



HAL
open science

Etude raisonnée des architectures en pisé. Etat du savoir-faire français et étranger actuel

Patrice Doat, Hubert Guillaud, Pascal Rollet, Hugo Houben

► To cite this version:

Patrice Doat, Hubert Guillaud, Pascal Rollet, Hugo Houben. Etude raisonnée des architectures en pisé. Etat du savoir-faire français et étranger actuel. [Rapport de recherche] 290/85, Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports / Secrétariat de la recherche architecturale (SRA); Ministère de la recherche et de la technologie; Ecole nationale supérieure d'architecture de Grenoble / CRATerre Laboratoire architecture de terre. 1985. <hal-01908784>

HAL Id: hal-01908784

<https://hal.science/hal-01908784v1>

Submitted on 30 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

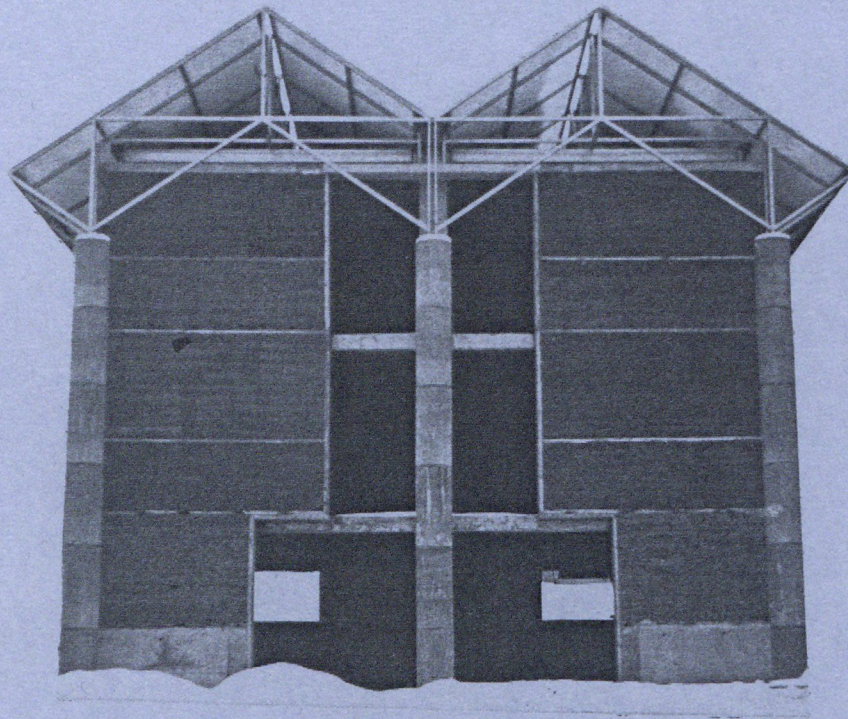


HAL Authorization

290

ARCHITECTURE DE TERRE

ETUDE RAISONNEE DES
ARCHITECTURES EN PISE



ETAT DU SAYOIR-FAIRE FRANCAIS ET ETRANGER ACTUEL

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

GRENOBLE, AVRIL 1985 ANNÉE DES ARCHITECTURES DE TERRE

POUR UNE ÉTUDE RAISONNÉE DES ARCHITECTURES EN PISÉ .

ÉTUDE DU SAVOIR-FAIRE "PISÉ" FRANÇAIS ET ÉTRANGER

Centre de Recherches
Architecturales
et de la Recherche
Architecturale
10, rue de la République
69002 GRENOBLE
Téléphone : 703.91.31
Fax : 71.68.35.7

Directeur Claude CHEPELINO

REALISATION

Centre de Recherches
Architecturales
et de la Recherche
Architecturale
10, rue de la République
69002 GRENOBLE
Téléphone : (04) 77.21.75

Directeur de l'étude : Claude CHEPELINO
Rédacteur : Claude CHEPELINO
Illustrateur : Claude CHEPELINO
Téléphone : 703.91.31
Fax : 71.68.35.7

PARTICIPATION A L'ÉTUDE

Le présent document constitue le rapport final d'une recherche

remise au Secrétariat de la Recherche Architecturale, en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports avec le Ministère de la Recherche et de la Technologie. Les jugements et opinions émis par les responsables de la recherche n'engagent que leurs auteurs.

POUR UNE ÉTUDE RAISONNÉE DES ARCHITECTURES DE TERRE

ÉTUDE DU SAVOIR-FAIRE "PISÉ" FRANÇAIS ET ÉTRANGER

SUBVENTION

Ministère de l'Urbanisme, du Logement
et des Transports
Direction de l'Architecture
Secrétariat de la Recherche
Architecturale
Avenue du Parc de Passy

75775 PARIS CEDEX 16

Téléphone : 503.91.92

Télex : 61 08 35 F

Chargé de Mission pour le S.R.A. :

Monsieur Claude GENZLING

RÉALISATION

- C.R.A.Terre
Ecole d'Architecture de Grenoble
10, Galerie des Baladins

38100 GRENOBLE

Tél : (76) 23.31.72

Auteurs: Patrice DOAT, Hubert GUILLAUD
Pascal Rollet, Hugo Houben

CRATerre-Pérou:

Alain Hays, Sylvia Matuk
François Vitoux

PARTICIPATION A L'ICONOGRAPHIE

Nous remercions toutes les personnes qui ont participé à l'iconographie de cette recherche sous forme de dessins originaux ou de prêts de documents photographiques.

(cités sans ordre préférentiel, par ordre d'apparition dans le document):

F.Cointeraux(+), L.Cellauro et G.Richaud, D.Bertin et A.S. Clemençon, P.Bardou et V. Arzoumanian, Groupe Pisé de l'Ain, A.Pelissier, N.Sabatier et A.M. Bardagot (ADRA), D. Belmans P. Pedrotti, Pisé Terre d'Avenir, P.Scarato, J. Jeannet, Le laboratoire de Construction en Terre de l'ENTPE, Ph. Michel et D.Simon, le C.C.I., Jean Dethier, P. Dufournet (+), J. Bossu, B. Sixtus, A. Louet et C.Rastoldo, T.Joffroy, C. Moretti et P. Casalonga, Mrs Huguet, Guinet et Rolland, O. Consigny, N. Dupont, J. Gumbau, F. Gauthier, D. Grezes, l'EPIDA, l'OPAC de l'Isère, J.V. Berlottier, S. Jaure, F. Jourda et G.Perraudin, G. Buet, A. Ravereau et M. Charmont, O. Perreau-Hamburger et J.M. Savignat, Y.Arnod, J. Schneider, G. Minke, T. Miller (+), P. Clement, Liu Dunzhzen, A. Stevens, M. Lewis, G.F. Middleton (+), L. et D. Miller, D. Easton, T. Schmidt, J. Shunny, S. et D. Huston, M. Frerking, J. Tibbets, la Fondation d'Auroville, l'Erac-Tensift, le GAITerre, M. Laraki et A.Chekkouri, A.Masson et J.Hensens, G.Bauer, M.Mazza, P.Odul, M.Tramontano et F.Dath..

POUR UNE ÉTUDE RAISONNÉE DES ARCHITECTURES EN PISÉ

ÉTUDE DU SAVOIR-FAIRE "PISÉ" FRANÇAIS ET ÉTRANGER

RÉSUMÉ DE LA RECHERCHE

Il existe aujourd'hui une éclosion ou un épanouissement potentiel d'un nouveau savoir-faire spécifique à la technique de construction en pisé. La France bénéficie d'un acquis historique particulièrement remarquable que restitue un patrimoine bâti ancien très diversifié sur le plan des techniques mises en oeuvre et de la typologie des Architectures. L'influence de François Cointeraux, propagateur enthousiaste du pisé à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle est confirmée dans le monde entier par les nombreuses traductions étrangères de ses écrits. Ses modèles architecturaux ont été diffusés dans beaucoup de pays et contribuaient à une renaissance du pisé en maints pays dès la seconde moitié du XIX^e siècle. Le savoir-faire associé à la construction en pisé s'est épanoui en France jusque vers les années 1950 qui voyaient son amenuisement. Un nouveau souffle est aujourd'hui donné à cette technique depuis les années 70, porté par la recherche d'alternatives à la crise de l'énergie et la nécessaire confrontation au formidable besoin en logements économiques des pays du Tiers-Monde. Face à ce défi des pays en développement, la France a su se doter des meilleurs atouts potentiels pour épanouir un nouveau savoir-faire actualisé. L'opération "Village Terre" de l'Isle d'Abeau est unique en son genre dans le monde et suscite l'intérêt de nombreuses délégations étrangères qui viennent visiter le site. La recherche française dans le domaine de la construction en terre a connu de nombreux développements depuis ces dernières années, soutenue par un investissement ministériel des plus conséquents qui donnent à la France une position privilégiée sur la scène internationale. Cette position est confortée par l'avance du programme français en matière de formation universitaire et professionnelle et dans le domaine d'une plus large médiatisation des connaissances où la compétence française a déjà fait ses preuves (exposition du C.C.I. en 1981-1982). La création en cours d'un Institut International de la Construction en Terre saura faire fructifier cette avance accumulée par la France afin qu'elle puisse partager la maîtrise d'un nouveau savoir-faire avec ses partenaires européens et dans le Tiers Monde. Le temps n'est plus à la lassitude des hésitations passées mais au soutien des actions actuellement

développées en matière de recherche (qui doivent être coordonnées) d'expérimentations (qui doivent être multipliées), et de formation (qui doivent être particulièrement soutenues). Un savoir-faire potentiel et déjà démonstratif de son efficacité est là qui demande à être épanoui.

A l'étranger, le savoir-faire "pisé" est tout à fait naissant. Les foyers de ce renouveau sont d'une part la R.F.A. (avec les travaux du G.H.K. de Kassel), les U.S.A. (avec les réalisations d'entreprises du Sud-Ouest) et le Maroc (avec une tradition vivante et une réactualisation qui pourra être assez vite très significative). Ailleurs, les recherches, autant que les expérimentations sont très réduites et ne connaissent que de maigres développements. Aucun des pays étrangers actuellement engagé dans un renouveau du pisé n'est aujourd'hui en mesure de proposer un programme de formation complet. Beaucoup de travail doit être encore fait, notamment dans le Tiers Monde où le pisé peut assurer une participation active au logement économique du plus grand nombre en secteur informel. Le terrain est vaste et les atouts sont pour l'instant du côté de la France qui pourrait être très vite talonnée par d'autres partenaires dotés de moyens à la mesure du défi international qui est aujourd'hui lancé.

 SOMMAIRE

I.	SITUATION GENERALE DE LA RECHERCHE	7
II.	DEVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE	10

PREMIÈRE PARTIE : LE SAVOIR-FAIRE FRANCAIS

CHAPITRE I - L'APPORT HISTORIQUE ANCIEN ET RECENT

I.1.	LA PART DES AUTEURS ANCIENS	11
	● François Cointeraux 1740 - 1830	
I.2.	LES OUVRAGES ET ECRITS RECENTS	19
	● "Construction en terre", Institut de l'Environnement, 1975	19
	● "Archi terre", éditions Parenthèses, 1978	20
	● "Construire en terre", éditions Alternatives, 1979 ..	21
I.3.	BULLETIN ET ARTICLES RECENTS	24
I.4.	RECHERCHES FRANCAISES	39
	● Situation générale	39
	● Les recherches plus spécifiques au pisé	40
	● "Village Terre", AGRA, Plan Construction, 1982	40
	● "Voies de la Recherche", AGRA, Plan Construction, 1983 ..	41
	● "Etudes raisonnée des Architectes en pisé", AGRA-CRATERRE, ADRA, S.R.A. 1984	44
	● Autres recherches	44
I.5.	THESES, DIPLOMES	53

CHAPITRE II - LE RENOUVEAU DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

II.1.	DIFFUSION CULTURELLE DU SAVOIR-FAIRE	55
	● L'Exposition du C.C.I. en 1981-1982 et son itinéraire international	55
	● Autres expositions	57
	● Conférences d'information	61
	● Réalisation de films	61
	● Colloques, séminaires	62
II.2.	EXPERIMENTATIONS	68
	● Le temps de la reconstruction	68
	● Vignieu, Isère, 1976	69
	● Autres expérimentations	70
	● Bilan des expérimentations	72
II.3.	CHANTIERS D'AUTOCONSTRUCTEURS, D'ENTREPRISES ET OPERATIONS EXPERIMENTALES	105
	● Autoconstructeurs	105
	● Réalisations d'entreprises	128
	● Restauration	128
	● Réalisation récentes d'entrepreneurs	133
	● Le Village Terre de l'Isle d'Abeau	148
	● Les projets en pisé	154
	● Bilan général de l'expérience	185
II.4.	FORMATION, COURS, STAGES	189
	● Pisé, Laboratoire vivant d'une formation	189
	● Stages terre de l'école d'architecture	190
	● Autres formations	190

II.5.	PRINCIPAUX DEVELOPPEMENTS ACTUELS	193
	● Un programme de recherche sur le pisé	193
	● Un programme de formation	195
	● L'institut international de la construction en terre	199
	● L'investissement ministériel	206
	● Perspectives	208

DEUXIEME PARTIE : LE SAVOIR-FAIRE ETRANGER

CHAPITRE I - L'APPORT HISTORIQUE ANCIEN ET RÉCENT

I.1.	L'EXPORTATION D'UN SAVOIR-FAIRE ANCIEN	209
	● Traductions des écrits de F. Cointeraux et autres auteurs	209
I.2.	LE PISE TRADITIONNEL EN PAYS ETRANGERS	212
	● Situation géographique générale et rappels historiques	212
	● Quelques précisions sur les techniques traditionnelles les plus connues	225
	- Le pisé marocain	225
	Quelques données sur l'outillage du pisé marocain et l'évolution récente des techniques	228
	- Le pisé andin et en Amérique centrale	237
	- Le pisé indien	243
	- Le pisé chinois	244
	● Rappel historique	246

● La technique connue	247
- Le pisé australien	255
● En guise de conclusion générale	266
1.3. PUBLICATIONS RECENTES, ARTICLES DIVERS EN PAYS ETRANGERS	
● Pays européens	267
● En Australie	280
● Aux U.S.A.	283
● Au Maroc	293
● En Inde	291
● Quelques publications en Amérique latine et centrale	301

CHAPITRE II - LE RENOUVEAU DE LA CONSTRUCTION EN PISÉ À L'ÉTRANGER

II.1. DIFFUSION CULTURELLE DU SAVOIR-FAIRE	309
II.2. EXPERIMENTATIONS ET PROJETS	311
● Le renouveau des expérimentations au Maroc	311
● Autres opérations	318
● Un timide renouveau avorté en Algérie	325
● Renouveau du pisé en Allemagne	334
● Renouveau du pisé au U.S.A.	341
● Autres pays	373
II.3. FORMATION INTERNATIONALE	374

ARCHITECTURE DE TERRE

POUR UNE ÉTUDE RAISONNÉE DES ARCHITECTURES EN PISÉ

ÉTUDE DU SAVOIR-FAIRE FRANÇAIS ET
DU SAVOIR-FAIRE ÉTRANGERS ACTUELS

I. SITUATION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE

La recherche proposée développe un approfondissement des connaissances de l'architecture et de la construction en pisé dans ses applications actuelles. Cette recherche s'inscrit dans une problématique de travail déjà engagée depuis plusieurs années par le groupe CRATerre et par les travaux réalisés à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, dont certains développements ont fait l'objet de précédentes recherches entreprises pour le Secrétariat de la Recherche Architecturale de la Direction de l'Architecture. A cet égard, sur le fond, cette recherche doit être prise comme un prolongement des étapes de réflexion antérieures qui amorçaient et développaient cette thématique "d'Etude raisonnée des architectures en pisé". L'approche précédente prenait en compte la chaîne de production globale de la construction en pisé et s'efforçait de situer l'impact déterminant de l'environnement social et culturel, physique et technique sur la production des architectures en pisé. Celles-ci étaient appréhendées comme un produit complexe résultant de l'interaction simultanée de contraintes exercées sur la production, de pressions déterminantes de différent ordre. On développait ainsi, sur une thématique plus cadrée, la problématique parallèlement engagée à l'Ecole d'Architecture de Grenoble sur le "Cours de Construction". L'architecture en pisé étant prise comme une architecture située, sur les plans historique, géographique, social et culturel, technique. Il était ainsi possible d'ébaucher une méthodologie de la construction en pisé qui fait apparaître la détermination de ces contraintes d'environnement et des pratiques sociales sur la production du pisé et bien sûr la nécessité de leur prise en compte dans l'optique de la réhabilitation ou de la modernisation de cette technique dans un contexte de production actualisé.

Mais, au-delà de cette approche méthodologique, si l'on envisage une réactualisation de l'architecture en pisé - effectivement engagée, en France, dans plusieurs pays étrangers industrialisés et perpétuée dans plusieurs pays en développement - il convient de mieux cerner l'état actuel des connaissances et des savoir-faire concernant cette filière. Cet état des connaissances permet de clarifier, d'une part les acquis historiques de cette technique, de mieux cadrer son évolution, et d'autre part d'évaluer l'apport contemporain, de faire apparaître les réelles innovations apportées à cette technique, autant par la recherche architecturale, technique et scientifique, que par un nouvel élan des applications, permettant ainsi d'envisager les modalités d'un nouveau développement de cette filière dans différents champs d'application.

On rappellera ici l'intérêt réel des enjeux internationaux de la construction en terre, aujourd'hui confirmé par l'existence embryonnaire d'un réseau terre français et d'un réseau terre international qui engagent des partenaires aux compétences et sensibilités multiples : sur le plan politique et institutionnel, sur le plan technique, scientifique et architectural, sur le plan culturel et médiatique. Dans le contexte d'un renouveau de la construction en terre, notamment motivé par des considérations idéologiques et par l'intérêt économique des applications à l'habitat au moindre coût dans les pays en développement, qui apparaît comme majeur, la construction en pisé est sans doute encore appelée à jouer un rôle dont l'importance n'est pas négligée, que ce soit par les décideurs, les aménageurs ou les constructeurs. D'autres techniques de construction en terre et d'autres technologies des matériaux locaux confirmeront aussi leur importance. La réponse à ces enjeux internationaux de la construction en terre motive les partenaires français comme en témoigne la multiplication des colloques et séminaires où le thème terre est spécifiquement débattu ou même simplement abordé et le développement de nouvelles applications. Il s'agit d'un matériau et d'une technologie désormais moins ignorée et dont certains attendent des réponses aux problèmes posés. Les chantiers expérimentaux, privés ou officiels sont plus fréquents et posent les vrais problèmes d'une réactualisation technologique et architecturale. L'Ecole d'Architecture de Grenoble propose un Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de Terre, développé sur 2 années consécutives, qui retient l'intérêt de plusieurs architectes et cadres techniciens, tant français qu'étrangers. Deux tiers des inscrits à cette première session viennent de pays en développement. Un projet d'Institut International de la Construction en terre est aujourd'hui lancé, qui entend répondre à des initiatives étrangères dans ce domaine (U.S.A. notamment) afin de faire valoir le savoir-faire français sur le marché international et afin de diffuser les connaissances pour en partager la maîtrise avec des partenaires européens et plusieurs pays en développement demandeurs de formation spécialisée de haut niveau et de techniciens compétents. Dans ce contexte, les implications politiques, socio-économiques et culturelles sont tout aussi importantes que les implications techniques et architecturales.

Remise en situation, cette recherche qui relève du dernier volet d'implications, entend faire le point sur la connaissance et le savoir-faire français et les confronter à leur homologue étranger. Il s'agit donc là d'un état actuel, commenté, dont le but implicite est de mieux cerner les atouts d'un futur réseau terre français dans ce domaine spécifique qu'est la construction en pisé. Cette approche qui est certes sectorielle et volontairement cadrée ne saurait être négligée, même si elle ne représente qu'une part infime de la réflexion actuellement développée sur l'ensemble de la filière terre. Par ailleurs, on saisira l'intérêt de l'étude développée et de son apport vis-à-vis des recherches antérieures, pour la mise en forme d'un futur ouvrage de référence sur ce thème dont les développements connus jusqu'alors ne font état que d'une approche limitée : monographies architecturales locales ou régionales, descriptions techniques sommaires ou très ponctuelles - outillage traditionnel p.e. - ou encore étude de cas de chantiers.

II - DÉVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE

LIMINAIRE : POINT DE VUE MÉTHODOLOGIQUE

CHAPITRE I - L'APPORT HISTORIQUE ANCIEN ET RÉCENT

L'état actuel du savoir-faire français et du savoir-faire étranger présenté dans cette recherche entend faire ressortir l'apport réel de chaque volet du domaine d'étude abordé. Nous insisterons donc non pas tellement sur le contenu explicite des différents volets étudiés - qui fera malgré tout l'objet d'une présentation résumée et concise (avec les références bibliographiques illustrées) - mais plutôt sur ce qui peut apparaître comme innovant et porteur d'une réactualisation de la filière pisé ou d'une diffusion du savoir-faire. En contre partie de cette analyse qui positionne l'état dynamique du savoir-faire dans tous les domaines de réflexion ou d'application abordés, apparaissent implicitement les limites ou les manques de ce savoir-faire qu'il convient de combler à terme pour envisager le renouveau d'une filière pisé cohérente pouvant répondre plus efficacement à la demande exprimée sur le plan international. Ce deuxième niveau de réflexion est développé pour chaque volet étudié et fait apparaître les développements souhaitables des connaissances et du savoir-faire acquis pour dépasser les limites connues et engager une plus grande efficacité de la réponse française. On s'en tiendra, au niveau de cette recherche plus directement axée sur l'état d'un savoir-faire "pisé" à des orientations spécifiques mais qui s'inscrivent néanmoins dans un propos plus global sur l'ensemble de la filière terre qui fait parallèlement l'objet d'autres développements dans le cadre de recherches réalisées pour la Direction de la Construction et le Ministère de la Recherche et de la Technologie.

 PREMIERE PARTIE :

 LE SAVOIR-FAIRE FRANÇAIS

 CHAPITRE I - L'APPORT HISTORIQUE ANCIEN ET RECENT

 I.1. LA PART DES AUTEURS ANCIENS

 ● FRANCOIS COINTERAUX 1740-1830

Le savoir-faire français actuel résulte d'un héritage technique et culturel littéraire autant que d'une évolution et d'une adaptation temporelle d'un savoir-faire traditionnel transmis sur le mode oral ou gestuel au fil des générations de bâtisseurs en pisé. L'évolution des pratiques est visible par ses témoignages techniques et architecturaux mais les facteurs de cette évolution sont moins palpables car soumis aux caprices des modes éphémères ou à des impératifs techniques et économiques souvent liés à des contextes très localisés. On sous estime l'apport du savoir-faire écrit dont les traces sont pérennisées par un fonds bibliographique inventorié et classé.

