a été ensuite le programme «REXCOOP». Il a duré de 1983 jusqu'en 87 s'est terminé par l'année des sans-abris. C'était une exploration dans tous les secteurs, et dans le domaine de construction en terre en particulier. Il a prospecté dans le domaine des systèmes, des matériaux, de l'économie, de la formation, de la création de nouveaux groupes. En France, on a vu une dizaine de groupes se spécialiser. Le résultat de ce programme a été la mise au point d'équipement de production et la construction de prototypes.

Ensuite, il y a eu un colloque international, le premier, à Bruxelles en 1984 qui était coorganisé par la coopération belge et par une dizaine de pays d'Afrique principalement. Il réunissait 300 personnes, et a été une véritable synthèse de connaissances. Il y a d'ailleurs eu la publication à cette occasion, d'un volant très important de documents faisant la synthèse des expériences dans les différents pays ainsi que des connaissances techniques et du plan socio-économique. Ce colloque a abouti aussi à des recommandations bien spécifiques comme celle, notamment, de travailler avec des opérateurs économiques identifiés, pour créer un vrai secteur formel dans le domaine de la construction en terre et de travailler sur le partenariat et sur la qualité des études de faisabilité.

La quatrième action, qui a eu un impact considérable pour l'acceptation de la technique des blocs de terre comprimée et sa diffusion, est la création du comité conjoint RILEM TC 96 EB/CIB 90 WC «Technologie de la Terre pour la Construction». Il est organisé en quatre comités continentaux (Europe, Afrique, Amérique Latine, Asie) et est présidé par le CRATERRE-EAG.

Le cinquième événement important a été une opération menée conjointement par le «C.N.U.E.H», le Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains, conjointement avec le C.S.C., qui est le «Commonwealth Science Council». Ils ont repris en décembre 87 un certain nombre de recommandations qui avaient été faites dans le passé et ont attaqué les barrières qui freaient encore la formalisation de la construction en terre notamment le problème de la normalisation. Ce programme s'est terminé l'année passée, mais il n'a pas été achevé entièrement. Par contre, il y a des recommandations et spécifications qui ont été élaborées pour un certain nombre de pays notamment le Malawi, l'Ouganda, le Ghana, le Kenya, tous des pays anglophones. Ces spécifications ne sont pas rentrées dans une phase de véritable normalisation, mais c'est quand même déjà un grand pas en avant.

Parallèlement à cela, a eu lieu une opération conjointe O.N.U.D.I (Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel) et C.D.I, qui est le Centre pour le Développement Industriel des Communautés Européennes pour les A.C.P, et qui dépend de la convention de LOME. Une véritable action de promotion sur la base de partenariat a été créée dès 1988 et c'était la première opération de ce genre, en système conjoint, entre deux organismes qui apparemment,

étaient avant en compétition sur le terrain. Pour la première fois, ils se sont associés, cette organisation collective a répondu à une invitation de l'association des architectes africains qui appelait à une initiative pour la production de matériaux locaux en Afrique. Des opérations d'identification ont été lancées et 34 projets ont été ainsi recensés, principalement en Afrique francophone. A la surprise de tout le monde, 17 de ces 34 projets concernaient la production de blocs de terre comprimée.

Un séminaire d'information a été organisé sur les équipements, sur les produits, les investissements. Ensuite, il y a eu des séances de travail sur des études de préinvestissement avec des démonstrations de matériel par des constructeurs, et des signatures d'accords préliminaires de partenariat. Toute une série d'études de faisabilité a été lancée chez les entrepreneurs qui avaient signé une convention de partenariat notamment au Cameroun, Sénégal, Bénin, Zaïre et Guinée, et les systèmes de financement ont été mis en place. Nous avons pu alors lancer la formation qui a commencé au Zaïre pour 10 entreprises locales. Elle a été faite en même temps au niveau des cadres, des maîtres maçons et des chefs de chantiers. Puis elle a été dispensée dans chaque entreprise individuellement, pour monter les briqueteries adaptées à leur gestion, leur comptabilité et leur savoir-faire.