Il convient ici de faire la part des auteurs anciens, de relever l'importance de leur legs qui revêt un caractère historique indéniable, reconnu par les théoriciens de la construction en terre mais encore souvent ignoré par bon nombre de praticiens et encore plus du grand public. Certains de ces auteurs sont des grands "classiques" de l'héritage littéraire. François Cointeraux, forte personnalité de la fin du XVIII^e et du début du XIX^e siècle, architecte, maçon et entrepreneur, contribua largement à la réactualisation du pisé, en son temps marqué par la pensée des physiocrates du siècle des lumières et s'efforça de définir, puis de diffuser les concepts d'une modernité de la construction en pisé. Par ses très nombreux écrits - on ne compte pas moins de 69 fascicules dont les plus fameux furent traduits en plusieurs langues étrangères - autant que par ses réalisations exemplaires portées au rang de modèles plagiés par de nombreux "contrefacteurs" (terme de l'auteur), François Cointeraux apparaît aujourd'hui comme un chantre enthousiaste mais aussi comme un véritable novateur. On n'ignore pas non plus l'influence, gommée par l'abondance de l'oeuvre de Cointeraux, de l'un de ses prédécesseurs : G.C. Goiffon dont "l'Art du Maçon Piseur", publié en 1772 fut sans aucun doute inspirateur. De même, le fameux "Cours Complet d'Agriculture", de l'Abbé Rozier, contemporain et rival de Cointeraux, dont le tome VII commandé à l'architecte lyonnais Boulard est entièrement dévolu au pisé (1786). Puis, l'héritier moderne de ces pionniers de la consécration littéraire, Jean Rondelet, qui consacre un chapitre entier

au pisé dans son fameux "Art de Bâtir" (1840) où la part y est pourtant maigre, comparée à celle de ces prédécesseurs et semble annoncer, avec déférence (coup de chapeau à F. Cointeraux) le déclin d'un art que refoule l'apparition d'une technologie moderne et la louange d'un art de construire classique. A l'exception de Goiffon dont nous n'avons qu'un témoignage écrit, ces auteurs anciens, tous adeptes de l'oeuvre encyclopédique, firent la part belle à la construction en pisé et contribuaient largement à sa revalorisation. Cointeraux fut sans équivoque le plus actif et son oeuvre revêtit un caractère fondamental, autant dans sa mise en situation historique que par son contenu. Après les tentatives de Delorme (1745) et de Goiffon (1772), pour valoriser un art peu connu et méprisé, la fougue de Cointeraux et son acharnement à promouvoir le pisé, sortent définitivement de l'anonymat un art de bâtir vernaculaire et l'ennoblissent par une instruction littéraire et par une volonté de la mettre au goût du jour (architecture classique de la Révolution et de l'Empire). Le "pisé décoré" et les "pierres factices" de Cointeraux (premiers blocs compressés) portent les conceptions classiques de son temps autant qu'un souci de dissimulation d'un art rural aux apparences souvent médiocres par une ornementation qui tient du décor pastiche (1). Cointeraux a très largement outrepassé le seul legs d'une consécration littéraire du pisé. Il fut le promoteur d'un enseignement spécialisé avec son "Ecole d'Architecture Rurale" et avec les ateliers qu'il ouvrit successivement à Grenoble et à Amiens, entre 1786 et 1788, puis à Paris (Atelier du colisée ouvert en 1794 et qui reçut de nombreux visiteurs). Ces ateliers formaient des élèves-architectes et développaient une recherche sur l'amélioration des constructions rurales en vue de les soustraire au risque d'incendie (études de toitures en terre) et à la précarité, pour leur assurer une meilleure durée. Cette démarche le conduisait à expérimenter des modèles techniques et architecturaux, à élaborer de nouveaux modes de mise en oeuvre par moulage - Cointeraux imagina la première presse à blocs de terre compressés : la "crécise". Il fut un pionnier de la diffusion du savoir-faire et de la médiatisation culturelle en écrivant des pièces de théâtre pour enfants où dialoguent le pisé et la peinture, en réalisant des expositions permanentes de ses modèles qui furent reproduits par des visiteurs passionnés, en lançant des souscriptions pour ses "Cahiers d'Architecture Rurale". Les élèves de l'Ecole participaient à des concours et à des opérations de prestige où ils tentaient de promouvoir le pisé. On méconnaît leur intervention dans le cadre de la ville Napoléon, en Vendée, où ils

bâtirent plusieurs logements pour fonctionnaires et des bâtiments publics dont une caserne destinée à loger 2000 hommes (1807). L'influence de ce novateur est confirmée par l'intérêt que ses publications suscitèrent

(1) cf. PENSÉE ARCHITECTURALE ET SOCIÉTÉ DANS L'OEUVRE DE COINTERAUX
IN ARCHITECTURE DE TERRE, F. COINTERAUX 1740-1830.
RECHERCHE D.A./S.R.A. 1983 - L. CELLAURO ET G. RICHAUD.

à l'étranger avec plusieurs traductions en Anglais, en Allemand, en Italien, en Danois, en Polonais avec une diffusion aux Etats Unis d'Amérique et jusqu'en Australie (un feuilleton dans une "gazette"). En son temps, l'architecte allemand Wimpf, puis David Gilly, fondateur de l'Académie de Construction de Berlin, propagèrent et réalisèrent des modèles d'habitations ouvrières et des manufactures en pisé visiblement inspirées de Cointeraux.

Il suffit aujourd'hui de parcourir par exemple la région Rhône-Alpes pour saisir toute l'importance du rayonnement de Cointeraux jusqu'à la fin du XIX^e siècle. De nombreux bâtiments publics (Mairies ou écoles, cités ouvrières) ou privés (manoirs et châteaux) restituent l'apparence d'un "pisé décoré" dont le fronton classique et la modération, les chaînes d'angle à bossage ou plus modestement peintes sur les enduits, sont les éléments de la pensée ornementale de l'époque de Cointeraux, porteurs de l'ennoblissement d'un matériau pauvre qui put conquérir l'adhésion de quelques grands princes et bourgeois de son temps.

La démarche promotionnelle de Cointeraux est profondément novatrice et connaît aujourd'hui une certaine vigueur, par analogie dans les courants actuels de la promotion de la construction en terre. Plus que de reconnaître à Cointeraux un esprit pionnier, il faut encore le lire ou le relire car son oeuvre est d'une étonnante actualité même si les concepts techniques semblent désuets. La bibliothèque nationale dispose du fonds intégral des écrits de Cointeraux et plusieurs recherches ont été développées qui permettent de mieux saisir son importance. L'oeuvre de Cointeraux n'est pas totalement anachronique.



COINTERAUX EN 1790...

« (...) Tous les étrangers qui voyagent sur la Saône, dans les diligences qui y sont si commodes et si agréables, ne se sont jamais doutés, en voyant ces belles, ces charmantes maisons de campagne, élevées sur les coteaux, qu'elles ne soient construites qu'avec la terre (...).

Qu'il me soit permis d'observer qu'on doit employer ce genre de bâtir dans toute la République, soit pour la décence des villages et l'honneur de la nation, soit pour épargner le bois qu'on emploie en si grande abondance aux constructions, soit pour éviter les incendies, soit pour garantir les laboureurs du froid et des excessives chaleurs (...).

Les boulangers des faubourgs de Lyon préfèrent, pour mettre leurs farines, les greniers bâtis en pisé, parce qu'ils ont l'expérience que les rats et la vermine ne peuvent s'introduire dans ces murs massifs (...).

Un Parisien était venu dans le Lyonnais et avait appris qu'on pouvait construire des maisons avec de la terre seule. Il entreprit de bâtir par cette méthode une maison à Paris, près de l'Hôtel des Invalides. Les facultés ne lui ayant pas permis d'y poser le toit, cette maison en a toujours été privée, ce pisé n'a jamais eu de couverture. Voilà le cinquième hiver que cette construction toute nue est exposée à toutes les injures du temps : pluies, neiges, sécheresse, vents, orages, en un mot à toutes les intempéries (...) je ne manque pas de visiter cette bâtisse, toujours je la vois dans le même état et j'attends encore son éboulement (...).

- Le pisé acquiert de la solidité par la massivation dont l'effet est une diminution de son volume et de la suppression de l'air.

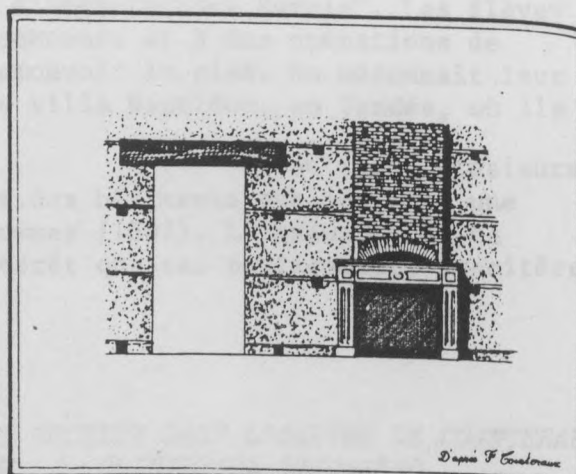
- La durée de plus de 200 ans ne provient que de l'évaporation parfaite de la portion de son humidité naturelle.

- Le gluten de la terre cause le rapprochement intime et la crispation de toutes les particules à l'instant que les coups redoublés du battoir opèrent artificiellement (...) semblable à cette adhésion naturelle, qui s'opère pour la formation des pierres (...).

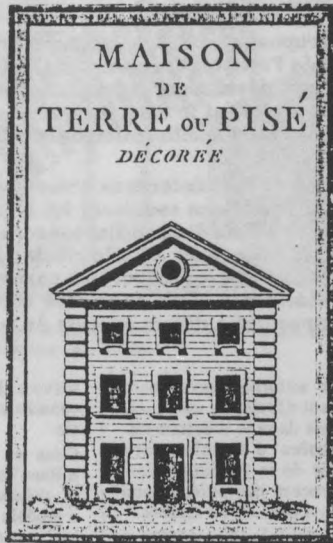
CRA Terre d'après Coilteraux



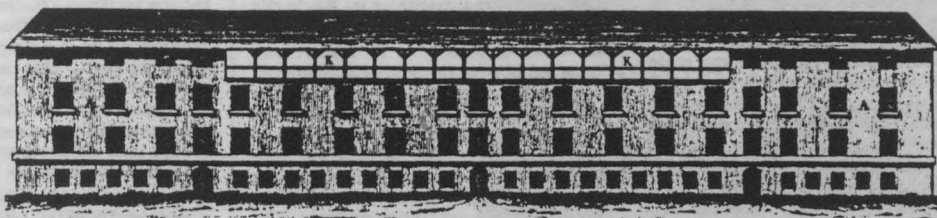
OUVERTURES
FIGURE 34 : PORTE SANS ENCADREMENT
MAÇONNE - LINTEAU DE BOIS
FIGURE 35 : PORTE AVEC ENCADREMENT
MAÇONNE



(" CONSTRUIRE EN TERRE " - CRA Terre - Ed Alternatives -)



PLAN ET ELEVATION D'UNE MANUFACTURE DE VELOURS DE COTON.



Ce Modèle servira à la Construction de toutes autres Manufactures.

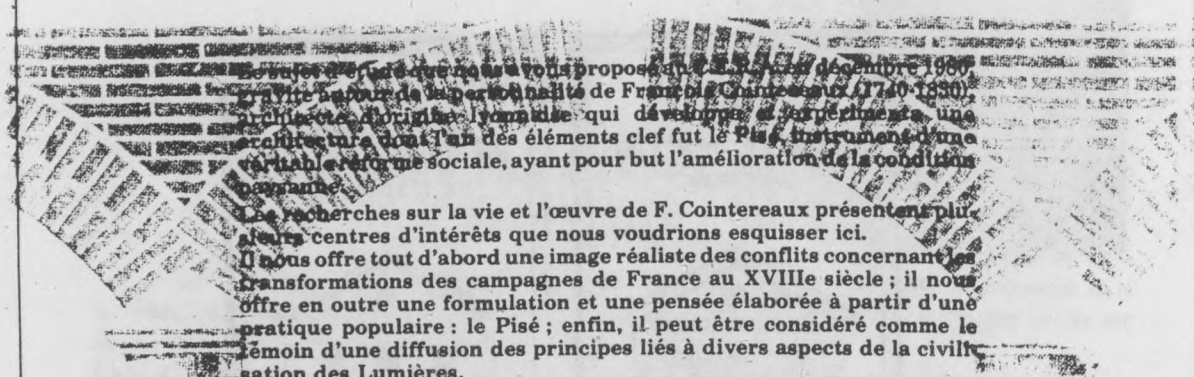


LE TRAITE D'ARCHITECTURE RURALE

De François Contéram Imprimeur en 1790 et 1811

(CONSTRUIRE EN TERRE - CRATERRE - Ed Alternatives)

l'œuvre de cointereaux



Le père de François Cointereaux, maître tailleur d'habits, est mort lorsque celui-ci naît le 23 septembre 1740 à Lyon. Sa famille semble alors mise sous la protection de son oncle, entrepreneur de bâtiment, qui le désigne comme son héritier universel. A sa majorité, il se trouve nanti de plusieurs immeubles à Lyon et de « vingt quatre maisons », et sa femme lui apportera une dot importante : il est donc entrepreneur de bâtiment (1765), architecte (1770) assez aisé et actif (construisant par exemple des maisons de 3 étages pouvant loger 22 familles d'ouvriers en soie). Il se prévaut aussi du titre de Maître Maçon qui désigne dans les campagnes le responsable d'une construction, dirigeant une main d'œuvre passante (six ouvriers au minimum dans le cas du Pisé), tandis que le propriétaire a à sa charge d'amener les matériaux à pied d'œuvre ; et François Cointereaux plus tard indiquera « l'équipage de chaque Maître maçon à la campagne, pour qu'il puisse travailler loin des villages, particulièrement dans les endroits montueux ».

Le véritable engagement stylistique et social apparaît de façon évidente entre 1785 et 1790, alors que se succèdent ses premières constructions de démonstration et sa participation aux concours d'architecture rurale (Amiens 1784, Paris 1789...). Le principe de son activité est simple : dans un premier temps, il propose des sujets d'expériences aux autorités qui l'accueillent avec empressement, mais « le soumettent » à un essai public de son « talent ». On lui concède alors un terrain hors les murs, aux portes des cités pour la construction de cabanes incombustibles destinées à servir de modèles aussi bien pour le rangement des outils que pour les maisons des laboureurs et des jardiniers et même dans un cas pour la reconstruction d'un village de 108 maisons et 12 granges réduits en cendre.

Ensuite il s'attache à répondre aux questions posées de façon nouvelle par les sociétés d'agriculture, ce qui l'amène après quelques succès, à s'adresser

directement aux autorités révolutionnaires à Paris où il développe ses ambitions pédagogiques dans la création réitérée des « Ecoles d'Architecture Rurale », à partir de la fondation desquelles il commencera des publications abondantes durant plus de 30 années. Lorsqu'il meurt à Paris le 13 mai 1830, il semble oublié. Ses idées cependant, non seulement font des émules parmi les « propriétaires bâtisseurs des campagnes » mais trouvent un écho chez nombre d'architectes en Europe, car elles représentent certaines préoccupations culturelles fondamentales du Siècle des Lumières.

En effet, la pensée de F. Cointereaux nous semble très largement dépendre du mouvement d'idées qui a fait irruption dès les années 1750-1760, et auquel il faut rattacher les origines culturelles de l'architecture rurale, en tant que programme d'architecture. L'intérêt croissant pour l'agronomie, le mouvement physiocratique qui trouva un large écho dans l'Encyclopédie de Diderot-D'Alembert, la méditation sur les origines de l'architecture (Laugier), enfin une nouvelle idée du bonheur fondée sur une existence champêtre saine et utile, sont autant de phénomènes culturels qui contribuèrent à créer ce nouveau programme d'architecture, et à revaloriser ce genre mineur, hors de la sphère traditionnelle de la pratique architecturale.

Diderot, dans l'Encyclopédie (article « Laboureur ») accordait à l'agriculture la place principale dans l'économie de la nation et aux paysans un rôle prépondérant. Quesnay y rédigeait les articles « Fermiers » et « Grains ». L'Encyclopédie eut un rôle prépondérant dans la vulgarisation de la doctrine physiocratique et accreditait l'idée que la prospérité d'une nation passât par l'amélioration des conditions de vie des paysans. « Les yeux du gouvernement écrivait Diderot, doivent toujours être ouverts sur cette classe d'hommes intéressants ». F. Cointereaux, acquis à de telles doctrines, s'efforça sa vie durant, de les mettre en pratique dans son travail d'architecte au

service de cette classe misérable, que constituaient les paysans au XVIIIe siècle.

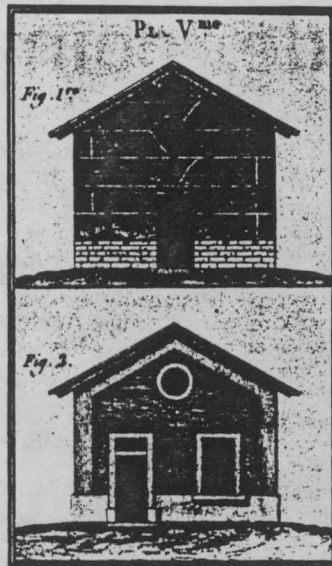
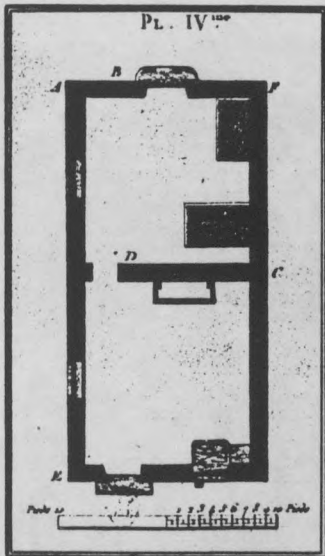
C'est en 1753 que Laugier dans son « Essai sur l'Architecture », formula la théorie de la « cabane primitive », « modèle sur lequel on a imaginé toutes les magnificences de l'Architecture » nous dit-on. Avec la cabane, le néo-classicisme avait trouvé une nouvelle antiquité, plus antique que celle des grecs et des romains, et commune à tous les peuples. Elle était la semence, à partir de laquelle l'architecture civile et l'architecture publique s'étaient développées à travers les siècles. Plus l'architecte se rapprochait de la « simplicité de ce premier modèle », plus son œuvre était naturelle et juste. Cet engouement pour le primitivisme architectural qui fait écho au primitivisme social de J.J. Rousseau, a sans nul doute orienté les recherches architecturales de F. Cointereaux.

Enfin, une nouvelle idée du bonheur va s'instaurer dans la seconde moitié du XVIIIe siècle. Dans la nouvelle Héloïse, l'amour de la nature chez J.J. Rousseau se traduit par l'éloge de la vie champêtre opposée aux tracasseries aux men songes et aux vaines ambitions de la vie urbaine. Le texte définit clairement que l'on peut trouver le bonheur dans une existence simple saine et utile : désormais, un goût champêtre succédant à un goût du luxe qui s'était affirmé à travers le style Rococo, va être à la mode. On verra dans le parc même de Versailles surgir un hameau et une bergerie à l'usage des belles Dames de la Cour. Avec J.J. Rousseau, c'est dans le siècle, une ligne de fracture qui s'instaure.

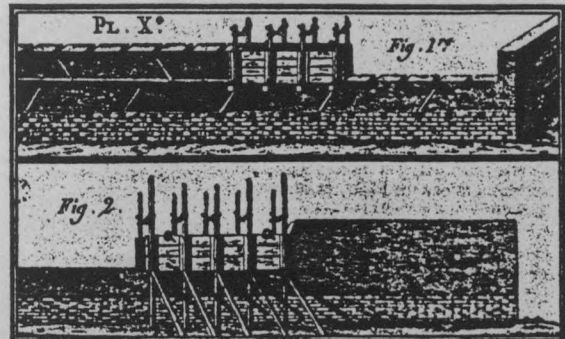
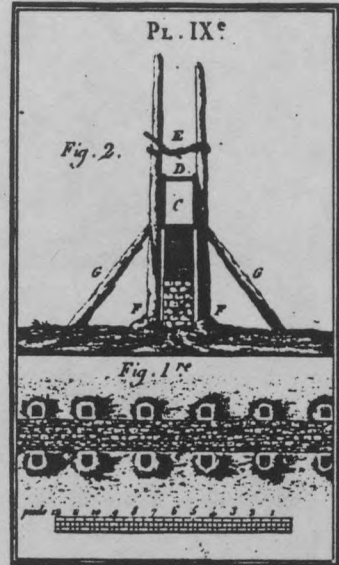
C'est dans ce contexte culturel et dans cette révolution des structures mentales, que F. Cointereaux, alors âgé d'une vingtaine d'années, dut se former. En définitive, il n'est que le reflet de quelques préoccupations fondamentales du siècle des Lumières, qu'il mit en pratique dans l'univers misérable des campagnes.

Luigi Cellaro
Gilbert Richaud

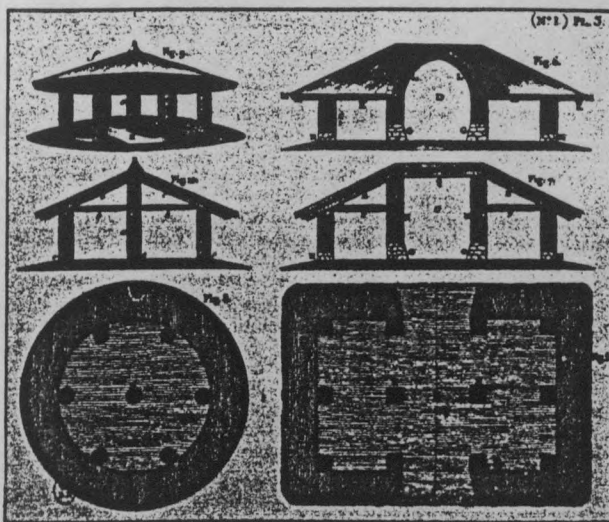
("PIGNON SUR RUE" N°30)



Exemple de petite maison en pisé du Beaujolais à la fin du 18e siècle, selon Coin-
tereaux (« Ecole d'Architecture Rurale » 1790).



Séchoirs en forme de halle avec des piliers en terre (« Les erreurs de
mon siècle sur l'agriculture » 1794).



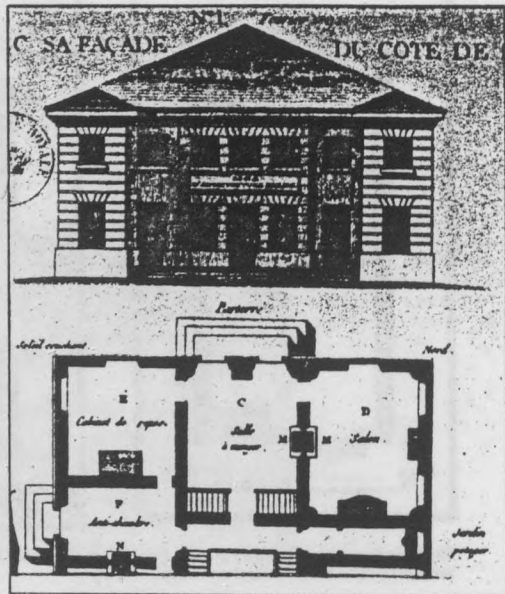
18

« Cahiers de l'Ecole d'Architecture Rurale » 1790
Pl. IX : méthode du Bugey.
Pl. X : fig. 1 méthode du Lyonnais - fig. 2 méthode du
Bugey.

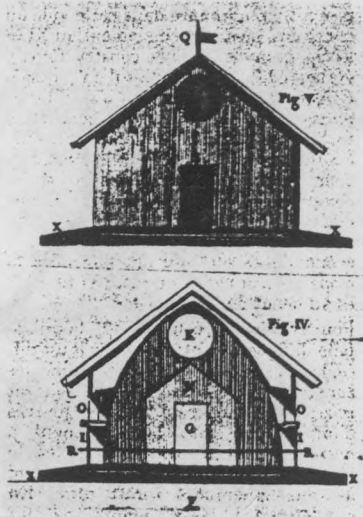


("PIGNON SUR RUE" N° 30)

Maison de pisé en ville,
donnant sur l'avenue
« Conférence à la suite
d'une découverte » 1792.

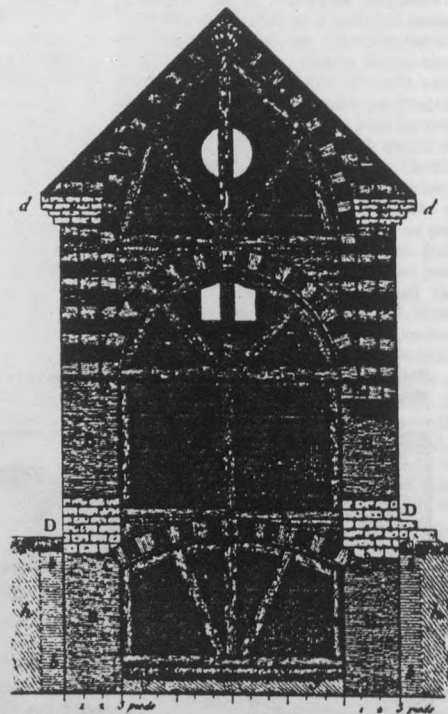
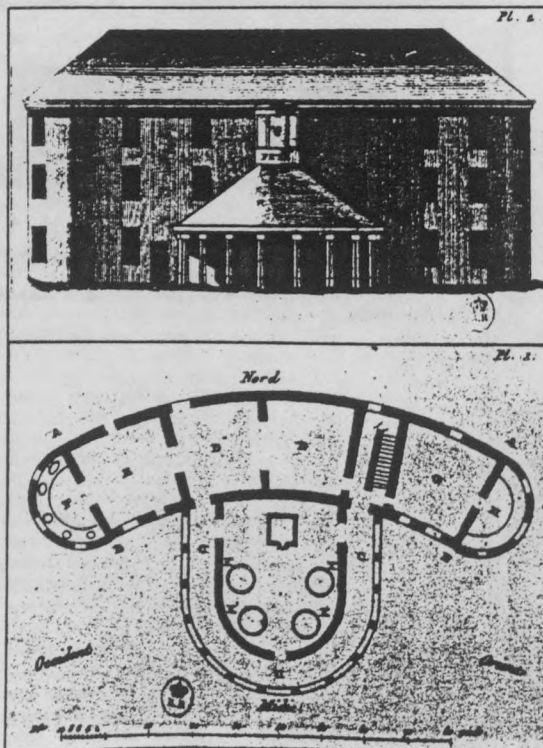


PROJET ET DESSIN DES CONTREFACTEURS
DE L'ÉCOLE D'ARCHITECTURE RURALE, ŒUVRE DONT
LE VÉRITABLE AUTEUR EST LE C^{te} COINTERAUX.



Bergerie en pisé, façade et coupe (« Des
Nouvelles Bergeries » 1805).

Projet de vendangeoir en pisé avec maison de vigneron (« Le joyeux
vigneron à ses vendanges » 1810).



D'après le projet et le dessin des contrefacteurs, cette Maison-ci ne pouvant être construite ni d'une manière économique, ni encore moins avec toute la solidité requise, puisqu'elle est bâtie en terre de cette Maison, doivent passer au moins ses murs; le C^{te} Cointeraoux, auteur de l'invention des voutes en terre, appelée voutes de pisé, vouté qui est de son devoir de faire connaître le danger immense auquel s'exposent les propriétaires de famille qui auraient l'imprudence de suivre une pareille méthode dans cette partie importante de l'art de bâtir.
Il prie aussi le public de ne point lui attribuer une méthode auant inopée que dangereuse, mais de l'imputer uniquement aux contrefacteurs de son traité qui par là ont peut-être jadis, et font encore au public, que de faire à leur avantage une spéculation lucrative au préjudice de qui il appartenait.
C'est vérité est démontrée dans tout son jour dans le dernier ouvrage de C^{te}.

⚠ Avertissement sur une contrefaçon (« Nouveau Traité d'Économie Rurale » 1803).

(PIGION SUR RUE N° 30)

1.2. LES OUVRAGES ET ÉCRITS RÉCENTS

● "CONSTRUCTION EN TERRE", INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT, 1975

Plus d'un siècle et demi sépare les écrits de Cointeraux d'un renouveau historique des publications sur l'Architecture et la construction en terre. Ce n'est en effet qu'au cours des années 70 que des architectes et des chercheurs trouvent de nouvelles motivations pour la construction en terre, éclipsée depuis le début des années 50 qui enterraient les pratiques traditionnelles et ne donnaient aucune suite à quelques tentatives expérimentales d'après-guerre, développées par des organismes officiels (M.R.U. et C.S.T.B.) Les années 1970 sont propices à un nouvel élan : chocs pétroliers et crise de l'énergie, recherches d'alternatives avec l'énergie solaire, apologie d'une architecture de matériaux énergivores en rupture avec les aspirations des hommes, revendications sur le droit de participer à l'aménagement de son cadre de vie, prolifération des mouvements en faveur de la technologie appropriée suscités par l'impact de "Small is Beautiful" de Schumacher et du mouvement de la Jeune Culture américaine, naissance d'un courant écologique et étendue des mouvements communautaires et de défense de l'autoconstruction. L'époque, en effervescence idéologique, redonne une vigueur et une actualité aux matériaux locaux et aux techniques traditionnelles et développe tout autant un discours sur des applications dans les pays industrialisés et dans les pays en développement. Dès 1973, à l'Unité Pédagogique d'Architecture de Grenoble, des groupes d'étudiants ("Autoconstruction" et "Palafitte") entreprennent un recensement des techniques "ne nécessitant qu'une mise en oeuvre simple et utilisant des matériaux bon marché dans le but d'apporter des éléments pratiques pour l'auto-construction". Cette étude s'inscrit totalement dans le courant de l'époque profondément marquée par la diffusion internationale d'ouvrages du type "Shelter", "Domebook" ou "Whole Earth Catalog" qui firent de très nombreux émules. L'originalité du travail développé à Grenoble est liée à une exclusivité accordée à la construction en terre dont les témoignages abondent dans l'environnement rural et urbain régional qui sert de laboratoire vivant. "Construction en terre", publié par l'Institut de l'Environnement en 1975, instruit une connaissance des techniques de l'adobe, du pisé, du torchis, de la bauge et du bloc compressé et préfigure les publications ultérieures du futur groupe CRATerre fondé en 1979. Cette première publication est un coup de chapeau humoristique à François Cointeraux dont l'un des cahiers de l'Ecole d'Architecture Rurale et d'autres écrits furent redécouverts dans des archives régionales puis à la B.N. C'est aussi une nouvelle tentative de redéfinir le glossaire technique de la construction en terre et le développement d'une approche technique qui formule le premier jet d'une synthèse des expériences et des recherches développées par divers organismes internationaux (O.N.U. p.e.) et chercheurs étrangers (centre CINVA de Bogota p.e.). Cette publication se veut

assez didactique et propose un énoncé simplifié d'analyse des sols et de tests et d'essais permettant de contrôler la qualité des terres à bâtir. Le public visé est un public d'autoconstructeurs, aussi les auteurs prennent-ils soin d'énoncer quelques recommandations pratiques de construction et de mise en oeuvre. Le chapitre dévolu au pisé est malgré tout assez anecdotique et développe la référence des auteurs anciens dans une approche traditionaliste. Cette publication initiatrice conserve le mérite d'un effort de synthèse des données connues et d'un souci de diffusion des connaissances élémentaires. On remarque une bibliographie de 154 titres français et étrangers - dont une majorité de titres relatifs à diverses actions dans les pays en développement qui précise implicitement l'orientation de travail des auteurs. Cette bibliographie est sans doute, à l'époque, l'une des plus complètes. "Construction en terre" inaugure une nouvelle ère de publications sur ce thème où les développements techniques issus d'une synthèse des travaux de la géotechnique et de la mécanique des sols sont associés à un intérêt historique et culturel. La forme qui souscrit aux modes du temps, et qui sera éphémère, ne dissimule pas la procédure qui introduit une cohabitation des discours sur l'ingénierie et l'architecture. Certaines divergences entre ces deux approches, aujourd'hui manifestes, n'étaient pas encore déclarées. "Construction en terre" eut un certain succès auprès du public visé et contribua à un engagement des recherches et expérimentations.

• "ARCHI DE TERRE", EDITIONS PARENTHÈSES, 1978

- En 1978, deux étudiants de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Marseille, Patrick Bardou et Varoujan Arzoumanian, éditent "Archi de Terre". Cet ouvrage définit le style des futures "Editions Parenthèses" (créées par les auteurs) et une collection de titres qui seront plus spécifiquement orientés sur le thème de l'architecture solaire et bioclimatique, en liaison avec les travaux du groupe Ambiance Bioclimatique (ABC) de l'UPAM. "Archi de Terre" est un exposé de travaux d'étudiants des auteurs et rassemble des informations générales sur l'architecture de terre collectées au cours de voyages en Afrique, en Europe et dans le Sud-Ouest des U.S.A. Au-delà de considérations idéologiques totalement situées dans l'époque (économie des coûts de construction, écologie), les auteurs font une présentation générale des techniques du pisé, du torchis, de l'adobe, du bloc compressé, de la bauge et du sod (mottes de gazon). Le développement accordé aux architectures en terre traditionnelles connues des auteurs donne davantage d'importance à "l'héritage des Indiens Pueblos" et à l'architecture hispano-mexicaine en adobe du Nouveau Mexique ainsi qu'à ses développements contemporains. La deuxième partie de l'ouvrage donne une théorie générale de l'utilisation de l'énergie solaire et de l'architecture bioclimatique, illustrée par quelques études de cas

de projets d'architectes pionniers en la matière dans le Sud-Ouest des U.S.A. (Steve Baer, David Wright, Karen Terry). "Archi de Terre" est donc davantage porteur d'un discours sur l'architecture solaire que sur la construction en terre qui sert de toile de fond par les références architecturales choisies. Cet ouvrage, bien diffusé en France, fut réédité et traduit en espagnol. Il fait aujourd'hui partie des classiques de la littérature de vulgarisation sur la terre "bioclimatique" qui alimentait une réflexion sur l'économie d'énergie et qui initie, en France, vers la fin des années 70 un mouvement architectural hérité (en déphasage) des travaux de pionniers anglo-saxons et nord américain. Les titres suivants de la collection, "Archi Bio", "Archi de Soleil", les traductions d'ouvrages américains, "Soleil Nature Architecture" (David Wright), "Le Guide de l'Energie Solaire Passive" (Edward Mazria), confirmaient l'intérêt privilégié des auteurs-architectes-éditeurs qui furent sans doute parmi les plus porteurs, en France, dans ce domaine.

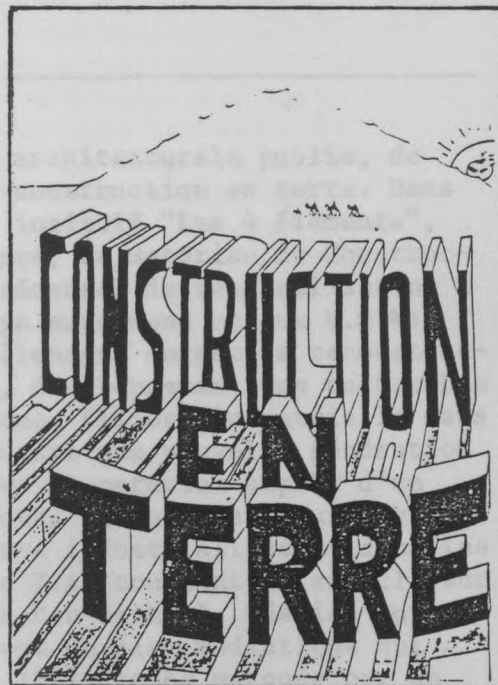
● "CONSTRUIRE EN TERRE", EDITIONS ALTERNATIVES, 1979

- En 1979, les étudiants de l'UPAG travaillant sur le thème terre, devenus entre temps architectes et pour certains d'entre eux enseignants-chercheurs, se constituent en groupe C.R.A.Terre, Centre de Recherche et d'Application Terre. Cette même année, le CRATerre publie "Construire en terre" qui présente tout à la fois des études sur quelques traditions de la construction en terre en divers pays et des recherches et réalisations expérimentales. Cet ouvrage offre un large panorama des diverses applications de l'emploi de la terre pour bâtir, dans des contextes variés, et confronte les traditions des pays industrialisés et des pays en développement. L'inventaire des techniques connues et élargi à treize méthodes de construction qui sont décrites avec des références historiques et contemporaines. La part accordée à la technique du pisé révèle les applications traditionnelles en France, Dauphiné et Auvergne, et évoque le savoir-faire développé au Maroc (Ksour et Kasbahs), dans les régions andines (Pérou). Un rappel historique évoque les expériences réalisées aux lendemains de la seconde guerre mondiale et puis dans les années soixante et dix, dans plusieurs pays européens et autres pays industrialisés, dans quelques pays en développement, confirmant une actualisation de cette technique. Sont ensuite exposées des considérations relatives à l'outillage, pisoirs et banches, tant traditionnel que moderne. Un catalogue de banches rapporte les recherches effectuées en plusieurs pays sur l'amélioration de l'outillage et des modes de mise en oeuvre. Une description d'expériences récentes, en France (Vignieu) et en Algérie (Mostafa Ben-Brahim) situe les tentatives d'actualisation de l'époque. "Construire en Terre" développe également les autres méthodes de construction les plus connues, bauge, adobe, brique de terre comprimée en donnant une part non négligeable aux modes de production des matériaux et aux systèmes constructifs. La dernière partie de l'ouvrage est plus technique et concerne les méthodes d'analyses des sols, de tests et d'essais sur les matériaux, les caractéristiques du matériau et la stabilisation. "Construire en terre" est sans aucun doute l'ouvrage le plus

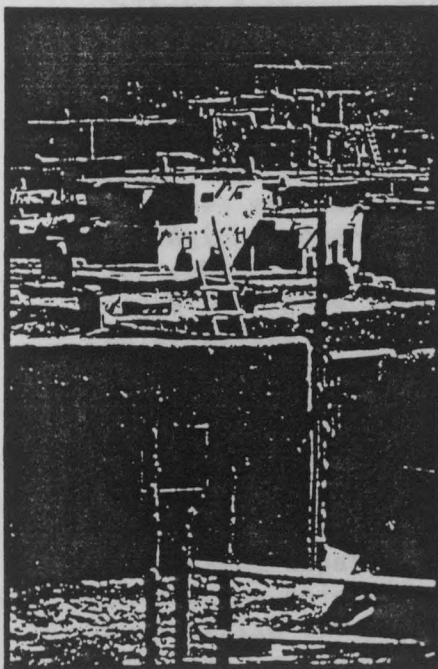
complet qui est diffusé sur le marché, en langue française, et apparaît comme un travail de spécialistes qui suscita l'intérêt d'un très large public. Ce livre a été réédité en 1983 et connaît aujourd'hui le même succès car il semble effectivement répondre à la demande d'informations et de recommandations pratiques exprimée par le public intéressé. La forme de "Construire en terre" est désormais dépassée mais le contenu en fait toujours un ouvrage de référence prisé par les constructeurs, qui leur permet de s'engager dans l'expérimentation avec l'assurance d'une bonne démarche, consciente des problèmes particuliers que pose l'emploi de ce matériau et des solutions qu'il convient d'adopter. La lecture de "Construire en terre" a sans aucun doute très largement contribué à l'expansion du courant d'autoconstruction en terre, en France et dans d'autres pays européens qui comptent à ce jour plusieurs réalisations. De même, les bases techniques proposées par cet ouvrage sont encore tout à fait actuelles et la synthèse qui en est faite, dans un souci de diffusion des connaissances et du savoir-faire, ne trouve toujours pas d'équivalent sur le marché du livre spécialisé dans ce domaine, ce qui explique son audience.

1.3. BULLETIN ET ARTICLES RECENTS

Le bulletin de 1975 la revue technique et temps à autre, plusieurs articles sur la le n° 322 de Techniques et Architecture le CRAterre présente un article, "Le lieu social" qui expose les tentatives de la construction en terre dans les projets expérimentaux en France et en Algérie en 1975. Les publications sont présentées dans l'ordre chronologique. Les articles de propos qui sont destinés à travailler publiquement les notions d'œuvre et d'habitat développement contemporain dans les pays en développement. Le plus récent le projet de village agricole de Nouvelles Algérie en 1975. Les publications sont présentées dans l'ordre chronologique. Les articles de propos qui sont destinés à travailler publiquement les notions d'œuvre et d'habitat développement contemporain dans les pays en développement. Le plus récent le projet de village agricole de Nouvelles Algérie en 1975.



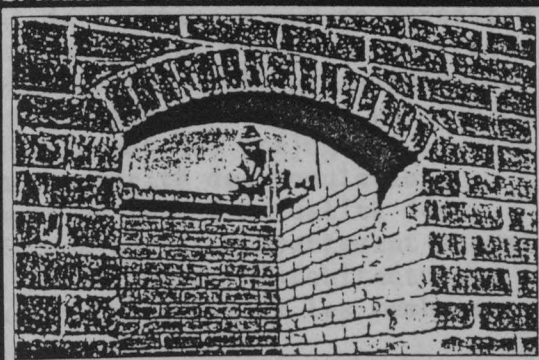
archi de terre.



Parenthèses.
(situation)

CONSTRUIRE EN TERRE

par le CRAterre,
P. Doat, A. Hays, H. Houben,
S. Matuk F. Vitoux



Éditions alternatives collection AnArchitecture

I.3. BULLETIN ET ARTICLES RÉCENTS

A partir de 1979 la presse technique et architecturale publie, de temps à autre, quelques articles sur la construction en terre. Dans le n° 325 de Techniques et Architecture intitulé "Les 4 éléments", le CRATerre présente un article, "La Terre, un matériau de Construction actuel" qui évoque les tentatives récentes de réactualisation de la construction en terre dans les pays européens et aux U.S.A : projets expérimentaux en France et en Allemagne durant la reconstruction de l'après seconde guerre mondiale, développement des recherches et création de centres d'études en Afrique, filière industrielle dans le Sud-Ouest des U.S.A. Cet article inaugure une nouvelle génération de propos qui sont destinés à revaloriser le matériau auprès d'un public de maîtres d'oeuvre et d'architectes en insistant sur les développements contemporains dans les pays industrialisés et dans les pays en développement. Le même numéro de T.A. contient un article sur le projet du village agricole de Mostafa Ben-Brahim), réalisé en Algérie en 1973. Ces publications amorcent un élan médiatique qui portera davantage de fruits à partir de 1981, année marquée par un événement majeur particulièrement porteur : l'exposition "Des Architectures de Terre" du Centre de Création Industrielle au Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou. En mai 1981, le n° 30 de la revue lyonnaise "Pignon sur Rue" est entièrement consacré à la construction en terre et présente des recherches actuelles sur l'archéologie de la construction en terre, développées par le C.N.R.S. de Lyon, (A.T.P. d'Histoire de l'Art et section archéologique) des recherches historiques sur François Cointeraux (Luigi Cellauro et Gilbert Richaud), sur le pisé urbain de la ville de Lyon (Institut d'Histoire de l'Art, A.S. Cléménçon et D. Bertin), une évocation du patrimoine bâti en pisé de la région de l'ain (C.A.U.E. de l'Ain), une présentation de l'expérience "Village Terre de l'Isle d'Abeau", une référence à l'oeuvre pionnière de l'Architecte égyptien Hassan Fathy. Cette série d'articles permet de faire le point sur les actions engagées en France par diverses équipes, notamment concentrées sur la région Rhône-Alpes très porteuse d'une dynamique en la matière. En Septembre 1981, le n° 66 de la revue "H" édité par l'Union Nationale des H.L.M. pose la question de l'avenir du matériau Terre et met en avant les tentatives de réactualisation de l'OPAC de l'Isère (Village Terre de l'Isle d'Abeau) et de l'office d'HLM de Marseille (idée de projet de l'Epaleb). Ce numéro spécial est bien construit et le dossier terre qui y est présenté aborde un large registre de questions portées par l'actualité. Actualité idéologique qui véhicule la "reconquête d'un mythe" et le dépassement des préjugés culturels, Actualité du Tiers Monde où la grande majorité des populations rurales et urbaines habite des maisons en terre, actualité des recherches scientifiques avec des études sur le comportement thermique du matériau développées aux U.S.A., actualité de l'architecture bioclimatique au Nouveau Mexique qu'ont pu découvrir les membres

d'une délégation participant à un voyage organisé par la revue H (techniciens des HLM, directeurs d'offices d'aménagement de construction, architectes, journalistes), actualité du concours du "Village Terre" de l'Isle d'Abeau. Ce dossier s'efforce de poser les véritables problèmes d'une réactualisation de la construction en terre, en termes techniques et économiques, idéologiques et culturels et rassemble les éléments d'un débat très complet.

D'autres articles sont également publiés cette même année dans diverses revues de vulgarisation technique et dans la presse nationale (Le Monde, le Nouvel Observateur), à l'occasion de l'inauguration de l'exposition du C.C.I. en octobre 1981. Un bulletin spécial de l'IFA (n° 61 d'octobre 81) fait le point sur la construction en terre dans les pays industrialisés, avec un rappel historique, de Vitruve (les dix livres d'Architecture) à François Cointeraux, une présentation des principales techniques et un énoncé des caractéristiques du matériau. Ce bulletin a été très largement diffusé et fournit en 8 pages une information très concentrée. En 1983, un numéro spécial de T.A. (n° 345 de Déc. Janv.) consacré au thème "architecture et développement" expose la recherche d'alternatives de développement pour le Tiers Monde. Curieusement, de nombreux articles et la grande majorité des illustrations décrivent des projets et des expérimentations de construction en terre, confirmant ainsi l'actualité de cette technologie. Au cours de l'année 1984, la revue "Actualités Plan Construction et Habitat" (n° 30 de juillet-août-septembre) propose un dossier : "La Terre refait surface", qui fait le point sur le projet expérimental du "Village Terre" de l'Isle d'Abeau. Chacun des 12 îlots du programme est passé en revue avec des points de vue sur l'architecture des projets et sur les techniques de mise en oeuvre. Les limites autant que les bénéfiques de l'expérience y sont évoquées ainsi que la question cruciale d'une reconstitution de la filière terre pour un avenir cohérent de la technologie.

L'ensemble de la littérature présentée dans la presse au cours de ces 5 dernières années aborde le problème global de la réactualisation de la filière terre soutenue par quelques événements moteurs comme l'exposition du C.C.I., le Village Terre de l'Isle d'Abeau ou les colloques organisés à l'ENTPE de Lyon qui rassemblèrent par 2 fois la plupart des spécialistes français. Nous avons évoqué ici, très succinctement, les principaux articles ayant participé à cet élan médiatique, sans en référer directement à la technique du pisé qui fait l'objet de cette recherche car celle-ci n'a finalement fait l'objet que de quelques apartés (le n° de Pignon sur Rue plus particulièrement). Un document spécial édité par la CAPEB de l'Ain, en octobre 1984, intitulé "Le Pisé et l'Artisan", est l'un des rares bulletins spécial consacré au pisé (technique bressane), réalisé par le "groupe pisé" de l'Ain qui rassemble des maçons et entrepreneurs et des architectes. Ce document est axé sur une étude de la pathologie classique de la construction en pisé et sur les techniques de restauration, destinées à fournir des recommandations pratiques aux constructeurs de la région Bresse-Dombes.

Il était néanmoins important de rappeler ici que la presse et la littérature technique ont été porteuses d'une volonté d'information sur les actions engagées dans le domaine de la construction en terre, manifestant ainsi à l'égard d'un public de professionnels et d'une plus large audience l'existence d'un savoir-faire français actuellement en passe de trouver une nouvelle vigueur grâce à l'investissement de personnes et de groupes de recherche motivés qui ont su peu à peu retenir l'attention des pouvoirs publics. On peut néanmoins regretter encore l'absence d'une presse spécialisée et d'une littérature technique et architecturale plus éloquente que motive la demande actuelle d'un plus large public intéressé au niveau national et international.

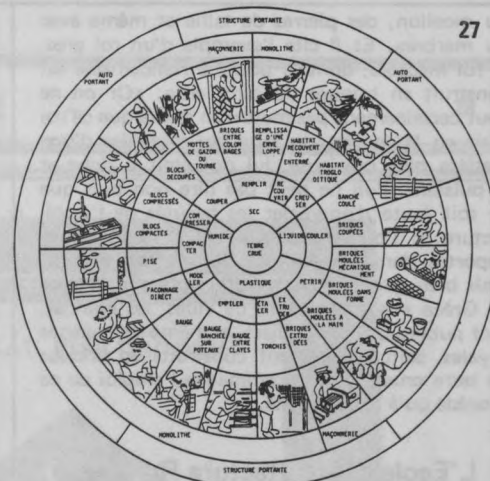
TERRE

UNICOU D'HISTOIRE

Le développement de la terre dans les pays industrialisés est un phénomène récent. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée.

Le développement de la terre dans les pays industrialisés est un phénomène récent. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée.

Le développement de la terre dans les pays industrialisés est un phénomène récent. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée. Les recherches effectuées dans ce domaine ont permis de constater que la terre est un matériau de construction très intéressant, car elle est abondante, économique et écologique. Elle est également un matériau qui permet de réaliser des constructions de grande qualité et de longue durée.

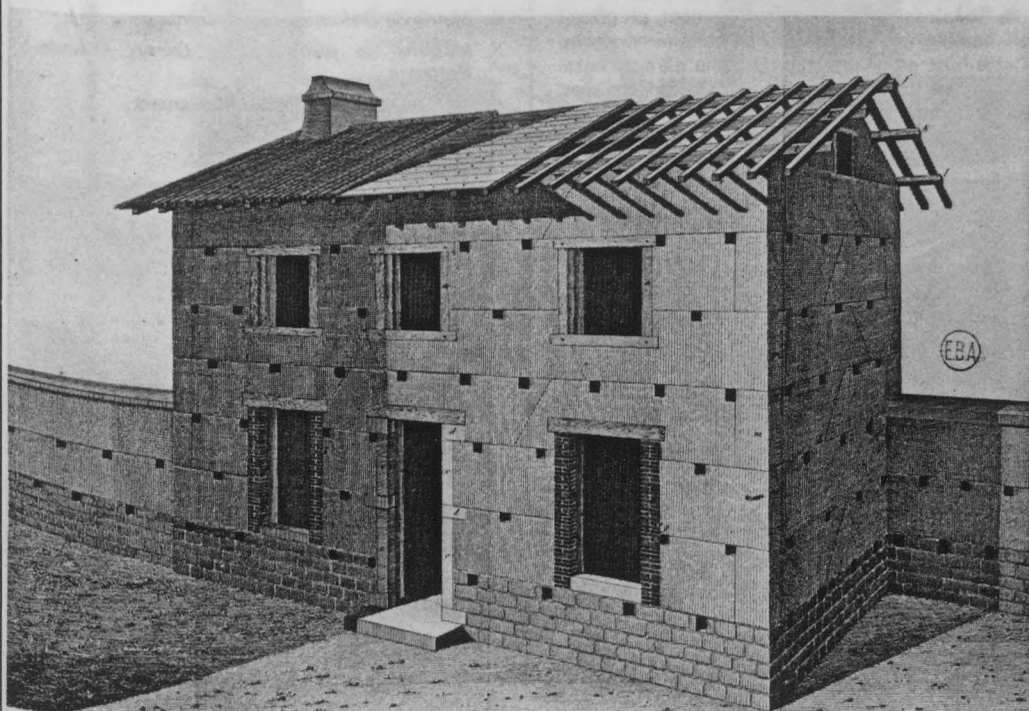


ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES BEAUX-ARTS - INSTITUT FRANÇAIS D'ARCHITECTURE

Certaines architectures en terre sont tout à fait spécifiques (Pueblos du Nouveau Mexique, mosquées du Mali et du Niger...) mais nombreuses sont celles qui se camouflent derrière des enduits, reproduisant exactement les formes des maisons réalisées dans un matériau plus « noble », et ceci dans nos régions. Pourquoi a-t-on cessé de construire en terre en Europe et quelles sont aujourd'hui les perspectives de renouveau de ce matériau ? Au-delà des notions « exotiques » l'assimilant à des pratiques constructives artisanales qui trouvent exclusivement leur place dans des pays lointains peu développés, une autre réalité existe dont nous entretenons ici l'équipe du CRATERRE - UPA de Grenoble. - Gw. Q.