La démarche était commandée par la nécessité d'une maîtrise du savoir-faire technologique, de l'identification de la carrière, et jusqu'au système de production, puis de construction. Ce matériau demande un savoir-faire spécifique qui n'est pas très compliqué mais qu'il faut quand même maîtriser. Ce programme continue toujours aujourd'hui et on est en train de préparer la construction de prototypes comparatifs au Cameroun dans le cadre d'une opération avec la société immobilière du Cameroun.

La démarche qualité est également importante. Il a été prévu, grâce à la contribution française à l'O.N.U.D.I, d'installer une telle démarche, qui ne se limite pas seulement à la rédaction et l'application de normes, mais également qui concerne toutes les phases de contrôle de la qualité ainsi que la certification de ces produits sur le marché. Les entreprises en question pourront ainsi soumissionner à des appels d'offres nationaux pour des programmes gouvernementaux. En ce moment même, l'extension de ce pro-

gramme continue sur les pays andins (Pérou, Equateur, Venezuela, Bolivie et Colombie) où il promet d'être beaucoup plus vaste vu la taille déjà plus importante des entreprises.

Septième opération, qui a eu lieu depuis 89-90, c'est un programme de coopération franco-maghrébin. En effet, un grand nombre d'actions ont été lancées au Maroc, un peu moins en Tunisie, mais surtout en Algérie, en faveur du bloc de terre comprimée. L'idée principale est de transformer les acquis technologiques en avantages économiques. Ce programme vise surtout à finaliser la recherche, pour faire ensuite un audit sur les projets antérieurs : Evaluer le fonctionnement technique et économique des équipements qui avaient déjà été mis en place et enfin, formuler et installer des programmes de formation. Chose nouvelle, la formation n'est plus spéciale, elle va rentrer dans les programmes communs de la formation professionnelle des écoles d'Etat.

Le huitième événement intervenu est la création d'un réseau B.A.S.I.N, qui veut dire «Building Advisory Service Information Network». C'est un réseau européen qui a été grâce à l'association de quatre partenaires, le GATE, qui dépend de la coopération allemande, ITDG au Royaume-Unis, SKAT en Suisse et CRATerre en France, et qui arrive à maintenir un contact direct avec les professionnels de la construction dans plus de soixante pays. Il a été installé pour l'assistance technique et l'information sur les techniques locales de construction. CRATerre-EAG anime au sein de ce réseau le service conseil «Construction en Terre», EAS (Earth Building Advisory Service). Le contenu du courrier reçu est très révélateur de l'émergence d'un esprit d'entreprise dans les pays en développement, mais orienté vers les petites unités de production et donc vers des technologies à la mesure des capacités réelles d'investissement des entrepreneurs locaux.

Toutes ces actions menées depuis 10 ans ont eu un certain nombre de résultats tangibles comme la publication, par exemple, de catalogues de matériel par des organismes ministériels français sur le matériel

français de construction en terre, et par le Centre pour le Développement Industriel des Communautés Européennes, pour le matériel européen. Il faut citer encore la mise en place d'un service télématique, INFOTERRE, qui vous donne tout ce qui se passe en France et demain sur l'Europe dans le domaine de la construction en terre. Il y a la distribution de revues spécialisées telles que «le bulletin du «CRATerre» et BASIN NEWS, dont le premier numéro est sorti en janvier de cette année. Des manuels sont en production pour le moment afin que les industriels puissent évoluer dans ce domaine, ils seront publiés avant la fin de l'année. Des cours universitaires sont progressivement mis en place, sont aussi en préparation actuellement des documents universels sur la normalisation, qui pourront être utilisés dans les pays pour préparer les normalisations nationales.

Sur le terrain, on voit une véritable explosion du marché des équipements. On peut dire qu'en 1975 il n'y avait pratiquement pas de presses, ni en Europe, ni en Afrique, en tout cas pas de production régulière. Entre 1980 et 1990, le Cameroun, par exemple, a produit ou importé plus de 1000 presses coûtant entre 4000 et 11 millions de francs l'une. On voit également apparaître sur le marché africain, de même que sur d'autres continents, des producteurs de presses. Or, les petites presses ont été mises au point après beaucoup de recherches, et elles sont produites et vendues maintenant, par exemple, en Côte d'Ivoire, à quelques centaines d'exemplaires par an, de 10 ou 15 types différents, et qui sont tout à fait valables. Elles sont, par contre, toutes toujours de la même famille, peu coûteuse et faciles à manier. En Amérique latine, on fabrique des presses hydrauliques performantes. De même, des unités mobiles sont disponibles ainsi que des usines «clef en main», etc...