TERRE

CONSTRUIRE EN TERRE CRUE DANS LES PAYS INDUSTRIALISÉS



UN PEU D'HISTOIRE

L'utilisation de la terre crue comme matériau de construction remonte à l'antiquité. Les archéologues pensent que de nombreux sites ruraux antiques ont dû comporter un habitat entièrement en terre, quoiqu'il soit difficile d'en préciser l'importance. Les résultats des fouilles permettent d'affirmer qu'en Gaule la construction en terre était une méthode courante. Des indices évidents d'habitations en pisé* ont été retrouvés notamment en Dauphiné et en Franche-Comté. De même, à Lyon, sur les pentes de la colline de Fourvières, où se trouvait un quartier de la ville romaine, ont été mis à jour des vestiges de murs édifiés en pisé sur muret maçonné. De l'antiquité au XIXe siècle, l'utilisation de la terre pour bâtir et la permanence de son emploi sont mentionnées dans quelques rares ouvrages d'architectes et d'ingénieurs qui, tous, présentent ces procédés de construction de façon quasiment identique et nous donnent une description des mises en œuvre du matériau et de ses qualités. On découvre une progression d'idées analogues dans ces écrits pourtant éloignés dans le temps, puisqu'ils s'échelonnent du Ier siècle avant J.C. (Vitruve) au XIXe siècle (Goiffon, Cointeraux, Rondelet..., si l'on s'en tient aux livres français).

* Terre crue banchée et damée.

● De Architectura.

Au Ier siècle avant J.C., Vitruve écrit un important traité sur la construction, où la terre figure au même rang que les autres matériaux, et il préconise la construction en brique de terre crue pour sa solidité « pourvu qu'en construisant, on apporte les soins nécessaires pour l'établir comme il faut ». Il donne pour cela de nombreux conseils, décrit la mise en œuvre et indique les précautions à prendre, notamment pour dévier l'eau et l'empêcher d'abîmer les murs. Compte-tenu des qualités du matériau, il propose d'en étendre largement l'utilisation; « si on veut, hors la ville, faire des constructions qui durent longtemps, il faudra employer la maçonnerie de brique de terre crue ». Il justifie cette restriction « hors la ville » par des lois qui interdisent les murs épais dans Rome. L'application de celles-ci peut se lire comme un refus du matériau car Vitruve insiste, à plusieurs reprises, sur le fait qu'« on ne doit pas rejeter la maçonnerie de briques crues ». Cherchant à démontrer l'intérêt de ce mode de construction, il doit déjà combattre les préjugés. Pour ce faire, il signale que même « des rois très puissants n'ont point méprisé les constructions en terre, eux qui pouvaient faire les dépenses nécessaires pour bâtir avec

Alors qu'un milliard et demi de personnes* (soit 30% environ de la population mondiale) vivent dans des habitats construits en terre crue, ce matériau est le plus souvent ignoré des constructeurs, des concepteurs de projets et des étudiants en architecture. Il faut dire que les écrits le concernant sont rares, que son histoire et ses formes architecturales sont mal connues et rejetées par l'architecture officielle de béton, acier, pierre, bois ou terre cuite.

On voit trop souvent dans ce mode de construction une pratique réservée aux pays du Tiers-Monde: pourtant dans les pays industrialisés (et notamment en France), c'était une pratique courante jusqu'à l'entre-deux-guerres; et, encore aujourd'hui, des centaines de milliers de maisons en terre abritent des millions de personnes.

Si en Bresse, Bas-Dauphiné et Lyonnais, elles constituent le type d'habitat traditionnel le plus

fréquent, on en rencontre aussi en Normandie, Picardie, Champagne, Beauce et Ile-de-France, dans les vallées de la Saône et du Rhône ainsi qu'en Moyenne Garonne, dans le Gers, le Béarn... Dans des régions connues pour leurs maisons en pierre, il existe même des flots tout à fait localisés où l'on construisait en terre: le marais breton (Vendée), le marais de Dol (Bretagne) et la basse vallée de la Durance (Provence)... Nous présentons donc ici différents aspects de la filière « terre crue » dans les pays industrialisés - France - R.D.A. - R.F.A. - Suède - Norvège - Danemark - U.S.A. - en précisant que nous nous intéresserons seulement aux bâtiments ayant une structure porteuse en terre, le colombage et le torchis n'étant pas pris en considération.

CRATERRE - UPAG.

* D' Uppal, CBRI, Roorkee, Inde.

du moellon, des pierres de taille et même avec du marbre». Et il cite l'exemple d'un roi grec, le roi Mausole, dont le palais à Halicarnasse est construit en briques de terre crue: «Or on ne peut certainement pas mettre en doute que ce roi n'ait eu le moyen de faire des murailles d'une matière plus précieuse, lui qui était si riche et si puissant; l'on ne peut pas dire non plus que ce soit faute d'apprécier les beautés de l'architecture, si l'on fait attention aux soins qu'il a apportés dans les édifices qu'il a fait ériger». Mais bien que Vitruve spécifie qu'à son époque en Grèce «dans beaucoup de villes, les édifices, tant publics que particuliers, et même les maisons royales, sont entièrement construits en briques de terre crue», il ne recommande l'emploi de ce procédé qu'à la campagne.

• L'École d'Architecture Rurale.

En France, les premiers livres importants sur ce sujet ne paraissent qu'à la fin du XVIIIe siècle: en 1772, «L'art du Maçon Piseur» de Goiffon, le Cours complet d'Agriculture de l'Abbé Rozier, les Cahiers de l'École d'Architecture Rurale de Cointeraux en 1790. Au XIXe siècle, Rondelet publie «Le Traité de l'Art de Bâtir».

Si Goiffon et Cointeraux traitent essentiellement du pisé, Rondelet prend en compte les diverses mises en œuvre de la terre, qu'il envisage, tout comme Vitruve, parmi toute une gamme de matériaux de construction différents.

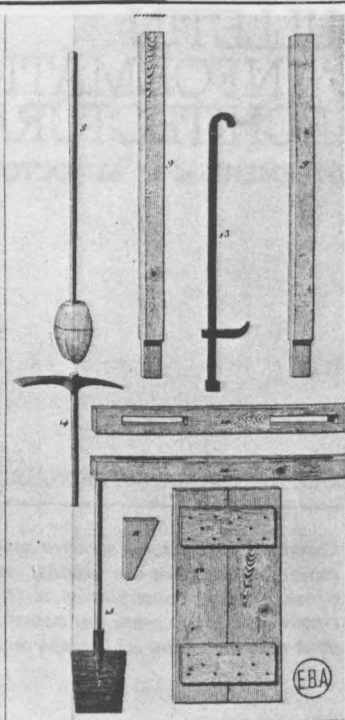
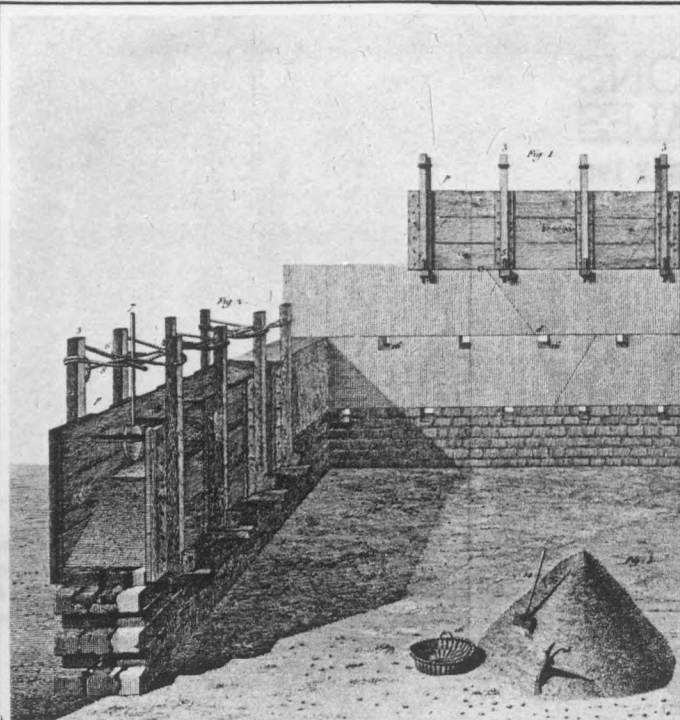
Dans chaque ouvrage sont exposées en détails les techniques de mise en œuvre. Goiffon estime que «pour avoir une maison en pisé qui dure longtemps, on ne doit admettre que la meilleure maçonnerie» et il indique que dans le Lyonnais et les provinces voisines cet art de construire se transmettait de génération en génération depuis l'époque gallo-romaine. Pour Cointeraux, construire en pisé est aussi un art qui «non seulement renferme tous les principes de la meilleure maçonnerie, mais d'autres règles» qu'il développe dans ses cahiers. Une fois cette connaissance technique acquise, Goiffon juge le pisé comme une méthode de construction «préférable, plus économique, plus prompte et plus solide que celle qu'on emploie communément dans les environs de Paris et ailleurs».

Lorsque l'on recherche les moyens pour lutter contre les incendies dans les villages, Cointeraux recommande le pisé à l'Académie d'Amiens. Il oppose le torchis, «construction vicieuse en tous les points», au pisé dont il vante les qualités: «le pisé met non seulement les habitations à l'abri du feu, mais encore il est d'une salubrité précieuse, d'une solidité à toute épreuve et surtout il permet de réaliser une grande économie». En effet, «il ne coûte que la main-d'œuvre, exclut toutes espèces de matériaux, toutes les voitures et toutes sortes de préparations». Rondelet, lui aussi, estimera que le pisé est supérieur au torchis et aux briques crues.

Cointeraux préconise donc un emploi élargi du pisé: «il faut s'en servir en tous lieux» et «bâtir par cette méthode dans toutes les campagnes». Il compte sur l'impact de ses cours d'architecture rurale «pour accélérer la multiplication des petites propriétés». Rondelet considère que le pisé «mériterait d'être propagé dans tous les départements où l'on construit en bois, surtout pour les granges et autres bâtiments ruraux».

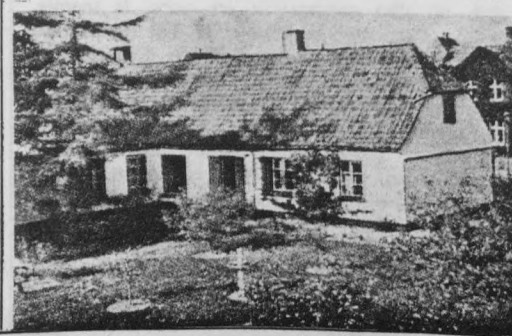
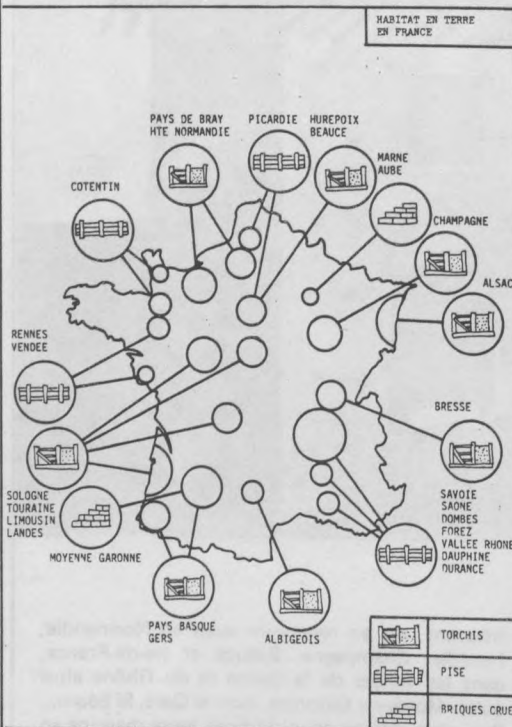
Leurs convictions se heurteront pourtant à une forte résistance psychologique. Goiffon, puis Cointeraux indiqueront donc des possibilités de camoufler la terre: Goiffon parle de maisons lyonnaises à deux ou trois étages, recouvertes d'un enduit à la chaux, ce qui «laisse ignorer que ces bâtiments ne sont qu'une terre en pisé». Cointeraux explique pareillement que si l'on veut «dérober à tous les yeux la nature de ces maisons» il suffit de les couvrir d'un enduit. Par ailleurs, indique-t-il pour achever de convaincre ses lecteurs, «les riches négociants de la ville de Lyon» n'hésitent pas à faire construire leur maison de campagne en pisé.

Au XIXe siècle, face à l'utilisation accrue de la pierre et de la brique cuite, la terre crue sera considérée comme un matériau pauvre. Pourtant, jusqu'à la dernière guerre, elle reste un matériau

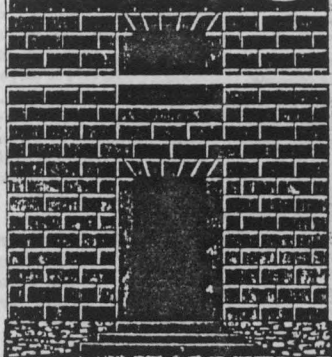


de construction courant. Construire était l'affaire de tous et la technique du pisé faisait partie du savoir-faire commun. Construire en terre requérait surtout des bras et du temps, et, dans une société où l'argent était rare, seule une participation collective permettait de réaliser une habitation. L'entraide prenait la forme de coups de main que l'on rendait. Mais l'exode rural a favorisé la fuite des savoir-faire et le désenclavement progressif des campagnes a introduit les techniques nouvelles. Cette mise en œuvre traditionnelle n'a pas résisté au modernisme, à ses productions standardisées, au rendement et à l'individualisme.

1. Les outils du piseur, par Rondelet.
2. La construction en terre crue en France. H. Guillaud, UPA Marseille-Lumigny, 1980 (3e cycle).
3. Maison en pisé, Bizones, Isère.
4. Mairie de Dolomieu (pisé), Isère.
5. Maisons en pisé dans le Devon, Grande-Bretagne.
6. Maison en pisé à Odense, Danemark.



PISE SUR RUE



*On peut, travailler à ce Pisé
dans l'hiver... des plu*

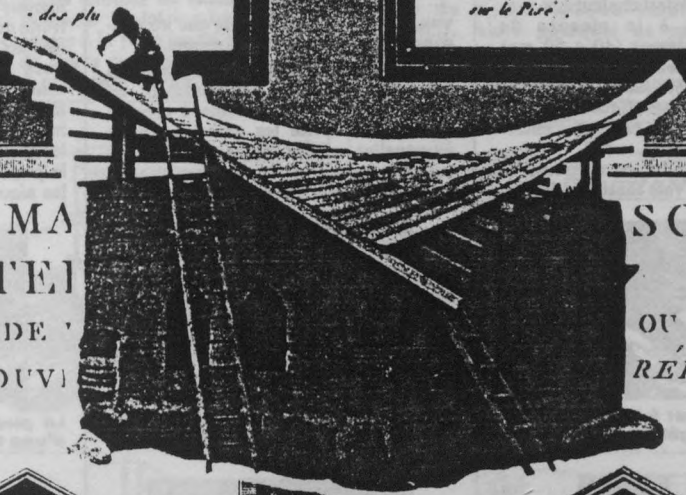
NOUVEAU PISÉ DÉCORÉ



*Cette décoration se peint à fresque
sur le Pisé.*

MÊME MA
DE TER
SORTANT DE
DE L'OUV

SON
ou PISÉ
RÉE



BOUILLON MANDÉ

mensuel régional d'information : architecture - urbanisme - construction

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

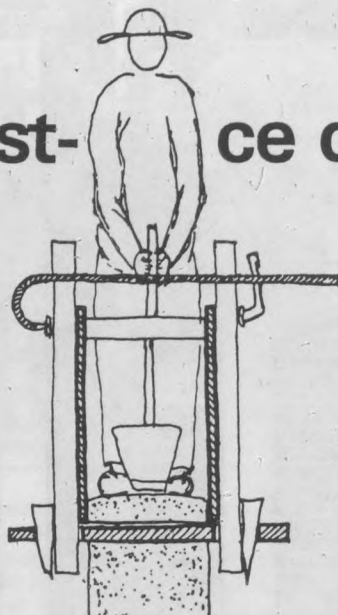
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

qu'est-ce que



le pisé ?

Lorsque quelqu'un me pose cette question, il s'attend généralement à une réponse décrivant un matériau complexe. Mais à sa grande surprise, le pisé est une mise en œuvre très simple de la terre qui nous entoure.

Ce matériau, cette mise en œuvre viennent d'être oubliés ces vingt-cinq dernières années. L'étymologie du mot pisé : serrer la terre, définit bien ce qu'il en est : la terre est compactée progressivement entre deux banches (ou coffrages). L'intérêt de cette technique est qu'il n'y a pas de cuisson, pas de transport : de nos jours où l'essence devient chère, c'est un intérêt non négligeable.

L'inconvénient, pour notre époque, de la mise en œuvre traditionnelle est qu'il faut beaucoup de main d'œuvre.

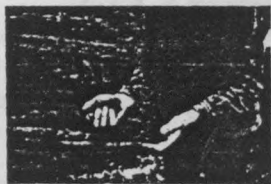
Le pisé est un matériau chaleureux, traditionnellement à la mesure de l'homme : son épaisseur (40 à 50 cm) laisse la place à l'homme pour se tenir dans les banches, et résoud des problèmes phoniques et thermiques ; la hauteur des banches (87 cm) est l'entrejambe d'un homme.

Pour bien comprendre ce matériau et cette technique, je vais tenter de décrire

une journée de travail telle que les artisans maçons nous l'ont racontée.

Préalablement au travail de la terre, le maçon a réalisé un soubassement en maçonnerie. Ce soubassement plus ou moins haut, évite les arrivées d'eaux éventuelles venant du sous-sol ou des ruissellements, car le premier ennemi du pisé est l'eau. C'est un matin du mois

de mai ; un agriculteur dombiste agrandit sa grange. Lui, sa femme, deux voisins et le maçon ont commencé tôt, ce matin, à extraire la terre du terrain juste derrière la construction. Sous les 20 cm de terre végétale, ils ont extrait à la pelle et par couches la terre argileuse ocre jaune. A la fin du travail, la terre végétale sera remise en place et le champ sera à nouveau cultivé. Maintenant, le tas de terre est suffisant pour la journée. Un des hommes prépare la terre, il la « frasse », c'est-à-dire qu'il l'a réparti en fines particules à l'aide d'une pelle, jusqu'à ce qu'elle devienne légère comme une terre de taupinière. La femme charge la terre brute dans des paniers et la vide telle quelle dans les banches où le maître-maçon et un autre homme cognent la terre avec un pisou en frêne qui pèse 5 à 6 kg. La terre est tassée par lits successifs de 8 à 10 cm. La terre à pisé une fois comprimée, est cohérente, et l'on décoffre le lendemain matin. Avant de terminer la banchée, le maître-maçon n'oubliera pas de placer les gros de mur en bois qui permettront le passage des lasonniers, qui tiendront les aiguilles et les banches du coffrage



La terre à pisé est à 20 cm environ sous la terre végétale.



Frassage de la terre lors de l'expérience du mur en pisé à St-Etienne du Bois.



Le pisé doit être comme la terre d'une taupinière.



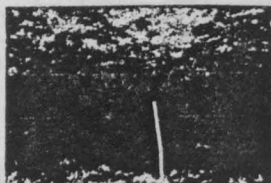
Expérience du mur en pisé à St-Etienne du Bois : Banches en place



Tassage de la terre.



Chainage en bout de mur.



Une ligne de chaux à mi-banche.

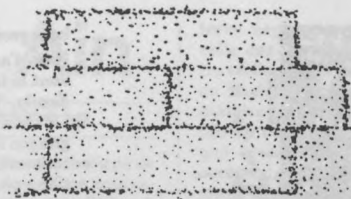


Côté extérieur du mur de St-Etienne du Bois fini.



Quelques pisous. 1 équerre et les banches outils amenés au mur de St-Etienne du Bois.

(PIGNON SUR RUE N°30)



Pisé banché avec des bouts de banche

suisant. Au fur et à mesure que le mur avance, il est protégé de l'eau par des tuiles creuses qui le chapotent. Ces cinq personnes réalisent ainsi deux banchées dans la journée (soit 7 à 8 m² de mur).

Trois paires de banches en bois sur le chantier suffisent ; elles mesurent 3,60 m à 4 m de long. Le travail va durer quinze jours, puis on s'arrêtera quinze jours pour aller travailler aux champs, et l'on recommence ainsi de suite. Le pisé de la construction sera terminé au début de l'automne, avant les mauvaises saisons.

A cette mise en œuvre simple, s'ajoutent des précautions, dans le choix de la terre qui doit être ni trop humide, ni trop sableuse, ni trop argileuse. Au départ de chaque banche, on coule une moraine de chaux côté extérieur. Cette moraine assure une bonne liaison entre deux banchées, elle permet de mieux accrocher un enduit éventuel. Parfois, des moraines supplémentaires sont placées au milieu d'une hauteur de banche, pour mieux renforcer le pisé sur les façades très exposées à la pluie ou au vent. Ces lignes de chaux rythment les murs et ajoutent un aspect décoratif. Dans les

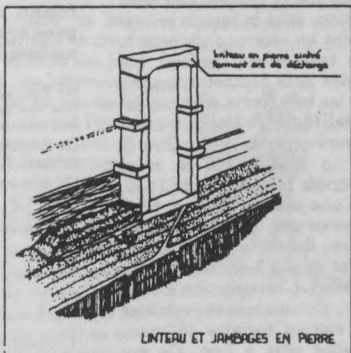


Pisé banché sans bouts de banche

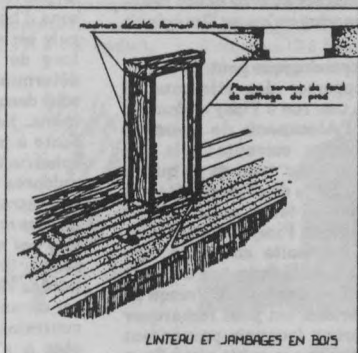
angles, le mur est très souvent renforcé extérieurement soit par des lignes de chaux, soit par un autre matériau : brique, béton ; le pisé reste continu et le chaînage est extérieur. Là encore, la technique amène toute une variété d'ornementations. Les ouvertures : elles sont généralement réalisées avec le mur. De nombreux systèmes sont utilisés : précadres en bois, linteaux et jambages en pierre, linteaux préfabriqués en béton, etc. ou encore les jambages sont renforcés comme les chaînages d'angle, avec un linteau bois ou tout autre matériau.

Avec le C.A.U.E. de l'Ain et les artisans maçons, anciens et jeunes, nous avons pu vérifier, décomposer, analyser tous les gestes traditionnels. Un mur en angle en pisé a été construit à St-Etienne du Bois l'automne dernier. Suite au travail que le groupe pisé de l'Ain mène depuis de nombreux mois, certains maçons se disent prêts à construire en terre, à adapter des solutions aux exigences de notre époque (main d'œuvre...). Alors pourquoi ne pas essayer ?

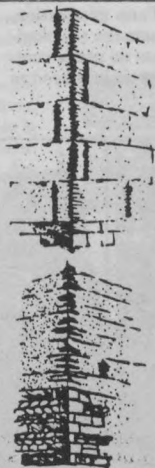
Christophe Megard



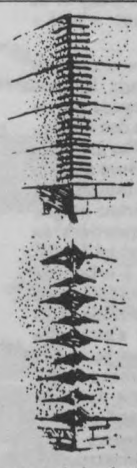
LINTEAU ET JAMBAGES EN PIERRE



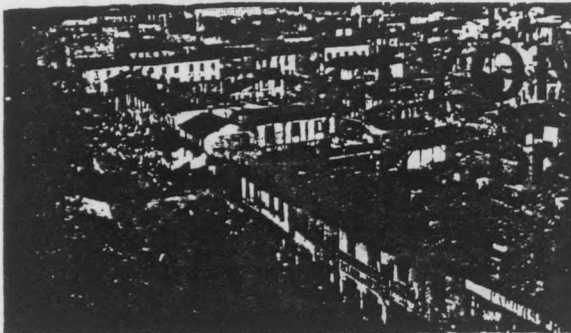
LINTEAU ET JAMBAGES EN BOIS



Quatre chaînages d'angle différents mis en œuvre avec de la chaux



(PICNON SUR RUE N° 30)



Le Pisé urbain

Trois matériaux particulièrement répandus dans la région lyonnaise semblent offrir, du point de vue technique, une filiation directe : le pisé (terre), le mâchefer (scories de charbon et liant : on l'appelle tantôt « pisé de mâchefer », tantôt « béton de scorie ») et le béton (sable, gravier et liant : il s'agit surtout des premiers bétons banchés). Dans les trois cas, on moule une forme en tassant le matériau entre des banches (planches). Les débuts du béton à Lyon commencent à être mieux connus, le mâchefer est lui, totalement ignoré, quand au pisé, il fait actuellement l'objet d'une recherche circonscrite à la ville de Lyon.

On sait que le pisé est répandu dans les régions limitrophes : Ain, Dombes, Saône, etc. pour la construction de bâtiments ruraux. Ce que l'on sait moins, c'est qu'il a été utilisé aussi pour édifier des quartiers entiers de Lyon, et ce jusqu'à une période récente. La recherche ayant commencé depuis peu, nous n'avons pour l'instant que quelques repères dans cette histoire urbaine où subsistent d'importantes lacunes.

La terre est déjà présente dans les maisons gallo-romaines et sans doute beaucoup plus répandue qu'on ne l'imaginait (1).

L'approche étymologique peut, dans certains cas, apporter des éléments. Il existe à Lyon une rue « Pizay », dont on trouve dans l'Almanach de Lyon de 1745 la définition suivante : « la rue Pizay (sic) a pris son nom de ce que la plupart des maisons de cette rue étaient autrefois bâties de terre, qu'on appelle ici vulgairement du Pizey ». Cette interprétation sera ensuite contestée, elle suggère cependant la présence de constructions en pisé au sein de la Presqu'île à une date reculée. On peut remarquer que de nombreux lyonnais prononcent [pizè] (de l'ancienne graphie pizay ?) et non [pizé] proche du mot « pisé » répandu au XIXe siècle.

Dès la fin du XVIe siècle, commençait l'urbanisation de la Croix-Rousse (Grande Rue), dont une grande partie est construite en pisé et, où des ensembles complets subsistent de nos jours. Ils sont, pour la plupart, antérieurs à 1840, date d'un décret stipulant l'interdiction de construire avec ce matériau et qui, contrairement à d'autres quartiers de Lyon (cf la Rive Gauche) fut ici immédiatement mis en pratique. L'urbanisation commence autour de 1550 mais c'est surtout à la fin du XVIe siècle et au début du XVIIe siècle que s'intensifie l'édification de petites maisons basses de un à deux étages (Cf illustrations). La Croix-Rousse constituait l'axe de pénétration des Dombes à Lyon et l'on cherche à cerner dans quelle mesure il n'a pas véhiculé un mode de construction propre à ces régions.

La rive gauche du Rhône est une des zones les plus intéressantes à analyser car elle permet de rassembler un nombre d'informations multiples et diverses sur ce matériau. Dans la première partie du XIXe siècle, la rive gauche est urbanisée. Entre le vieux bourg de la Guillotière et le nouveau quartier Morand s'élèvent des entrepôts, usines, ateliers, hangars et petites maisons, dont le principal matériau de construction est le pisé auquel sont adjoints le bois, le mâchefer, la pierre et parfois la brique. Les maisons d'habitation, dont la façade principale est souvent en pierre, s'alignent le long de rues tracées au cordeau qui déterminent des îlots géométriques, au sein desquels les bâtiments sont totalement hétéroclites. L'administration tente à plusieurs reprises d'interdire la construction en pisé, mais ce n'est qu'après la terrible inondation de 1856, qui détruit en une journée la quasi totalité des maisons en pisé (cf illustrations), que des mesures draconiennes sont prises par le préfet Vaisse, homologue lyonnais de Haussman. L'interdiction d'utiliser ce matériau économique et populaire contraint les classes sociales défavorisées à s'installer plus à l'est. Ce qui détermine, en moins d'une génération, un important bouleversement sociologique au profit d'une classe de petits commerçants et employés, et de la moyenne

bourgeoisie, à l'étroit dans la Presqu'île. Bien d'autres lieux, dans la ville, conservent la trace de ce matériau : Saint-Just, Ecully, Vénissieux (cf illustrations) etc. La richesse et la diversité de ces témoignages font de Lyon un lieu privilégié de recherche sur le thème de la construction en terre en milieu urbain. De ce foisonnement, trois questions principales émergent, qui constituent la base de notre problématique : quelle extension le pisé a-t-il pu prendre dans cette ville au cours des âges, principalement au XIXe siècle, et quels types de constructions y étaient édifiées ? ; existe-t-il un pisé spécifiquement urbain, ou bien s'agit-il simplement de la transplantation d'une technique venue de la campagne sans aménagements particuliers ? Problème complexe qui doit prendre aussi en compte le rôle de théoriciens lyonnais tels que Cointereaux, Goiffon... et enfin quels sont les mécanismes politiques, économiques etc. qui ont engendré la disparition de ce matériau au XIXe siècle et au début du XXe siècle ?

Pour l'équipe de recherche (2), la principale difficulté vient du fait qu'il est difficile, dans une ville, d'identifier les constructions en pisé, le plus souvent recouvertes d'un crépi. D'autres sources d'information sont heureusement à notre disposition, les archives et la mémoire orale, cependant le maximum de renseignements serait utile. En conséquence, nous demandons aux personnes qui possèdent ou connaissent une maison en pisé à Lyon ou sa banlieue de nous en avertir, ainsi que ceux qui connaissent ou ont connu des maçons-piseurs et des gens ayant construit eux-mêmes leur maison en terre (3).

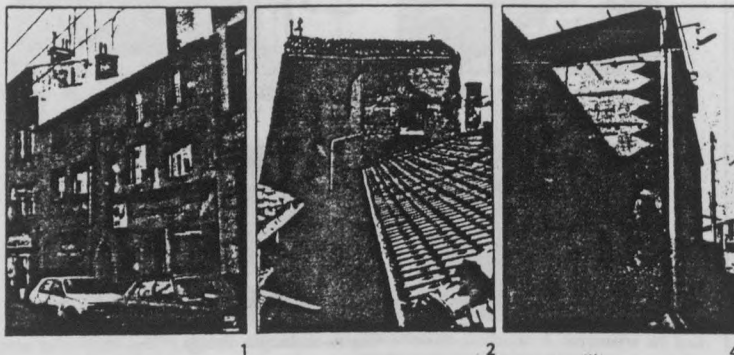
(1) Pour en savoir plus, il faut attendre les résultats des recherches d'un groupe d'archéologues lyonnais (A. Desbat, CNRS).

(2) Constituée de deux historiens d'art et d'un ethnologue : D. Bertin, A.S. Cléménçon, D. Idrissi.

(3) Information (avec une photo éventuellement) à envoyer à : Equipe pisé urbain, Institut d'Histoire de l'Art, 18 quai Claude Bernard, 69007 Lyon.

Anne-Sophie Cléménçon
Avec la collaboration
de D. Bertin

1. Croix-Rousse, habitation façade sur rue.
2. Croix-Rousse, bâtiments annexes situés derrière les maisons. Rive gauche du Rhône.
3. Inondation de 1856.
4. Vénissieux. Utilisation conjointe du pisé et du mâchefer.



(PIGNON SUR RUE N°30)

Terre Aïn

le patrimoine

Le département de l'Ain est constitué de deux grandes régions de surface équivalente, séparées par la rivière d'Ain. A l'Est, la Montagne du Jura, le Bugey, où traditionnellement on construisait en pierres et bois. A l'Ouest, la plaine, Bresse et Dombes, où la construction se faisait, soit en structure de bois, le colombage, avec divers remplissages, briques, galets, pierres, lattis de bois couverts de torchis, soit en Pisé (ph. 1).

Il est admis que les maisons à colombages sont plus anciennes que les constructions en pisé, mais on peut faire remonter au moins à 300 ans, le début de la grande époque du pisé dans l'Ain. On trouve d'ailleurs fréquemment de grandes fermes dont le premier noyau est en colombage et dont les extensions ont été réalisées en terre. Les bâtiments de la plaine peuvent être comparés à un patch-work de matériaux divers, aux colorations, matières et structures variées, le tout chapeauté par un immense toit enveloppant et unifiant l'ensemble (ph. 2).

L'homogénéité visuelle des fermes bressanes est due à leur silhouette : de grands oiseaux aux ailes rabattues complétant avec force le paysage valonné de ce pays. A l'ombre de ces immenses toitures de terre cuite, tuiles rondes et lignes souples des faitages, la terre crue (ph. 3).

En Dombes, solides, trapus, de longs murs aveugles vous tournent le dos, et referment à vos yeux l'activité des habitants. En Val-de-Saône, les bâtiments à cour carrée prennent des allures de fortifications. Seul un pigeonnier, à l'entrée de la ferme, offre une architecture plus riante. Haut, sur plan carré ou octogonal, il est couvert d'un petit toit gai, et symbolise la richesse de son propriétaire, par un travail plus raffiné (ph. 4).

Le porche d'entrée de la cour, annonce que c'est à l'intérieur que l'on trouvera l'agrément. En arcs de brique ou de pierre, protégés de la roue des chars par des bâteaux de pierre, les porches sont doublés de petites portes, permettant le passage de l'homme. Les deux portes sont conçues et composées ensemble, liées par un jambage commun (ph. 5).

A l'intérieur, soubassements, chainages d'angle, ouvertures, grandes et petites, auvents, sont témoins de la richesse de la conception et de la maîtrise de l'exécution. Encore une fois, luxuriance des matériaux, soubassements en pierre, ou pierres et galets, ou galets et briques, ou briques ; chainage d'angle en pierre ou brique au dessin décoratif ; ouverture en pierre taillée, de bois ou de brique, auvents aux poteaux de bois également mis en œuvre (6, 7, 8, 9).

Le pisé, ocre vif, est lui-même dessiné : Les lits horizontaux de chaux tous les 40 cm, ou tous les 80 cm, les moraines obliques ou verticales de raccordement des banchées, les trous de réservation laissés par les lasonniers tous les 80 cm, donnent un rythme et une légèreté à cette matière-masse, constituée de lourde

terre argileuse, sans autre forme que celle des banches dans lesquelles on la travaille. C'est l'imagination et le travail de l'homme qui donnent grâce à cette matière informe. Une contribution propre au matériau, c'est sa couleur, presque rosée dans le Sud de la Dombes, ocrée ou quelquefois même tout à fait jaune-dorée dans d'autres sites, approchant du marron clair dans certaines parties de la Bressé. Son autre contribution, et ce n'est pas sa faute, c'est son comportement à l'usure du temps. S'il reste sec, et c'est sa seule chance de survie, il est encore sensible aux vents, aux écarts de température et d'hygrométrie, aux projections, des fortes pluies, et sa surface, de lisse à la dépose des banches, se modifie : craquelée si elle a séché trop vite, légèrement fissurée si trop d'eau s'est évaporée, striée comme ces châteaux de sable exposés au soleil et à la bise marine, creusée de manière inégale au gré du temps. (ph. 10).

C'est une matière vivante, qui porte son âge, non pas en s'encrassant, comme le béton des villes, mais en laissant s'échapper les particules usées. Un sablage naturel en quelque sorte...

Mais que l'on ne s'effraie pas, habitués que l'on est aux coquettes surfaces lisses et sans âme, le pisé, bien protégé de l'eau, est solide ! Ceux qui ont essayé de percer des ouvertures dans ses murs vous le diront, il est quelquefois plus dur que la pierre, et bien des scies se sont usées pour rien. Il a porté les fantastiques récoltes de grain dans les greniers des bressans, les énormes toitures de tuiles creuses. Dans les bourgs, il porte plusieurs étages d'habitation, et quelques-uns seraient surpris d'apprendre qu'ils habitent dans du pisé, s'il a été enduit. (ph. 11)

L'architecture de terre de la bresse, de la Dombes et du Val-de-Saône, offre au promeneur bien des occasions d'étonnement ou de contemplation ; pour ses habitants, elle constitue un patrimoine original.

le groupe pisé du caue de l'ain

Ce patrimoine est principalement constitué de fermes, maisons de village et de campagne, en pisé.

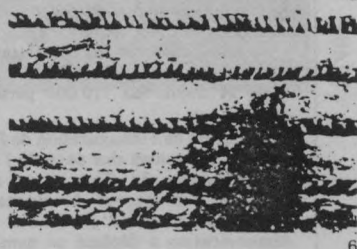
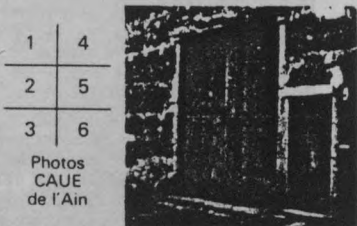
Les bâtiments sont soumis soit à l'abandon au profit de constructions neuves (bâtiments d'exploitation ou d'habitation), soit à une rénovation sauvage (parce que « spontanée » et parce que faite sans aucun souci de la conservation) (ph. 12)

Les causes sont multiples :

- Bâtiments chargés d'une histoire douloureuse. Phénomène culturel du souvenir que nous ne pouvons effacer. De location en location, ils ont été habités et abandonnés par des fermiers pauvres. Les baux ruraux ne distinguaient pas le bâtiment des terres, et donc, ni le propriétaire, ni le locataire, ne se sentaient concernés par son entretien. Les femmes ont le souvenir de leur mère surchargée de travail dont la vie dans ces bâtiments a souvent été malheureuse. Ils sont souvent abandonnés sans tristesse par leurs jeunes habitants.

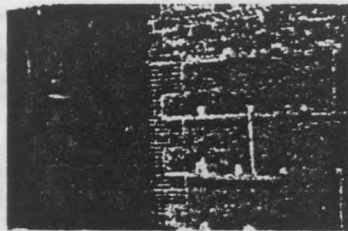
- Bâtiments peu adaptés à l'évolution de l'agriculture, à l'accroissement du cheptel, ils sont vidés ou éventrés pour des extensions malheureuses.

- Bâtiments liés aux anciennes entités fermières (3 à 5 ha), ils ont été « remembrés » comme les terres, et les exploita-

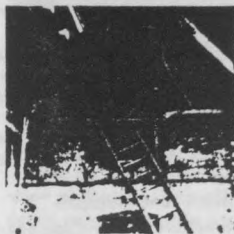


1 | 4
2 | 5
3 | 6
Photos CAUE de l'Ain

(PIGNON SUR RUE N° 30)



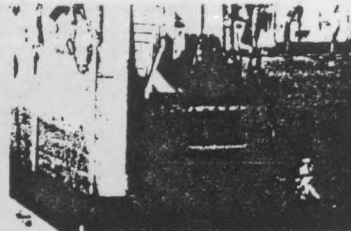
7



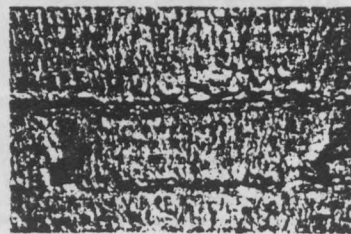
8

7	10
8	11
9	12

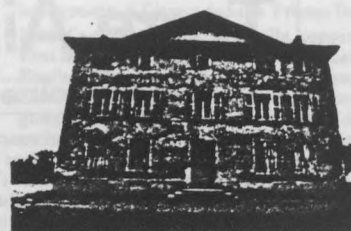
Photos CAUE de l'Ain



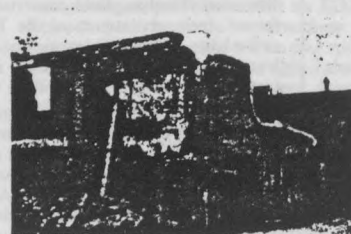
9



10



11



12

tions d'une surface moyenne de 20 ha, ont en charge 4 ou 5 anciens bâtiments sans fonctions, toute l'activité étant regroupée au siège de l'exploitation. Il y a là-dessus, matière à réflexion et à proposition.

Mais une autre cause d'abandon apparaît en filigrane dans le discours sur les fermes bressanes: ces bâtiments sont en terre, en pisé, et ce matériau est considéré comme un matériau pauvre et peu fiable. Pauvre puisque moins « luxueux » que le colombage, peu fiable puisque, lorsqu'il est atteint par l'eau, il se dégrade et s'écroule en 2 ou 3 ans et le spectacle de ses ruines est très suggestif!

La revalorisation du patrimoine rural bressan, passe donc par une revalorisation culturelle du matériau qui le constitue: le pisé.

Démarche

Mais pour tout savoir sur le pisé, pour connaître le matériau, sa technique de mise en œuvre, sa technique de restauration, son histoire, il fallait faire appel à ceux qui savaient: les maçons et architectes locaux. Les maçons savent plus. Les anciens ont construit eux-mêmes des fermes en pisé, et ont gardé en mémoire le savoir-faire. Le CAUE de l'Ain a donc réuni un groupe de travail constitué de maçons, architectes et étudiants (cf liste jointe en annexe).

Les premiers échanges d'informations, et de visites sur le terrain, ont permis de constituer un premier capital de savoir. Celui-ci a été immédiatement diffusé à la population en avril 1980 par une exposition de 10 panneaux, abondamment illustrés, lui permettant de partager cette connaissance. Cette exposition circule dans le département depuis 1 an, prise en charge par des associations ou par des communes, et a touché un public varié et nombreux (15 000 personnes environ).

A l'occasion de l'inauguration de l'exposition à la maison des pays de l'Ain à Saint-Etienne du Bois, nous avons demandé aux maçons de monter un mur expérimental en terre. Cette démonstration a déplacé un nombreux

public de professionnels (artisans locaux, architectes...) et de simples visiteurs.

Beaucoup se dirent: « Quelle idée, à l'aube des années 80, de monter un mur en pisé! Le CAUE n'est pas dans la course! ».

Pour nous, il s'agissait de comprendre une technique ancienne, de voir concrètement les maçons monter un mur, avec leurs outils, leur savoir-faire, leur mise en œuvre spécifique. Moins un arrière goût de folklore, que l'apprentissage d'une lecture d'un mur fait. Mais nous avons été dépassés par les jeunes maçons, qui après avoir écouté sagement « les anciens », ont rêvé d'adapter des technologies modernes à cette vieille technique. Des dames pneumatiques, des banches moins encombrantes, des systèmes de levage moins « rétro » etc. Aurions-nous oublié l'évolution de l'apprentissage? Auparavant, il s'agissait d'égaliser le maître, et on avait devant soi une vie de soumission et d'écoute pour acquérir un savoir-faire. Aujourd'hui, il s'agit d'être meilleur, plus rapide, plus « rentable », plus au fait de la technologie moderne. Les jeunes compagnons sont des jeunes gens modernes et inventifs. L'ouverture était faite sur l'avenir!

Mais revenons à notre mur et à notre démarche d'information et de sensibilisation. A la suite de cette expérience, le CAUE a réalisé un montage audiovisuel: « Bresse, Dombes, Val de Saône, architectures de pisé », permettant d'animer des réunions, et de diffuser rapidement l'information. Ce montage suscite toujours un grand intérêt et beaucoup de questions. On y voit le montage du mur, on apprend à regarder les murs en pisé et à voir l'architecture des bâtiments, en détail et en général. On perçoit une logique de la restauration.

Et la diffusion de l'information appelle une information plus riche. D'autres maçons, qui avaient construit en terre ont répondu à nos questions. Des équipes constituées d'un maçon et d'un architecte sont allées les interroger. Une série de cassettes et documents écrits et dessinés a été réunie et continué à

l'être, un maçon nous renvoie à un autre, les adresses de bâtiments intéressants par leur technique ou leur architecture, nous sont données. Il y a un « courant pisé » dans l'Ain en ce moment.

Le CAUE reçoit des lettres et des coups de fil: « Je suis propriétaire d'un bâtiment en pisé, je voudrais le restaurer, pouvez-vous venir voir? » La mission que nous nous sommes donnée commence à porter ces fruits. Il reste à former les maçons, afin qu'ils puissent répondre correctement à cette demande. Le groupe pisé « s'auto-forme » depuis un an et demi, ses membres ont une compétence, poursuivent leurs recherches, on leur demande des missions. C'est par eux que doit passer la formation des praticiens locaux, architectes ou maçons. Pour les maçons, la formation doit se faire sur des chantiers de restauration, ou sur des chantiers expérimentaux. Les architectes et maîtres-d'œuvre peuvent faire appel à l'expertise de leurs confrères. Mais ceci est le début d'une autre histoire...

Nicole Singier
Directeur du CAUE de l'Ain

MEMBRES DU GROUPE PISÉ

Expert :
M. Landry, Géologue à Oyonnax.

Maçons :
M. Virieux, Chef de chantier de l'entreprise Barberot. - M. Barthoux, Président du SAPEB de l'Ain. - M. Buet, Prévost des Compagnons du Devoir de Pont de Veyle.

Architectes :
M. Balas, Architecte à Villars. - M. Bernard, Architecte de la SICA HR. - M. Decousus, Architecte à Chatillon s/Chalaronne. - M. Megard, Architecte à Chatillon s/Chalaronne. - Nicole Singier, Joëlle Bourgin du CAUE de l'Ain, et Architectes à Lyon.

Etudiants :
Nadine Balcet, Claire Monnier, Christian Ecochard.

(PIGNON SUR RUE N° 30)



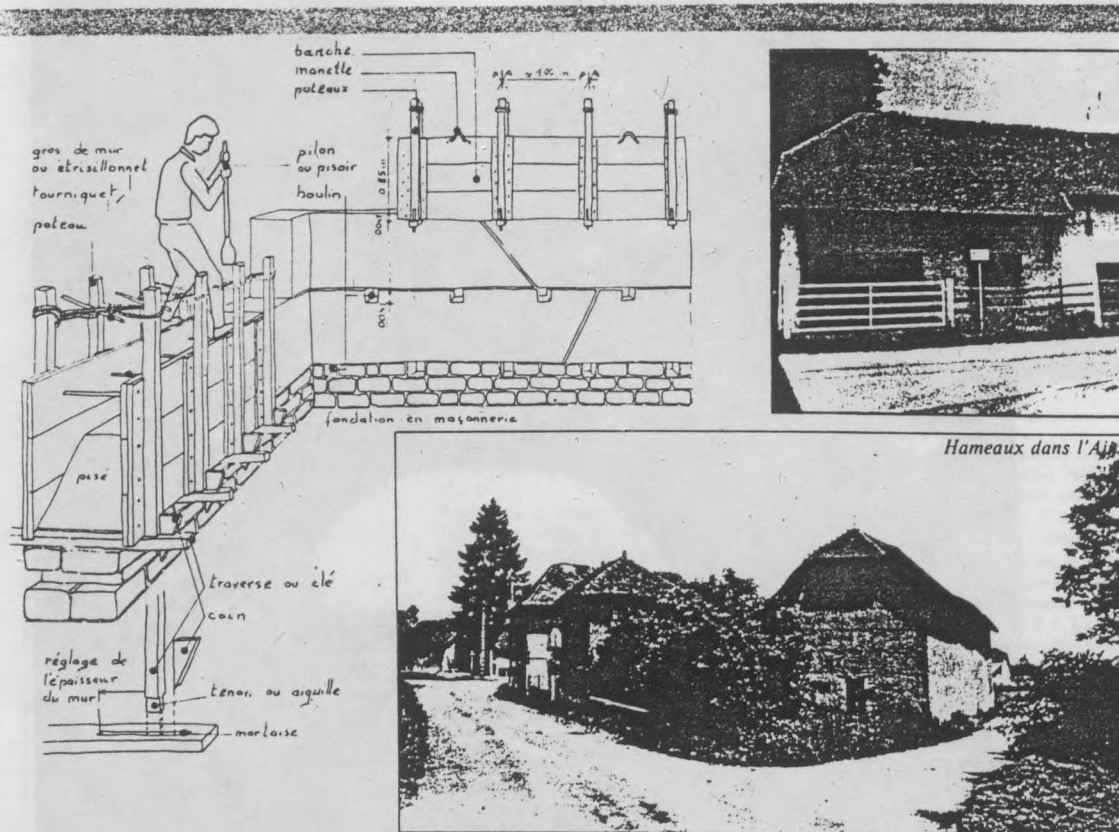
La terre matériau d'avenir?

Terre et soleil, un mariage d'amour
au Nouveau-Mexique.

En France, un "nouveau village"
en terre.

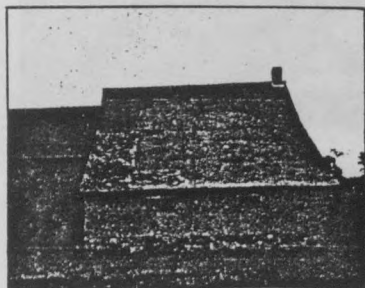
Congrès HLM : une belle cérémonie.

(REVUE H n° 66)

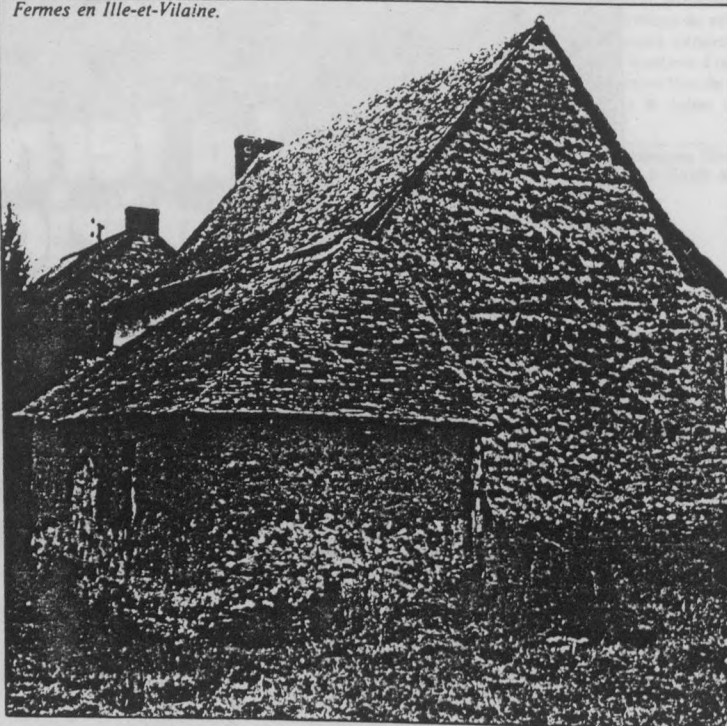


**Le pisé :
dans le Dauphiné,
en Auvergne,
en Bretagne**

Le pisé est un procédé qui consiste à extraire de la terre du sol et à la compacter à l'aide d'un coffrage, appelé banche, à l'aide d'un pilon, le pivoir. En fait, il s'agit d'un mélange de sable à 50 % avec à égalité du limon et de l'argile. La terre ne doit pas être organique mais légèrement humide. Chaque opération de remplissage et de tassage de la banche - l'assise -, permet de réaliser une partie du mur de 40 à 50 cm d'épaisseur sur 3 m de long.