Au total, nous observons que les possibilités de construction sont très étendues, très diversifiées. Il y a une banalisation progressive du matériel et des techniques de construction en terre comprimée et tout cela contribue à une extension rapide du marché pour le secteur formel de la construction des pays en développement. Finalement, la terre est passée du statut de matériau bancal à celui de produit bancable.



BORDEREAU DE SAISIE

C.N.D.
MAROC

ISN	
NONAT A 110	
NAC A 090	92-0210
CODBI A 121	
COTRA A 122	

TYPREL A 141	T	G	S	R
NOAP A 142				
NACAP A 143				

NIVUD A 131	<input checked="" type="checkbox"/>	M	C	NIVSO A 132	M	C	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	---	---	----------------	---	---	-------------------------------------

CODUD	
INDEX A 010	LUBIAD
NAME A 020	

STATUT A 150	C	D	PAYS PROD. A 160	M	TYPE BIBL. A 171	J
-----------------	---	---	------------------------	---	------------------------	---

INDICATEURS BIBLIOGRA- PHIQUES	REUNION	DICTIONNAIRE	DONNEES NUMERIQUES	THESE	TEXTE LEGISLATIF	BIBLIOGRAPHIE	CARTES INCLUSES	RESUME	NON CONVEN- TIONNEL	
A 172	K	L	N	U	W	Z	Y	E	V	R

X

UNITE DOCUMENTAIRE (A/M/C)	A 120 AUTEUR ET AFFIL	D'ORNANO, S./
	A 220 COLLEC- TIVITE AUTEUR	
	A 230 TITRE UD	Le Bloc de terre comprimée : de l'artisanat à l'industrie.
	A 240 A 250	TITRES TRADUITS Utiliser le bordereau 2 : données complémentaires

SOURCE : DOCUMENT GENERIQUE (M/C/S/I)	A 310 AUTEUR		
	A 320 COLLEC- TIVITE AUTEUR		
	A 330 TITRE DOCUM GENER		
	A 340	TITRE GENERIQUE . . . utiliser le bordereau 2 : données complémentaires	
	A 410 TITRE PUBLIC EN SERIE	Revue Marocaine du Droit Civil.	
A 420 VOLNUM	no. special.	A 430 ISSN	0.854-1.446

X

NOTES D'INDEXATION

DATIN D 100	
DATSA D 110	
DATMI D 120	

A 540 LGEUD	Fz.	A 560 LANRES			
A 611 NEDIT	S.n				
A 612 VEDIT	---	A 613 CPEDI	:	--	--
A 620 DATE	Am 1992	A 630 ANNEE	1	9	2
A 641 COLLP	P. 57-62	A 642 COLLN			
A 650 NODOC					
A 660 ISBN		A 670 EDITN			
A 711 REUNN					
A 712 REUNV		A 713 REUNP	:		A 714 REUND
A 720 THESE					
A 730 A 740	Brevet : utiliser le bordereau 2 ; "Données complémentaires" Projet				
A 810 DISFO		A 820 NOTES			

ZONES B ET C

B 110 ISO COGEO																			
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B 120 à B 170 : utiliser le Bordereau 2

B 210 - DESC:

/CONSTRUCTION RURALE / , /INVESTISSEMENT / ,
/TECHNIQUE DE CONSTRUCTION / , /PAYS EN DEVELOPPEMENT / ,
/MARCHÉ / .

B 320-RESUM

les possibilités étendues et diversifiées qui offre le secteur de la construction en terre, la banalisation progressive du matériel et des techniques de construction notamment en matière d'investissement, contribuent à une extension rapide du marché pour le secteur formel de la construction des pays en développement.

MAROC - Codes spécifiques

C 410 GEO																			
C 420 GLG																			
C 430 HYL																			
C 440 STR																			
C 450 BOT																			
C 460 CHR																			
C 470 OFF																			
C 480 STAT																			

المطابقة المحترفة
الدكتور الهادي التوفيقي
الهياكل الخرسانية والاسمنت
BL-7-22000 DL-024000

FIN

النهاية

9

مشاهد

VUES