Fermes en Ille-et-Vilaine.



01
CAPEB



Le Pisé et l'Artisan

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

PREFACE

Le bâti ancien de la partie Ouest du département de l'Ain (Bresse et Dombes) est principalement édifié en pisé de terre. Ce matériau fut progressivement abandonné, depuis le début de ce siècle, au profit du pisé de machefer, du béton et de la maçonnerie de parpaings. La plupart de nos maçons contemporains appelés à réparer ou transformer ces bâtiments qui constituent une partie importante de notre patrimoine, se trouvent souvent confrontés à des problèmes auxquels la formation moderne qu'ils ont reçue ne les a guère préparés. A plus forte raison, ils seraient bien incapables de remettre en œuvre ce matériau.

Le bureau de la section Maçonnerie de C.A.P.E.B. 01, conscient de cette lacune a décidé d'y remédier, par le canal de la formation continue des artisans qui est actuellement un objectif primordial des organisations professionnelles.

Ce fascicule est destiné à être le support de cette formation. Il a été réalisé grâce à une recherche commune : Artisans et Architectes ; chacun apportant à la fois son savoir (car il y a encore des gens qui connaissent cette technique) et le résultat de ces expériences. Nous n'avons pas voulu en faire un livre de recettes, mais bien la base d'une formation qui devra se faire sur le tas, au pied du mur, avec des gens de métier comme intervenants.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce modeste ouvrage : les artisans maçons du département de l'Ain, les membres du groupe Pisé, et pour la participation financière : le Conseil Régional Rhône-Alpes et le C.A.U.E. de l'Ain.

*Le Président de la Section Maçonnerie
C.A.P.E.B. 01*

Louis BARTHOUX

SOMMAIRE

I. Le pisé - présentation

- le pisé - origine 1
- nature des pisés 2
- mise en œuvre du pisé : hier et aujourd'hui 3

II. Diagnostics - Causes de dégradation 4

III. Recherche de solution techniques

- Reprise en sous-œuvres - ouvertures 9
- Ancrage - plancher 12
- Encastrement - encorbellement 13
- Tirants - chaînages - surélévation 14
- Les enduits extérieurs 16
- L'isolation 20

LE GROUPE PISÉ

Des maçons

BARTHOUX Louis
BUET Guy
ESCLATINE Dominique
VIRIEU Christian

Des architectes

BALAS Gilles
BERNARD Marcel
BOURGIN Joëlle
DECOUSUS Patrick
ECOCHARD Christian
MEGARD Christophe
MONNIER Claire
SINGIER Nicole


Des spécialistes

DURIF Isabelle
LANDRY Patrice
NAMIAN Bernard

1.4. RECHERCHES FRANÇAISES

SITUATION GÉNÉRALE

actualités
PLAN CONSTRUCTION & HABITAT NUMERO 19



EDITORIAL :
MODERNISER LES INDUSTRIES DE LA CONSTRUCTION
 DOSSIER :
LA TERRE REFAIT SURFACE

ÉDITÉ PAR LE PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT - JUILLET-AOÛT-SEPTEMBRE 1984

I.4. RECHERCHES FRANÇAISES

● SITUATION GENERALE

A partir de 1979, les pouvoirs publics sont amenés à s'intéresser plus directement aux recherches développées sur le matériau terre. Cet intérêt peut être notamment resitué dans le cadre de la problématique "matériaux, composants, techniques de construction et environnement" définie par le Plan Construction dans un appel d'offres de recherche et d'expérimentation proposé cette même année. Simultanément, la Direction de l'Architecture et le Secrétariat de la Recherche Architecturale soutiennent les efforts de recherche développés à l'Ecole d'Architecture de Grenoble. Le début des années 80 est donc marqué, en France, par un effort de recherche technique et scientifique - soutenu par la Direction de la Construction, par le Ministère de l'Industrie et de la Recherche, puis par l'ANVAR et l'AFME - et par un effort de recherche architecturale (histoire, techniques traditionnelles, formation) soutenu par la Direction de l'Architecture. Septembre 1981 voit également la définition d'un programme de coopération pluri-annuel de recherches et d'expérimentations, centré sur l'habitat très économique des pays en développement. Ce programme engage les ministères de la Coopération de l'Urbanisme et du Logement, de l'Industrie et de la Recherche, regroupés au sein du Plan Construction sous l'appellation de programme interministériel Rexcoop : "Réalisations Expérimentales en Coopération", qui articule des recherches et des expérimentations dans les p.e.d., à l'instar de ce qu'a engagé sur le territoire français le Plan Construction depuis 1971. Quelques unes des actions engagées par le Rexcoop seront axées sur la construction en terre, au Mali, au Maroc (60 logements dont 20 en pisé), au Soudan et en Ethiopie.

Il importe de rappeler ici que la France est sans doute le seul pays au monde qui a défini des voies de recherches spécifiques au domaine terre. Une étude commandée en 1981 par le Plan Construction est confiée à l'Association Grenobloise de Recherche Architecturale (A.G.R.A.) a permis d'envisager le plus large registre de recherches selon une thématique qui a fait l'objet d'un découpage systématique et en fonction de l'état actuellement connu de la recherche terre au plan international. Ainsi ont été définies plus de 400 voies de recherche dont 70 considérées comme prioritaires, classées en 9 chapitres. Les suggestions de cette étude font apparaître l'importance qu'il convient d'accorder à la diffusion des connaissances et du savoir-faire, à la recherche pédagogique et à la formation où 40 thèmes dont plus de la moitié, apparaissent comme prioritaires. La recherche opérationnelle appliquée compte également 22 thèmes, dont 9 de grande priorité, et la recherche fondamentale compte

8 thèmes, dont 5 de priorité très forte. Le document "Recherche Terre", produit en 1983, est un guide indispensable aux chercheurs et aux commanditaires de la recherche afin d'assurer une cohérence globale de la recherche française et pour favoriser la structuration, à terme, d'un réseau terre français qui serait doté d'une bonne capacité de réponse à la demande exprimée sur la scène internationale.

On peut donc aujourd'hui confirmer la réalité d'un engagement de la recherche technique, scientifique et architecturale, en France, qui investit un assez large registre de préoccupations relatives à la construction en terre : étude des techniques traditionnelles et des systèmes constructifs, recherches appliquées à l'expérimentation (en France avec le Village Terre de l'Isle d'Abeau et quelques projets en autoconstruction, à l'étranger avec les actions Rexcoop et d'autres actions de coopération ou d'assistance technique), recherches sur l'identification et l'analyse des terres, sur la stabilisation, études de recommandations pratiques et de pré-normes, etc... Ces recherches engagent plusieurs acteurs, publics ou privés, associations, groupes de recherche, laboratoires d'écoles, dont une grande majorité sont concentrés dans la région Rhône-Alpes, initiatrice d'un dynamisme en la matière.

- LES RECHERCHES PLUS SPECIFIQUES AU PISE

On évoquera ici quelques recherches françaises spécifiques au pisé et d'autres recherches consacrées plus largement à la construction en terre dans une approche globale où le thème pisé est développé.

- "VILLAGE TERRE", AGRA, Plan Construction, 1982.

Tout d'abord, la recherche confiée en 1981 à l'A.G.R.A. par le Plan-Construction et destinée à définir des recommandations techniques et Architecturales pour la conception et la construction des projets du Village Terre de l'Isle d'Abeau. Ce document, publié en 1982, fait référence auprès des concepteurs, constructeurs et autres acteurs de la construction en terre. Son contenu, par la synthèse qu'il propose des nombreuses recherches et applications entreprises depuis ces 20 dernières années lui font très largement dépasser les seuls textes techniques qui étaient jusqu'alors disponibles : les 3 cahiers techniques publiés au R.E.E.F., en 1945, par le Service des Etudes de la Construction du Ministère de la Reconstruction et

de l'Urbanisme, service auquel a succédé le C.S.T.B. (texte DTC 2001, DTC 2101 et DTC 2101). Le document "Village Terre" est aujourd'hui considéré comme une pré-norme dont le développement sera prochainement assuré avec une recherche actuellement engagée, par le C.S.T.B. et le CRATerre, pour le compte de Ministère de la Recherche et de la Technologie. L'Etude du pisé est largement développée dans ce document, cette technique étant considérée à l'égal de l'adobe et du bloc compressé qui sont à ce jour les techniques les plus utilisées, tant dans leurs formes traditionnelles que dans leurs développements contemporains. Le document présente une définition claire de la technique du pisé, un schéma de production et suggère une planification des travaux en fonction des étapes de production du matériau et des étapes de construction. L'équipement, l'organisation des équipes de travail, les temps d'exécution pour plusieurs cas de figure et plus ou moins bonnes conditions d'exécution, sont également évoquées, ainsi que des aspects économiques relatifs aux coûts de production moyens, qui permettent aux constructeurs de s'engager en connaissance des moyens et des performances connues et possibles. Cette approche définit une méthode d'organisation du travail qui peut être performante, sous garantie nécessaire d'un savoir-faire des entreprises. Dans un cas contraire, cette méthode pose les problèmes en des termes suffisamment clairs pour favoriser l'acquisition d'un savoir-faire. Le document "Village Terre" fournit également tout un ensemble de spécifications techniques concernant le choix de la terre et sa mise en oeuvre sous forme de pisé. L'énoncé des caractéristiques du matériau, pour plusieurs niveaux de qualité requis, et une très large part accordée aux éléments de construction (1/3 du document), contribuent à faire de ce document un guide de recommandations pratiques assez complet qui n'a pas son équivalent dans la littérature technique actuellement diffusée. Ce document confirme l'existence d'un savoir-faire théorique qui interpelle la démonstration d'un savoir-faire pratique ; à la charge des concepteurs et des constructeurs de s'en aider.

● "VOIES DE LA RECHERCHE", AGRA, PLAN-CONSTRUCTION, 1983

Cette recherche réalisée pour le Plan-Construction est amenée à développer un état des connaissances et du savoir-faire concernant le pisé. D'une part dans le chapitre IV intitulé "Le matériau de Construction Terre" qui évoque les matériaux les plus utilisés dans le monde et d'autre part dans le chapitre V, intitulé "La production" à propos de l'emploi de la terre à l'état humide (en opposition à l'état sec). Ce même chapitre V fait également le point sur l'outillage, banches ou coffrages et pilons nécessaires à la mise en oeuvre du pisé. D'autres voies de recherches concernant les éléments de construction (chapitre VIII) peuvent être rapportées à la technique du pisé.

Si l'on écarte une connaissance d'un bon niveau des techniques de pisé régionales françaises (Dauphiné, Dombes, Bresse, Auvergne) qui ont fait l'objet de plusieurs études - notamment réalisées pour le S.R.A. (Etude raisonnée des Architectures en pisé) - il n'en demeure pas moins indispensable d'envisager une étude plus systématique qui s'intéresserait à d'autres pratiques du pisé en d'autres pays. Le pisé marocain a pu être abordé à l'occasion d'une recherche exécutée dans le cadre d'un programme Rexcoop (voir à ce sujet le document "Marrakech 83") et le pisé andin (Pérou) a également pu faire l'objet d'observations (actions développées par le CRATerre-Pérou) mais ces études n'ont pas réellement fait l'objet d'un développement complet qui permettrait sans aucun doute d'acquérir d'autres connaissances sur les savoir-faire, bien au-delà des seules approches de type inventaire général ou monographies architecturales de bâtiments typés. Sans envisager un élargissement immédiat de l'étude des savoir-faire pisé aux pratiques étrangères qui pourrait fournir à terme un corpus des traditions, une recherche systématique sur les systèmes constructifs et sur les tours de main des pratiques régionales françaises serait sans aucun doute très instructive. On y gagnerait notamment une meilleure connaissance des règles de l'art de bâtir et des problèmes relatifs à la conception architecturale spécifiquement adaptée au pisé qui fait encore défaut et qui entrave les possibilités d'une réactualisation cohérente de la filière pisé. D'autres recherches concernant une meilleure connaissance des caractéristiques physiques, mécaniques, thermiques, acoustiques des pisés seraient également bien venues pour consolider l'état actuel du savoir-faire français en la matière.

L'étude plus systématique de la pathologie du pisé, déjà abordée ou encadrée par le CRATerre (thèse de diplôme E.A.G. de M. Pascal Scarato, 1982, document "Marrakech 83") et par d'autres études du groupe "Pisé Terre d'Avenir" et du groupe Pisé de l'Ain, a permis d'élaborer une ébauche de recommandations architecturales utiles à la restauration ou à la réhabilitation de bâtiments en pisé anciens ou même à la conception de bâtiments contemporains, mais il n'existe pas encore à ce jour un document de référence qui fasse autorité en cette matière dont on sous estime l'importance pour le meilleur épanouissement d'un savoir-faire accompli. Cette approche pathologique du pisé est notamment indispensable pour l'établissement de recommandations techniques et architecturales à caractère officiel. De même en ce qui concerne l'outillage du pisé. On ne connaît pas encore à ce jour toutes les astuces de conception des coffrages qui facilitent leur manipulation et contribuent ainsi à améliorer les cadences et les rendements d'exécution. L'étude de la banche marocaine a confirmé le grand intérêt de sa conception, au demeurant très simple, et l'on imagine que d'autres outils, en d'autres contrées, doivent être remarquablement performants. Ils gagneraient à être connus. Les recherches actuellement menées en France qui visent une amélioration des outils du pisé (banches de

l'entreprise "Terre et Soleil", calculs de résistance et de poussée du damage du laboratoire Formequip de l'ENTPE), ne sont pas encore tout à fait satisfaisantes bien qu'elles aient ouvert de nouvelles voies de conception d'un matériel plus actuel. Le gain récolté par ces recherches, par rapport aux meilleurs outils traditionnels n'est pas très sensible. La connaissance synthétisée des outils traditionnels et des règles de l'art d'une bonne conception des constructions en pisé n'est pas encore suffisamment avancée pour permettre le franchissement d'un nouveau pas dans l'amélioration de l'outillage. Les siècles de pratique traditionnelle ont contribué à un affinement de l'outillage et des tours de main que les tentatives actuelles de modernisation sont encore loin d'égaliser.

On insistera encore sur l'indispensable maîtrise des étapes de production du matériau pisé, en amont de sa mise en oeuvre et sur l'indispensable maîtrise de l'organisation des chantiers pour optimiser la mise en oeuvre. Les réalisations récentes (Village Terre de l'Isle d'Abeau) démontrent aisément que ces postes ne sont pas du tout maîtrisés par les entrepreneurs qui pâtissent tout autant d'un manque de capacité à gérer l'exploitation des carrières et à organiser leurs chantiers que des erreurs de conception des projets des architectes. Beaucoup de travail reste à faire dans ce sens, qui exige notamment une formation de haut niveau, pour assurer l'acquisition d'un réel savoir-faire compétitif dans le contexte d'applications actuelles du pisé, technique qui peut apparaître encore comme étant trop traditionnelle pour être faisable dans d'autres conditions que celles d'époque révolues.

Il reste enfin à développer une recherche très poussée sur les éléments de la construction en pisé et les systèmes constructifs qui fourniront à terme un catalogue de solutions de conception indispensables aux architectes. Ceux-ci ne maîtrisent pas les règles de l'art de bâtir propres au pisé et engagent trop souvent des propositions qui sont marquées par la logique d'autres matériaux (le béton p.e.) et trop souvent difficiles à réaliser, voire impossibles. Il n'est pas concevable d'envisager une réactualisation du pisé sans cette maîtrise amont des éléments de construction et des systèmes constructifs, langage indispensable à une pratique renouvelée et éloquente.

• "ETUDE RAISONNEE DES ARCHITECTURES EN PISE", AGRA-CRATERRE, ADRA, S.R.A., 1984

Cette étude s'est proposée de dépasser les limites de l'inventaire général du pisé de la région Rhône-Alpes en visant l'établissement d'une démarche raisonnée de la construction en pisé qui restitue une méthodologie de la production globale du pisé. L'architecture en pisé y est considérée comme le résultat d'une pratique sociale située dans le temps qui est analysée de façon pluridisciplinaire. Une trame d'analyse du bâti traditionnel est tout autant utilisée par l'architecte, par l'historien, par le géologue, par l'ethnologue et pourrait être également employée par d'autres disciplines interpellées par une analyse complète : par le sociologue, l'économiste, le juriste, etc... Chaque discipline est conviée à lire l'architecture en pisé au travers d'un même prisme d'analyse méthodologique et restitue un discours qui révèle la logique de production globale du pisé où sont pris en compte toutes les contraintes d'environnement social et culturel, technique, physique et la pratique des métiers de la construction en pisé. Cette démarche apporte un plus aux types de recherches actuellement développées sur le pisé traditionnel et permet d'approfondir les connaissances et le savoir-faire de façon plus rigoureuse tout en interpellant une réactualisation pleinement située dans un nouveau contexte de production. La logique de la méthode développée est destinée à justifier chacun des choix techniques et architecturaux pris par les concepteurs et les bâtisseurs.

• AUTRES RECHERCHES

- On n'évoquera pas à nouveau la recherche intitulée "François Cointeraux 1730-1840" qui a été réalisée par un corpus d'architectes et d'historiens pour le compte du S.R.A. et qui a été précédemment présentée au titre "la part des auteurs anciens". Cette recherche a permis de vérifier l'importance qu'il convient d'accorder à l'oeuvre innovatrice de ce pionnier des époques post-révolutionnaires.
- D'autres recherches sur le patrimoine bâti en pisé traditionnel ont été développées, par le groupe "Pisé, Terre d'avenir", pour la région Auvergne (qui rassemble sans aucun doute le plus beaux joyaux de l'architecture en pisé française) et par le "groupe pisé" de l'Ain, conjointement avec le groupe CRATERRE, pour la région Rhône-Alpes. Ces recherches qui ont été publiées sont malheureusement mal diffusées. Elles constituent les embryons d'une future publication de référence sur la tradition française du pisé qui pourrait être réalisée par un corpus de spécialistes. Là encore on insistera sur le nécessaire dépassement de la forme traditionnelle des inventaires

de type monographique qui sont trop souvent des recueils d'iconographie choisie dans lesquels il est difficile de puiser un enseignement sur les pratiques des savoir-faire. L'adoption de la méthodologie élaborée avec "l'Etude raisonnée des architectures en pisé", précédemment présentée, saurait amener une grande plus-value à ce type de travail.

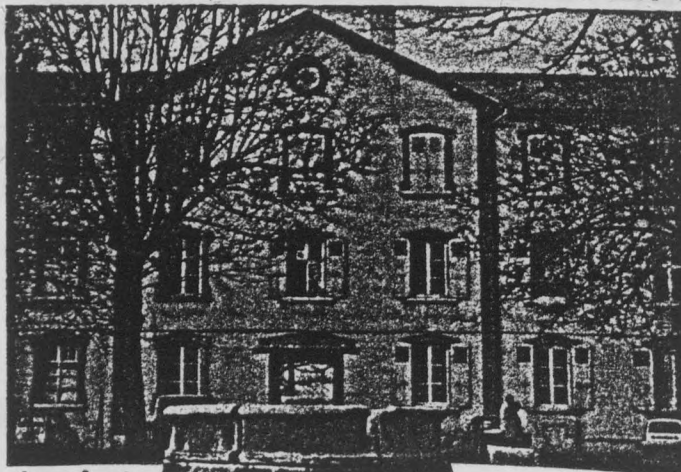
Nous avons fait ici un tour général de la Recherche française sur le pisé et l'évocation des "Voies de la Recherche Terre" permettait de situer toute l'importance du travail qui doit être encore réalisé pour confirmer l'acquisition d'un savoir-faire de haut niveau, au-delà d'approches théoriques, certes indispensables, mais qui pèchent par manque de développements opérationnels. L'accentuation de la formation dans ce domaine, dans une volonté didactique et résolument pragmatique, à l'intention de l'ensemble des acteurs qui seraient concernés par la réactualisation du pisé - décideurs autant que maîtres d'oeuvres et architectes, entrepreneurs, coordinateurs de travaux et maçons - apparaît désormais comme indispensable. Cette formation devra être basée sur une connaissance approfondie de l'acquis historique, culturel et technique véhiculé par les traditions, sur la maîtrise d'un langage déjà très élaboré, avant d'envisager la création d'un langage architectural contemporain. Les tentatives actuelles ne sont encore trop souvent que des babillages comparé à l'éloquence des anciens.

MINISTERE de L'URBANISME

et du LOGEMENT

François COINTERAUX 1740-1830

ARCHITECTURE DE TERRE



Secretariat
de la
Recherche
Architecturale

Cité ouvrière construite en pisé, 1882
St Siméon de Brassieux, Isère

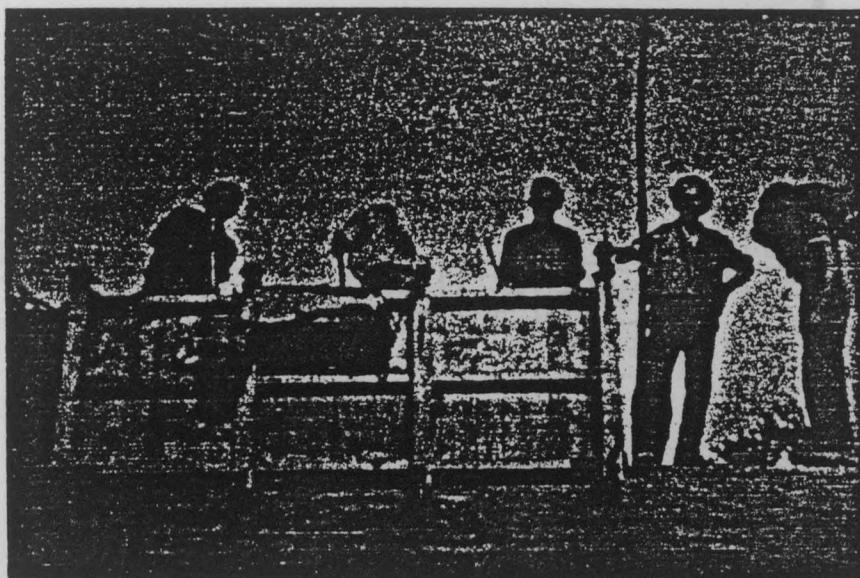
Rapport 3e Phase

27 Mars 1983

M.U.L. - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - S.R.A. -

Ecole d'Architecture de GRENOBLE - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

POUR UNE ETUDE RAISONNEE DU PISE



Pisé

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE



PLAN - CONSTRUCTION

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT

AGRA - ASSOCIATION GRENOBLOISE DE RECHERCHE ARCHITECTURALE

RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION DES BATIMENTS DU

VILLAGE

TERRE

, - 1982 -

TRAVAIL DE RECHERCHE ET DE REALISATION, DEFINISSANT LES CONDITIONS DE CONCEPTION D'UNE ARCHITECTURE EN TERRE, DESTINE AUX CONCEPTEURS DU VILLAGE CONSTRUIT EN TERRE DANS LA VILLE NOUVELLE DE L'ISLE D'ABEAU (ISERE).

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE



Plan Construction

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT

PREMIER RAPPORT INTERMEDIAIRE ETABLI PAR
AGRA - ASSOCIATION GRENOBLOISE DE RECHERCHE ARCHITECTURALE

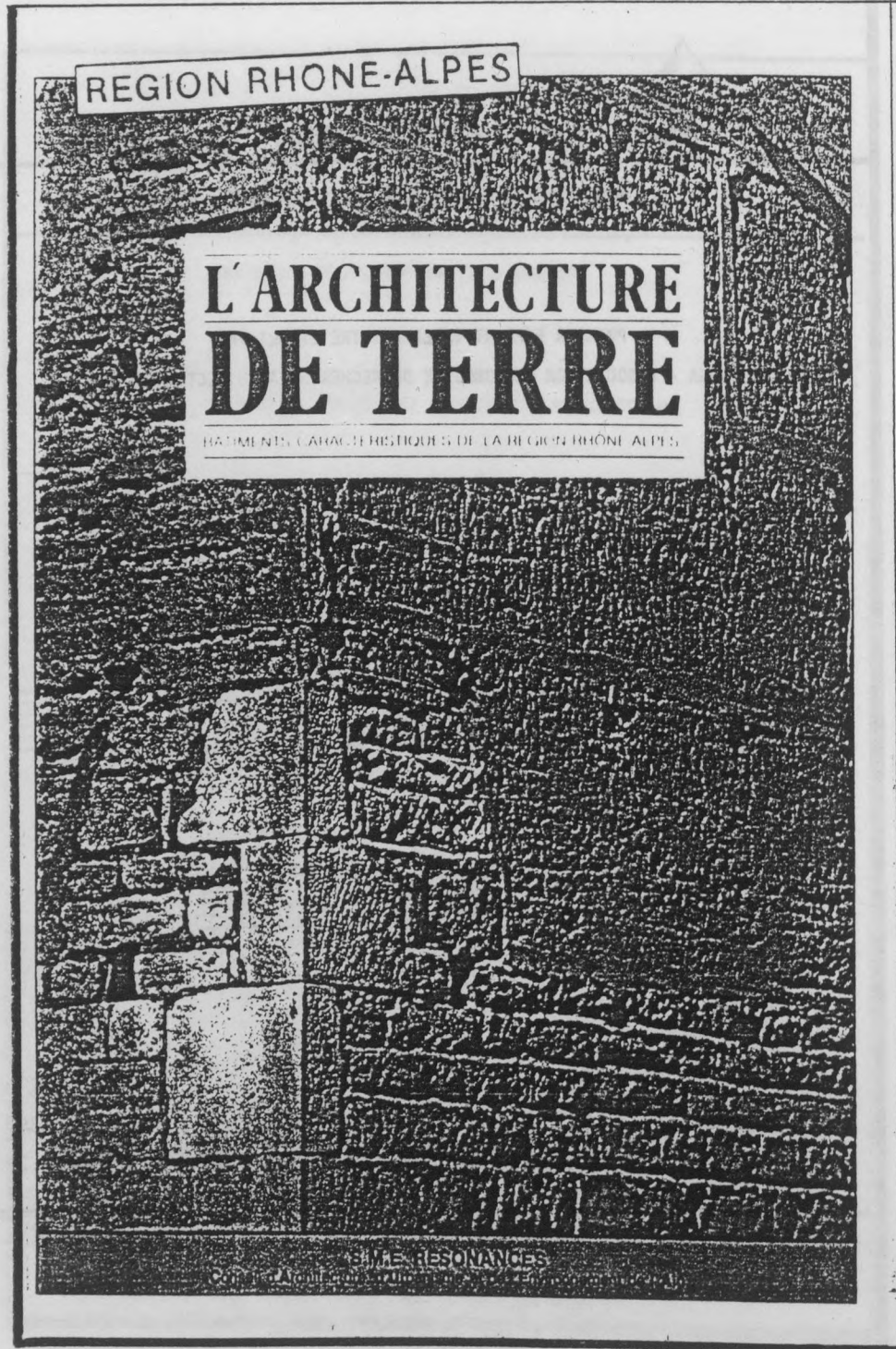
RECHERCHE EXPLORATOIRE SUR LE MATERIAU TERRE

RECHERCHE TERRE

VOLUME 1 DE 2

LES VOIES DE LA RECHERCHE

TRAVAIL DE RECHERCHE EXPLORATOIRE PERMETTANT A DEFINIR LES VOIES DE RECHERCHE A DEVELOPPER EN FRANCE, SUR LE MATERIAU TERRE.



- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT
 DIRECTION DE L'ARCHITECTURE
 SECRETARIAT DE LA RECHERCHE ARCHITECTURALE
 Avenue du parc de passy
 75775 PARIS CEDEX 16

COURS DE CONSTRUCTION - THERMIQUE
 SITUÉE

CONTRAT N° 83 01319 00 223 75 01

CHARGE DE MISSION : Monsieur Claude GENZLING

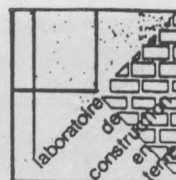
REALISATION - A.G.R.A.
 Association Grenobloise
 de Recherche Architecturale

- PISE TERRE D'AVENIR

"Le présent document constitue le rapport final d'une recherche remise au Secrétariat de la Recherche Architecturale en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Urbanisme et du Logement avec le Ministère de l'Industrie et de la Recherche. Les jugements et opinions émis par les responsables de la recherche n'engagent que leurs auteurs".

Ecole d'Architecte de Grenoble : JUILLET 84

ministère de l'urbanisme
et du logement
école nationale
des travaux publics de l'état



Septembre 1984

BANCHES A PISE LÉGÈRES AVEC
SERRAGE DES JOUES PAR PORTIQUE :
- MESURE DE LA POUSSÉE DUE AU COMPACTAGE
- CALCUL DE L'OSSATURE MÉTALLIQUE

RAPPORT FINAL

Responsable : Philippe MICHEL
Mesure : Diego SIMON
Calcul : Issac HADDAD
Assistance Technique : Igor KISSELEFF

Essais, mesures, et calculs, réalisés pour le compte de l'entreprise TERRE et SOLEIL à partir de la banche sélectionnée par l'appel d'offres "Matériels Adaptés à la Construction Economique en P.E.D." du programme REXCOOP, du Plan Construction et Habitat.

pub. 000000 0000 - 00100 0000 000000 - 17) 000 00 00 - 000000 300-104 440 000 10 - 10000 00000 370011 0

I.5. THESES, DIPLOMES

11.1. C'est à partir de 1979 que l'on a pu observer une production de thèses et de diplômes sur la construction en terre. Les premières initiatives émanaient d'étudiants-architectes de l'UPAG. La thèse de diplôme d'Architecture de Alain Hays intitulé "De la Terre pour bâtir, manuel pratique" peut être considérée comme un préalable à la publication de "Construire en terre" aux éditions Alternatives et Parallèles et rassemble une grande part des éléments relatifs au pisé, ainsi qu'à d'autres techniques, qui constituent la base de l'ouvrage du CRATerre. En janvier 1980, une thèse d'architecte présentée par Hubert Guillaud, à l'U.P.A. de Marseille, intitulée "Histoire et Actualité de la Construction en terre crue" inaugurerait une approche globale qui prenait en compte l'histoire générale des techniques de construction, une confrontation de l'architecture en terre avec la typologie classique de l'habitat rural proposée par la géographie humaine, une description de l'ensemble du patrimoine bâti français, une étude du matériau qui posait les bases d'une classification des sols, une évocation de l'actualité de la construction en terre crue et une ébauche d'un cahier des prescriptions techniques.

L'année 1981 voyait un développement très sensible des travaux de thèses sur la construction en terre, notamment dans le cadre des activités déployées par le laboratoire terre de l'UPAG. Plusieurs diplômes successifs étaient engagés par les étudiants dont certains participaient à des recherches contractuelles réalisées pour le S.R.A. Plusieurs thématiques ont été ainsi abordées telles que l'étude des fonds bibliographiques des auteurs anciens (Cointeraux, par Florence de Loitière), l'étude du pisé dauphinois (Dolomieu, village en pisé, par Nicole Henry), l'étude de la pathologie du pisé (Pascal Scarato) et plus récemment des thèses sur des systèmes constructifs. Cette dynamique de travaux de thèses et diplômes produits à l'E.A.G se poursuit actuellement et trouvera un élargissement avec les travaux de thèses de 2ème année du Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de Terre (C.E.A.A.) que produiront les candidats. D'autres thèses ou diplômes, ou travaux de fin d'études ont été réalisés dans d'autres écoles d'architecture françaises : à Clermont-Ferrand avec la thèse de Jacky Jeannet et Gérard Pollet sur la "Thermique du pisé", à Marseille avec la thèse de François Gauthier, accompagnée d'une réalisation à Ceyreste. La production d'autres centres de recherche (C.S.T.B. de Grenoble, I.R.I.G.M.) ou écoles (U.P.A. de Rennes, de Nantes, de Toulouse, E.N.T.P.E. de Lyon, Insa de Lyon) concerne des aspects plus sectoriels de la construction en terre (stabilisation, analyses géotechniques) ou d'autres techniques que le pisé. Le fonds de thèses et de diplômes le plus important, concernant spécifiquement le pisé est rassemblé à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, justifié par l'Environnement

régional et par une orientation de travail à l'origine des actions développées par le CRATerre. Ce fonds constitue la base d'une publication de référence sur le pisé, actuellement en cours d'élaboration, et qui devrait très certainement consolider l'acquis d'un savoir-faire de très haut niveau dans ce domaine spécifique.

Classé par ordre de priorité de l'axe de recherche vers les applications de terrain, le CRATerre a initié une série de travaux de recherche et de développement en matière de pisé, à l'instar de ce qui a été fait dans d'autres domaines de la construction. Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec des universités, des centres de recherche et des entreprises du secteur. Ils ont permis de constituer une base de données et de réaliser une série de publications de référence sur le pisé, qui constituent aujourd'hui le socle de l'activité de CRATerre en matière de recherche et de développement en matière de pisé.

L'année 1981 voit le développement de nouvelles initiatives de recherche et de développement en matière de pisé, notamment dans le domaine de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. Ces initiatives ont été réalisées en collaboration avec des universités, des centres de recherche et des entreprises du secteur. Elles ont permis de constituer une base de données et de réaliser une série de publications de référence sur le pisé, qui constituent aujourd'hui le socle de l'activité de CRATerre en matière de recherche et de développement en matière de pisé.

CHAPITRE II : LE RENOUVEAU DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

II.1. DIFFUSION CULTURELLE DU SAVOIR FAIRE

Les actions françaises en matière de diffusion culturelle du savoir-faire sur la construction et l'architecture en terre ont été illustrées en plusieurs occasions, que ce soit par le biais d'actions muséologiques ou relevant de l'audiovisuel, sous plusieurs formes (films, montages vidéos, diaporamas de conférences et de formation). Par ailleurs, on remarque le développement d'actions du type colloques et séminaires spécialisés qui contribuent à entretenir et à enrichir un débat d'actualité.

- L'EXPOSITION DU C.C.I. EN 1981-1982 ET SON ITINERAIRE INTERNATIONAL
(d'après Ruth Eaton in CNAC magazine n° 22)

"Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire". Une grande exposition, originale et ambitieuse que lançait le Centre de Création Industrielle du Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou, il y a trois ans. Cette exposition conçue par l'architecte Jean Dethier a connu un grand succès, à Paris où elle fut présentée d'octobre 1981 à janvier 1982 et dans plusieurs capitales étrangères.

L'exposition de Jean Dethier inaugurait une expérience muséologique qui permettait de repenser la nature et la vocation d'une exposition en imaginant des prolongements vers un large registre de lieux d'accueil et vers un plus large public. Le thème majeur de cette manifestation qui fait date dans le domaine de la médiatisation culturelle de l'architecture de terre est la mise en situation d'un matériau millénaire dans un contexte de crise économique et énergétique. Les traditions de 35 pays accompagnent un panorama des réalisations les plus récentes et les plus démonstratives des possibilités actuelles de la terre en construction. L'apport d'éléments concrets d'information, tant sur les pays occidentaux que sur le Tiers Monde a été confirmé par l'envergure du débat national et international suscité par l'exposition. L'objectif était ambitieux : présenter l'exposition à deux millions de visiteurs en privilégiant

le public du Tiers Monde. Pour ce faire, deux versions de l'exposition ont été conçues. L'une spectaculaire, de 800 m², avec des maquettes d'architectures traditionnelles de grande taille (4 à 5 mètres de haut) et l'autre, réduite, justement nommée "mini expo" avec 80 planches commentées en trois langues et constituant un coffret diffusé en 500 exemplaires dont le stock fut vite épuisé.

L'exposition présentée à Paris a ensuite entamé un périple européen (en R.F.A., à Francfort, en Italie, à Palerme et à Rome, en Espagne, à Valence) puis africain (à Alger et à Marrakech), puis en Amérique latine (à Rio de Janeiro et São Paulo, au Vénézuéla). Les prochaines étapes sont prévues en Inde et en Chine. La mini expo a d'abord beaucoup circulé en France où elle fut présentée en 150 lieux différents grâce à l'appui de la Fondation de France du Crédit Agricole. Ces étapes, accompagnées le plus souvent de conférences diaporamas de spécialistes (membres du CRATerre, participants à l'exposition) ont alimenté un débat national qui a très largement contribué à l'initiation d'actions régionales diverses (recherches et études sur le patrimoine, projets). L'Unesco a également fait circuler cette mini expo dans près de 50 universités et 200 exemplaires ont été diffusés par le Ministère des Relations Extérieures. La mini-expo a souvent échappé au contrôle de ses promoteurs et de ses diffuseurs et l'on sait qu'elle s'est implantée dans plus de 200 villes étrangères, qu'elle a circulé dans près de 80 pays dont une soixantaine du Tiers-Monde.

L'exposition "lourde" du CCI a été visitée par plus d'un million de visiteurs auquel s'ajoute un nombre incalculable de visiteurs de la mini expo. Le pari de Jean Dethier a été gagné. Par ailleurs, cette entreprise de large diffusion des savoir-faire de la construction en terre a été amplifiée par la vente massive d'un catalogue, véritable dossier de mise en valeur de la terre, qui fut traduit en cinq langues. Dans certains des pays qui ont accueilli l'exposition, le catalogue a pu être complété d'un chapitre traitant des aspects spécifiques du pays visité (c'est le cas en Allemagne et au Brésil). L'exposition du C.C.I. a été à l'origine du projet "Village Terre de l'Isle d'Abeau" qui connaît à son tour un succès que confirme la visite régulière de nombreuses délégations de pays étrangers. Elle a également suscité la création de groupes d'études ou de recherche (au Maroc, au Brésil) et a été jumelée avec d'autres opérations sur le terrain (au Brésil). La contribution de cette exposition au dynamisme des actions engagées dans le domaine de la construction en terre en France et à l'étranger, apparaît aujourd'hui immense et a très largement su valoriser le savoir-faire de nombreux pays. L'ambition de cette exposition dépassait largement les limites d'une démonstration du savoir-faire français, sur le plan technique. Mais, le succès de cette exposition, par l'originalité de sa forme, l'innovation de l'expérience de décentralisation, et la richesse de l'information contenue, sont porteurs d'une démonstration d'un savoir-faire français sur le plan culturel. Ce savoir-faire s'est

depuis lors enrichi de la dynamique des actions suscitées par l'exposition. 1981 est une date dans la réactualisation des architectures de terre qui permet d'envisager aujourd'hui le nécessaire développement d'une médiatisation culturelle et d'une formation didactique dont on a pu constater la grande activité.

● AUTRES EXPOSITIONS

- Plus relatives à la technique du pisé et dans des contextes régionaux, quelques expositions furent par la suite produites qui entendaient informer un public local sur la réalité d'un patrimoine bâti en terre dans leur propre environnement. C'est le cas d'une exposition réalisée en 1982 par l'Association Dauphinoise de Recherches Anthropologiques (A.D.R.A. - A. Monique Bardagot et Nathalie Sabatier), plus directement consacrée aux métiers de la charpenterie mais qui donnait une part attrayante au pisé dont on ignore souvent qu'il était exécuté par des charpentiers et non par des maçons. Cette exposition permettait de rassembler un outillage dauphinois, banches complètes et pisoirs et un fonds iconographique très intéressant qui témoigne de l'art des piseurs régionaux. Cette exposition présentée à la Côte-Saint-André (Isère) ne put être accueillie entre d'autres lieux, faute de moyens.

Dans cette lignée d'actions, on note la présentation d'une mini exposition de quelques photographies, accompagnée d'un diaporama que propose l'Ecomusée Nord Dauphiné, à Villefontaine (Isère). Il s'agit là d'une information générale qui gagnerait sans doute à être étoffée. Le C.A.U.E. de l'Ain a prolongé l'étude du patrimoine bâti en pisé de la région Rhône-Alpes, réalisée par le CRATerre et le Groupe Pisé de l'Ain (publiée aux éditions S.M.E. Resonances) d'une petite exposition itinérante constituée d'une série de planches. Cette petite exposition financée par l'E.P.R. Rhône-Alpes, la Direction de l'Architecture et le Département de la Drôme, évoque la constitution du pisé ("de la terre crue"), la mise en oeuvre ("de la terre damée"), les matériaux d'accompagnement, briques ou pierres qui participent à la Construction (soubassements, chaînes d'angles, tableaux de baies), le décor du pisé, la pathologie classique et la restauration. L'exposition circule dans les collectivités locales de la région bressane.

Dans la région Auvergne, le groupe "Pisé Terre d'Avenir" réalise également une exposition sur le patrimoine bâti en pisé régional. Cette exposition valorise l'existence d'une très belle architecture en pisé qui rassemble des fermes, manoirs et châteaux de grande allure. Les membres de cette association déploient diverses actions de médiatisation autour de la circulation de leur exposition (conférences, montages audio-visuels, diffusion de brochures et de recherches).

DES ARCHITECTURES DE TERRE

OU
L'AVENIR D'UNE TRADITION MILLÉNAIRE



- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

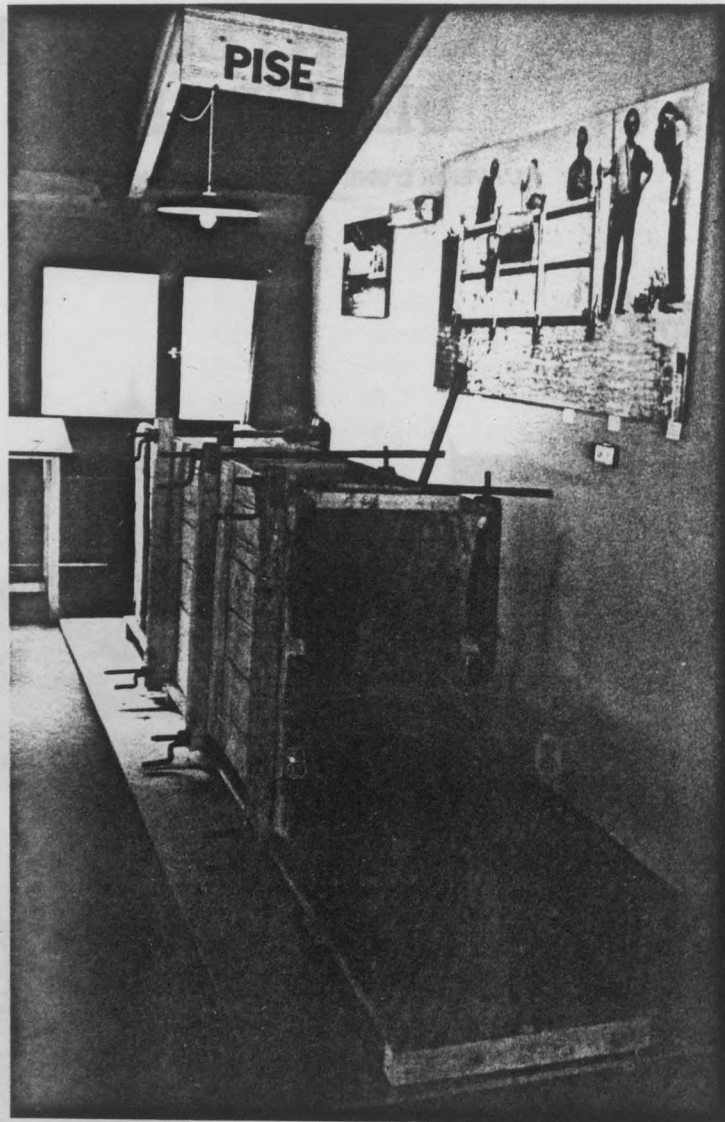
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

EXPOSITION ADRA . LA COTE ST ANDRÉ 1982 .



(photo ADRA)



Le pisé

entretien et restauration

C.A.D.E.
de l'Ain

Financement
Etablissement Public Régional
Région Rhône-Alpes
Direction de l'Architecture
Département de la Drôme

Assistance technique
Le groupe Pisé

OCTOBRE 88

in "L'ARCHITECTURE DE TERRE" CRATERRE - CAUE de l'Ain.

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 18 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

● CONFERENCES D'INFORMATION

- Depuis 1981 et grâce à la circulation de la mini-expo de 80 planches photographiques du C.C.I. les actions de conférences-débat autour de la construction en terre furent nombreuses. Près de 150 villes françaises ont accueilli cette exposition, en mairie, dans des écoles, dans des agences bancaires et maisons de jeunes. La forme de l'exposition, attrayante et souvent accompagnée d'un complément sur le patrimoine bâti régional (ce fut le cas en Champagne, en Picardie, en Bretagne, en Auvergne et dans le Toulousain) a contribué à un très grand succès auprès du public français. Après trois années de circulation, le bilan apparaît des plus positifs si l'on en juge par la croissance accélérée du nombre de personnes, privées ou professionnels, d'associations, qui ont été motivées par cette manifestation et qui ont depuis lors engagé diverses actions sur le thème "terre" : étude des patrimoines bâtis régionaux, projets expérimentaux (abris bus, vestiaires sportifs, etc...) ou maisons en autoconstruction, recherches diverses. Il est fort dommage que le stock de la mini-expo du C.C.I. soit aujourd'hui épuisé et que le débat qui l'accompagnait soit ainsi plus difficilement porté. On ne peut ici que suggérer l'intérêt d'une réédition de la mini-expo du C.C.I. qui est apparu comme étant un outil didactique de grande qualité.

● REALISATION DE FILMS

On connaît à ce jour la réalisation de trop rares films sur la construction en terre alors que l'importance accrue de l'audiovisuel impose aujourd'hui un développement de ce moyen d'information particulièrement éloquent lorsqu'il est manipulé par des professionnels. Le fonds audiovisuel actuel rassemble principalement "La terre au pied au mur", réalisé par Josiane Maisse et Philippe Brimaud en 1982, un court métrage en cours d'élaboration concernant le chantier "Village terre de l'Isle d'Abeau" dont quelques extraits ont pu être visionnés à l'occasion du dernier colloque sur l'actualité de la construction en terre de l'ENTPE, un court métrage qui a été diffusé sur Antenne 2, réalisé par Jean Peyzieu, et le montage audiovisuel de l'exposition "Des Architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire" du C.C.I. Ce fonds audiovisuel est très insuffisant et d'une qualité très inégale, n'exploitant que de façon très limitée les possibilités de la technique. Récemment, la télévision allemande (chaîne Zdf) a consacré une émission de 2 heures à la Construction en terre. Le réalisateur a parcouru plusieurs pays européens et du Tiers Monde, faisant état tout autant des traditions de bâtir en terre que de l'actualité en mouvement. Cette émission accorde une part non

négligeable aux actions développées en France qui y sont présentées sur un ton plutôt flatteur. Il est là un paradoxe manifeste qui veut que l'étranger soit à même de valoriser les actions françaises avec une qualité professionnelle accomplie (l'émission est accompagnée d'un livre-catalogue) alors que la France néglige encore l'importance de cette voie d'information dont l'importance n'est plus à prouver. La première suggestion interpelle une traduction souhaitable ou un sous-titrage de cette émission de télévision allemande afin de permettre sa diffusion en France et dans d'autres pays francophones. L'acquisition des droits de diffusion de cette émission n'est sans doute que peu de chose comparé au gain d'information apporté par ce travail de qualité qui mérite d'être largement diffusé. La deuxième suggestion consisterait à programmer une émission plus spécifique sur la construction en terre en France, dont la matière est aujourd'hui suffisamment abondante et démonstrative d'un savoir-faire pour justifier une telle démarche. Le scénario devrait être élaboré par une équipe de techniciens professionnels de haut niveau et par des spécialistes de la construction en terre afin de fortifier son impact auprès des publics interpellés.

● COLLOQUES, SEMINAIRES

La France a organisé quelques colloques spécialisés. E.N.T.P.E/P.C.H./EPIDA de 1982 et 1984 et M.T.C. 83 sont les manifestations qui ont été le plus marquantes. On peut toutefois regretter que ces colloques aient soit abordé le thème terre sur un ton anecdotique ou sur un ton trop national ou même régional. Les 2 colloques réalisés à l'ENTPE de Lyon sont apparus porteurs d'un rassemblement embryonnaire d'un réseau terre français qui doit encore être structuré pour faire la réelle démonstration de son savoir-faire. Néanmoins ces manifestations permettent de faire régulièrement le point sur l'état de la recherche française dans ce domaine et contribuent à un échange des informations entre les différents acteurs de la filière terre nationale. Cette volonté de diffusion des connaissances doit être encouragée mais devrait ambitionner une audience internationale. La Belgique vient de faire la démonstration récente d'un colloque international largement financé par U.N.C.H.S.-Habitat qui a suscité l'intérêt de très nombreux professionnels du Monde entier. Les actes de ce colloque ont fourni une importante documentation rassemblant un grand nombre d'études de cas sur projets réalisés dans les p.e.d. et un matériel didactique utile à la formation spécialisée. La France qui est aujourd'hui particulièrement motrice dans la dynamique de réactualisation de la construction en terre doit combler son retard et prévoir un colloque international de très haut niveau. L'année 1987 qui est l'année des "sans-abris" décrétée par UNCHS est d'ores et déjà ciblée pour organiser une telle manifestation. Des propositions sont actuellement

à l'étude qui engagent plusieurs partenaires institutionnels (P.C.H. - Rexcoop - I.F.A. - C.C.I.) techniques et scientifiques (CRATerre - E.A.G. - E.N.T.P.E. - C.S.T.B.) pour prévoir l'organisation d'un colloque provisoirement intitulé "Le sommet de la Terre" dont l'accueil est prévu en région Rhône-Alpes. Cette manifestation destinée à un public de professionnels internationaux devrait donner autant d'importance à une démonstration d'un savoir-faire technique et scientifique que culturel et médiatique. Il convient dès aujourd'hui de ne pas sous estimer l'importance de ce projet et de contribuer à lui accorder les moyens à la mesure des ambitions posées : réaliser la première synthèse internationale et interdisciplinaire des connaissances et des savoir-faire sur la Construction et ses enjeux politiques, économiques, sociaux, culturels et technologiques.

COLLOQUE INTERNATIONAL

La France a organisé quelques colloques spécialisés. L'EPID de 1982 et 1984 et N.T.C. de 1985 ont été les plus importantes. Ils ont permis de rassembler des spécialistes de différents domaines de la construction et de favoriser l'échange d'informations et de connaissances. Ces colloques ont permis de mettre en évidence les besoins de la profession et de définir des axes de recherche et d'action. Ils ont également permis de créer des liens entre les différents acteurs de la construction et de favoriser la coopération et le dialogue. Ces colloques ont été très appréciés par les participants et ont permis de créer une atmosphère de confiance et de collaboration. Ils ont également permis de définir des axes de recherche et d'action et de créer des liens entre les différents acteurs de la construction et de favoriser la coopération et le dialogue. Ces colloques ont été très appréciés par les participants et ont permis de créer une atmosphère de confiance et de collaboration.

COLLOQUE "L'ISERE EN TETE" - VIENNE 29 NOVEMBRE 1984

**ENJEUX ET STRATEGIES D'AVENIR POUR LES
ARCHITECTURES DE TERRE EN FRANCE**

Un plan d'action pour 1985-1987

Témoin d'un vaste patrimoine culturel d'architectures traditionnelles en "pisé", la région Rhône-Alpes est surtout aujourd'hui en passe de devenir le leader mondial des technologies nouvelles de la construction en terre. Les enjeux politiques, économiques, éducatifs et socio-culturels qui résultent de cet atout méconnu sont considérables et devraient susciter la création urgente dans la région d'un "institut international de la construction en terre" pour maîtriser les potentialités de ce qu'on appelle désormais "la filière terre" française.

A l'échelle internationale, la région Rhône-Alpes est actuellement en tête de la recherche technologique et des applications pratiques à l'habitat dans un domaine de pointe particulier : celui de la construction en terre crue plus souvent appelée "pisé" de terre. Ainsi s'affirme depuis quelques années le leadership mondial de cette région dans un secteur dont les enjeux locaux, nationaux et internationaux sont devenus évidents sur le plan politique, économique et socio-culturel.

Mais cet essor a une longue histoire. Il s'appuie sur une très ancienne tradition populaire. Ainsi Lugdunum, la capitale de la Gaule qui deviendra Lyon, fut édifiée en grande partie en terre. L'archéologie moderne multiplie les preuves scientifiques de ces pratiques antiques en France. Depuis 20 siècles ce savoir-faire s'est transmis sans interruption. Il subsiste dans la région de multiples exemples de ce patrimoine bâti en pisé souvent méconnu : des fermes innombrables mais aussi des églises et des mairies, des écoles ou des manufactures, des maisons urbaines de quatre étages, des maisons bourgeoises ou des châteaux aristocratiques.

Ce formidable élan de la construction en terre est dû au XVIII^e et XIX^e siècles à l'influence de l'architecte François Cointeraux qui, dès 1787, entreprend de rationaliser et moderniser les usages de ce matériau ancestral : il invente à Grenoble le "nouveau pisé" plus résistant et plus fiable.

Rayonnant depuis cette région jusqu'en Suède, en Russie, en Amérique du Nord et en Australie, l'impact de cette technique est considérable au XIX^e siècle durant lequel la France exporte son savoir-faire. Croissante dans le monde, l'influence de Cointeraux sera bientôt décroissante en France où cette tradition s'appauvrit au XX^e siècle pour quasi disparaître durant les années 40. Pourtant le célèbre architecte Le Corbusier tentera — en vain — durant la deuxième guerre mondiale de réhabiliter l'usage de la terre pour pallier à la pénurie des matériaux de construction.

Pendant les années 60, c'est le point zéro. Cette tradition est tenue pour morte, ici comme dans tous les pays industrialisés : les bâtisseurs l'ont oubliée. Elle semble avoir disparu dans les poubelles de l'histoire...

En 1973 éclate la crise pétrolière mondiale et c'est l'émoi général pour assurer de suite des économies d'énergie dans tous les secteurs, y compris celui du bâtiment qui en consomme une large part.

D'emblée, il y a alors dans l'Isère une poignée d'experts qui relèvent le défi dans ce secteur. Fondé à Grenoble en 1971, le groupe "CRATERRE" (Association sans but lucratif du type "loi de 1901") s'était fixé comme objectif technique, social et culturel de redécouvrir les vertus de la construction en terre et de moderniser, d'actualiser ses usages sur la base de diverses recherches scientifiques récentes. Les architectes et ingénieurs du groupe "CRATERRE" avaient eu les premiers l'intuition claire qu'une "renaissance des architectures de terre" était imminente et nécessaire. La conjoncture politique et économique leur donnait raison dès 1973. Ils publient une dizaine d'ouvrages de base sur ce sujet et leur expertise devient alors très recherchée à l'étranger. Depuis, ils ont été appelés en consultation dans une trentaine de pays répartis sur quatre continents ; notamment pour y assurer le suivi technologique des chantiers de milliers de logements dans le tiers-monde. Conscients dès l'origine du besoin impérieux de sortir de leur isolement d'experts et de former pour cela une nouvelle génération de spécialistes, ils commencent à enseigner ce savoir-faire. L'école d'architecture de Grenoble devient — et demeure à ce jour — la seule au monde où ces technologies de la terre sont enseignées à un niveau universitaire. Les architectes et ingénieurs déjà diplômés et soucieux de maîtriser cette spécialisation affluent de l'étranger à une telle cadence que le groupe "CRATERRE" s'en trouve débordé faute de moyens suffisants. Et ceci d'autant plus que "CRATERRE" est simultanément sollicité par de multiples gouvernements du Tiers-Monde et par des agences internationales des Nations-Unies (UNESCO et autres) pour résoudre par ce biais le problème crucial et lancinant de l'habitat très économique et qui est l'un des grands défis lancés à l'humanité en cette fin de siècle.

La concentration du groupe "CRATERRE" sur ces enjeux et objectifs opérationnels outre-mer explique qu'il ait jusqu'ici été peu connu du public, des médias et des décideurs régionaux. Leur modestie désintéressée renforce encore ce phénomène classique.

Mais l'heure de la renommée nationale et régionale arrive bientôt : en 1980, le Centre Georges Pompidou (CCI) fait appel à ces chercheurs grenoblois comme experts pour assurer la conception commune d'une ambitieuse exposition intitulée "Des architectures de terre : ou l'avenir d'une tradition millénaire". Cette vaste exposition propose pour la première fois un panorama mondial des traditions de la construction en terre et surtout un inventaire des réalisations modernes qui actualisent les ressources de ce matériau pour construire des habitats et équipements modernes en France, en Occident et dans les pays en voie de développement. Depuis trois ans, cette exposition spectaculaire circule dans les grandes métropoles du monde : en Europe, en Afrique, aux Amériques et bientôt en Extrême-Orient. Elle a déjà attiré deux millions de visiteurs — un record rare — qui ont pu y découvrir (avec le livre-catalogue traduit en six langues) les vertus de la terre et les ressources actuelles de la France pour les maîtriser.

Pour compléter cette opération de promotion de la terre et illustrer concrètement la fiabilité des thèses avancées, le Centre Pompidou en 1980 lance l'idée de construire dans la "ville nouvelle de l'Isle d'Abeau" le premier "quartier pilote" européen édifié avec des techniques modernes de construction en terre. 72 logements de deux, trois ou quatre étages sont ainsi édifiés par dix équipes d'architectes (sous le contrôle technique du groupe "CRATERRE") par un promoteur public régional : l'O.P.A.C. de Grenoble et en association étroite avec le C.S.T.B. de Grenoble, L'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat à Lyon (E.N.T.P.E.) et l'aide du "Plan Construction" et de la Direction de l'Architecture au Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports.

En cours d'achèvement cette année sur le territoire de la commune de Saint-Bonnet, ce quartier expérimental a déjà gagné une juste réputation internationale. En moins de trois mois une dizaine de missions étrangères d'experts composée de décideurs politiques ou techniques sont déjà venues spécialement en France en provenance de Chine, du Maroc, de l'Equateur, de Somalie, du Yémen et d'autres états africains pour juger le bien fondé de cette renommée.

Le bilan de l'opération — et de ce qu'elle démontre — dépasse les espoirs sur le plan politique, économique et culturel. La France et la région Rhône-Alpes ont désormais les atouts en main pour devenir dans ce secteur de pointe le leader mondial.

Mais l'hégémonie des Etats-Unis menace désormais l'Europe et la région : ce pays entend aussi exploiter de suite ses ressources sur ce même créneau. La compétition est ouverte et deviendra de plus en plus vive pour maîtriser les potentialités de ce marché international. D'où l'importance capitale de profiter d'urgence de la conjoncture actuellement encore très favorable pour créer dans la région le premier "Institut International de la Construction en Terre" qui regrouperait de façon dynamique et interdisciplinaire toutes les potentialités humaines et institutionnelles de la région, du pays ou même de l'Europe, pour assurer désormais le renforcement, le rayonnement et l'exploitation de ce nouveau savoir-faire. Celle-ci pourrait se faire en France et dans le Tiers-Monde où les potentialités sont tellement vastes que certains évoquent à ce propos l'hypothèse crédible d'un "défi du siècle" en termes de chantiers où pourraient se transférer cette technologie dans le cadre du "dialogue nord-sud" tout en assurant à ces pays un développement auto-centré sur leurs propres ressources locales. D'où encore l'importance de cristalliser d'urgence tous les efforts nationaux et régionaux pour aboutir — au plus haut niveau de compétence — à la fiabilité internationale de cet "Institut de la Terre" qui a un rôle essentiel à jouer.

La légitime ambition de cet Institut est de déployer dès 1987 des activités dans les domaines de la recherche et des applications technologiques, de l'enseignement supérieur mais aussi en termes socio-culturels. C'est pourquoi il doit comporter une "Université de la Terre" (rassemblant les professeurs les plus compétents dans diverses disciplines), une "Ambassade de la Terre" destinée à accueillir les missions, experts et hôtes de marque à convaincre du bien-fondé des vertus de la terre et un "Musée des Architectures de Terre" qui devrait accueillir à titre définitif l'exposition du Centre Georges Pompidou après son itinérance mondiale.

Le groupe "CRATERRE" a préparé tout récemment un dossier de synthèse complet des stratégies et enjeux de cet institut. Il précise ce qu'il faut assurer dans les trois ans à venir comme moyens financiers et opérationnels pour relever ce défi et utiliser au mieux les multiples ressources de ce qu'on appelle désormais "la filière terre". Celle-ci groupe déjà en France quelques 500 industriels, entrepreneurs, promoteurs, chercheurs, enseignants, géologues, architectes, médiateurs et ingénieurs dont la majorité opèrent actuellement dans la région mais de façon dispersée.

Pour amorcer dès maintenant ce regroupement des énergies, le "Plan Construction" a décidé d'organiser en juillet 1987 dans la région Rhône-Alpes un colloque international, provisoirement appelé "Le sommet de la terre" dont l'ambition est d'établir au plus haut niveau le bilan des connaissances internationales sur les enjeux politiques, économiques, socio-culturels et technologiques de la construction en terre.

Il a confié la responsabilité scientifique de ce colloque au groupe "CRATERRE" qui considère que cette opération doit, dès janvier 1985, être une action de préfiguration de "l'Institut International de la Construction en Terre".

Ainsi tout est prêt pour un grand dessein : un grand projet régional et national d'audience internationale dont les ambitions sont à la juste mesure des enjeux dans ce domaine de pointe.

Les réponses à ce projet et l'avenir de ce secteur sont désormais dans les mains des décideurs nationaux et régionaux à qui sont soumis les dossiers de montage et de co-financement de cette opération exemplaire et unique au monde.

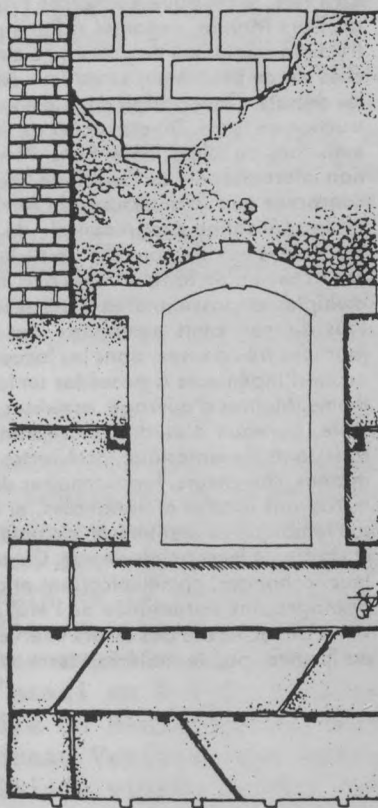
Jean DETHIER - Architecte Conseil
Centre de Création Industrielle au Centre National d'Art et de Culture
Georges Pompidou

II.2. EXPERIMENTATIONS

ACTES DU SEMINAIRE

**ACTUALITÉ DE LA
CONSTRUCTION DE
TERRE EN FRANCE**

plan construction / entpe / epida



14-15 octobre 1982

**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

ACTES DU SEMINAIRE

ACTUALITÉ DE LA CONSTRUCTION DE TERRE EN FRANCE

En 1981, le colloque Recherche Française et Habitat du Tiers Monde, organisé à Paris par le Plan Construction, fournissait un panorama des diverses approches de ce problème, et de leur confrontation dans les débats. On y parlait déjà et entre autres de construction en terre. Divers succès de librairie, quelques émissions de télévision et films, l'impact de l'exposition internationale du Centre de Création Industrielle consacrée aux Architectures de Terre, et le lancement de la réalisation expérimentale de 72 logements en terre dans la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau (Isère) ont achevé d'en faire un sujet à la mode et l'objet de multiples et passionnelles controverses.

Plus de trois cents personnes sont venues, en deux journées très denses, dans les locaux de la première école d'ingénieurs à posséder un laboratoire sur ce thème. Maîtres d'ouvrage, assureurs, bureaux de contrôle, bureaux d'études, entrepreneurs, industriels, fabricants de matériaux, architectes, ingénieurs thermiciens, chercheurs, fonctionnaires des diverses administrations locales et nationales, et d'autres encore, ont témoigné de leur intérêt, raconté leur expérience, et confronté leurs points de vue. Cet ouvrage rapporte leurs échanges, communications et débats. Il est une photographie instantanée de l'état du savoir, et des voies de recherche des divers intervenants concernés, en France, par le matériau terre et ses usages.

**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

II.2. EXPERIMENTATIONS

● LE TEMPS DE LA RECONSTRUCTION

. Après la seconde guerre mondiale, période marquée par une pénurie générale de matériaux de construction et d'énergie, les pouvoirs publics s'intéressent aux procédés de construction qui emploient les ressources locales, notamment pour la reconstruction en milieu rural. Des architectes et des ingénieurs sont ainsi amenés à redécouvrir les pratiques traditionnelles de la construction en terre et plus particulièrement du pisé. Cette orientation est pourtant jugée comme un anachronisme et le recours au pisé, matériau rural, n'est pas réellement envisagé pour un développement en milieu urbain ou même suburbain. L'un des principaux promoteur d'un renouveau du pisé, l'architecte Paul Dufournet ira même jusqu'à changer l'appellation de la technique et vantera les vertus d'un "pisé amélioré" ou d'un "béton de terre stabilisé", ce qui n'est pas sans rappeler le "nouveau pisé" de François Cointeraux. Ces tentatives de nouvelles expérimentations du pisé au lendemain de la guerre de 39-45 ne sont pas suffisamment portées par un choix politique affirmé pour pouvoir prétendre vaincre les préjugés défavorables.

La France se lance toutefois dans une série d'expérimentation à base de terre mais l'envergure du programme et les résultats n'égalèrent en rien les efforts entrepris dans quelques pays voisins, en R.D.A. notamment où des milliers de logements en terre furent construits. Les acteurs de la reconstruction en terre française oscillent entre l'idée de constructions provisoires et de constructions définitives. Les expériences réalisées furent donc assez limitées : un mur d'essai en B.T.S. réalisé à Ivry, au printemps de 1944, sous contrôle du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et du Bureau Veritas, des essais de production de blocs de terre stabilisée vibrée et des essais de différents béton de terre stabilisée à la chaux ou au ciment, banchés. Entre 1945 et 1946, une expérience de construction en B.T.S. est réalisée dans la Somme dans le Village du Bosquel. Deux bâtiments de ferme (Quesnel et Dupont) furent réalisés sous la direction de Paul Dufournet, architecte D.P.L.G., alors que la coordination était assurée par Messieurs Jean Bossu, Pierre Dupré et Maurice Grand-Jean, architectes d'opération, assistés du L.B.T.P. (M. Florentin) pour les analyses de laboratoire. Le chantier, commencé en août 1945 fut achevé en septembre 1946 et s'opposa à de nombreux préjugés

psychologiques qui n'autorisèrent que des expériences somme toute assez timides par crainte d'un échec retentissant. D'autant que l'administration promotrice de l'expérience ne précisait pas qu'elle dégageait la responsabilité civile des architectes et des entreprises ainsi portés à une certaine prudence : conception de structures en pisé non totalement porteuses par exemple. Cette prudence fut toutefois abandonnée pour les derniers chantiers. Les tentatives de modernisation de la technique ne furent pas très poussées. On employa tout d'abord les banches en bois et les pisoirs manuels traditionnels qui s'avérèrent d'un rendement médiocre. Lorsque l'on put disposer de carburant, on employa des pilonneuses pneumatiques du type Ingersoll Rand et des banches métalliques. Les dosages en stabilisant, assez élevés (125 kg/m³) pouvaient être tolérés dans le cadre de cette expérimentation à caractère officiel mais n'auraient sans doute pas convenu à l'époque pour une généralisation du procédé en milieu rural. Les résultats de coûts obtenus ne furent pas réellement démonstratifs à l'égard de maçonneries en briques pleines ou en agglos de sable et ciment (une différence positive de 48 Francs et de 85 Francs de l'époque). On imagine assez bien que les coûts d'un prototype sont très rarement démonstratifs aussi peut-on regretter que l'administration de l'époque s'en soit tenue à cette première expérience pas assez probante et qu'elle n'ait pas encouragé une extension du programme à un projet de plus grande envergure qui aurait sans doute contribué à abaisser les coûts. D'autres projets prototypes furent réalisés en France à cette même époque, une maison pour la cité des cheminots de Tergnier et une autre à Longpré-les-Corps-Saints mais les intentions des acteurs, trop timides, sont semblent-ils davantage restées sur le papier. Simultanément, la Belgique, la Hongrie, le Danemark, la Suède et surtout l'Allemagne engageaient des programmes particulièrement édifiant : plusieurs milliers de maisons en R.D.A. et en R.F.A. Les expériences françaises n'eurent pas d'autres prolongements malgré l'ambition originelle des programmes qui prévoyaient plusieurs milliers de logements.

• VIGNIEU, ISERE, 1976

- Le début des années 50 voyaient un abandon progressif de la construction en pisé dans l'ensemble des régions concernées par la tradition de cet art de bâtir. Il fallu attendre la fin des années 70 pour que s'éveille à nouveau une volonté de réactualiser cette technique. L'Association ADETEN qui regroupait des étudiants de l'Ecole d'Architecture de Grenoble entrepris des observations sur le patrimoine bâti en pisé du Dauphiné avec l'idée de réactualiser cette technique dans un contexte marqué par la crise de l'Energie et la recherche d'alternative à une construction généralisée employant des

matériaux et des technique energivores. Cette problématique était également soucieuse de s'adresser aux autoconstructeurs dont un courant de revendications sur la prise en charge de la production du bâti devenait plus manifeste. L'ADETEN est mandaté par le Ministère de l'Equipement, en 1976, pour effectuer une étude de faisabilité sur l'utilisation du pisé. L'étude entrevoit les possibilités d'une rentabilisation de cette technique qui possède plusieurs avantages sur le plan technique, sur le plan du confort des habitants et de l'économie des matériaux. Une expérimentation fut décidée, réalisée en 1976 sur la Commune de Vignieu, en Isère. Le petit projet expérimental permit de tester un système de banches et divers engins de compactage. L'enjeu n'était pas de réaliser une architecture démonstrative mais d'étudier les problèmes afférents à la technique. Le groupe "Palafitte" de cette même école d'Architecture de Grenoble entreprit d'autres expériences sur des banches en pisé articulées, pour la réalisation de murs en pisé courbes. L'expérience de Vignieu qui prenait place dans un projet d'agrandissement du village n'eut pas de prolongements opérationnels par suite d'un désengagement des élus locaux. Le bâtiment prototype fut même détruit par la nouvelle municipalité élue. Ces expériences avortées ne furent pas sans lendemain car certains des membres de l'Association ADETEN allaient constituer 3 ans plus tard le groupe CRATerre dont l'itinéraire "Terre" a parcouru depuis lors un grand chemin.

● AUTRES EXPERIMENTATIONS

Ce n'est que 5 ans après l'expérience de Vignieu, dans un contexte porté par un nouvel élan de la construction en terre que nourrit l'exposition du C.C.I. que se font jour de nouvelles tentatives d'expérimentations du pisé. A l'occasion de son diplôme, l'architecte Perrine Chapelon réalise une étude sur la construction en terre de la région Champagne, assistée du parc naturel de la Montagne de Reims. Le diplôme est accompagné de 2 projets d'expérimentation de bâtiments en pisé, un abri-bus pour la Commune de Termiers et un local de vestiaires sportifs pour la Commune de Trépail. Ces projets furent effectivement réalisés au cours des années 81-82 mais dans des conditions d'autoconstruction qui furent assez difficiles, par manque de savoir-faire (la M.O. n'était pas formée). Ces opérations n'emportèrent vraisemblablement pas l'adhésion des communes qui acceptèrent de les accueillir et n'eurent pas de prolongements opérationnels. Néanmoins, là encore, ces expérimentations furent à l'origine d'un engagement plus poussé des recherches sur le patrimoine bâti en terre de Champagne, développées par l'architecte conseil du Parc Naturel de la Montagne de Reims, Paul Henri Boutin qui suscita la création d'une équipe de travail rassemblant aujourd'hui d'autres architectes, chercheurs et entrepreneurs. Aujourd'hui ce groupe a donné naissance à "Construction Terre Bois International"

qui a depuis lors développé plusieurs actions sur la construction en terre dont certaines particulièrement démonstratives : Construction de logements H.L.M. à St-Brice-Courcelles (architecte Gérard Battala, entreprise C.T.B.I.). Cette équipe a aujourd'hui abandonné le pisé pour réhabiliter la technique locale du carreau de terre champenois.

Une autre expérimentation mérite d'être évoquée qui est aussi à l'origine d'une nouvelle dynamique d'action sur la construction en pisé. Il s'agit là encore d'une initiative d'étudiants en architecture qui prenait place à l'école de Clermond-Ferrand. Jacky Jeannet et Gérard Pollet ont engagé en 1981 une étude sur le comportement thermique du pisé, en relation avec l'association "Pisé terre d'Avenir" qu'ils ont créée et le laboratoire régional des Ponts et Chaussées de Clermond-Ferrand. Leur étude s'est concrétisée par la construction d'une cellule expérimentale qui leur a permis de comparer le comportement thermique de murs en pisé de 50 cm d'épaisseur à celui de murs en agglos de béton creux de 20 cm d'épaisseur isolés par du polystyrène expansé. Les mesures ont été effectuées avec une série de 25 thermocouples noyés dans les murs. Un bilan thermique global a pu être effectué qui permet de comparer différentes mesures (résistance thermique, déphasage, amortissement thermique de murs sans ou avec inertie, coefficients de chaleur massique, de conductivité thermique) et de préciser des chiffres utiles aux concepteurs et constructeurs. Cette expérimentation apparaît aujourd'hui comme très novatrice dans le domaine de la thermique du matériau terre qui pâtissait d'un manque de données précises et conforte l'acquisition d'un savoir-faire dans ce champs d'expérimentation. L'Association "Pisé, terre d'Avenir" déploie depuis lors beaucoup d'autres actions relatives à l'étude du patrimoine bâti de la région Auvergne, à l'étude de la pathologie du pisé et aux techniques de restauration. D'autres opérations sont aujourd'hui prévues qui font de ce groupe l'un des phares des actions françaises avec les groupes précédemment évoqués sur la région Rhône-Alpes et Champagne.

• Une autre expérimentation récente a été réalisée par des étudiants du laboratoire terre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, sous contrôle du CRATerre. Il s'agit d'un petit bâtiment construit dans l'enceinte du C.S.T.B. de Grenoble, réalisé en pisé et en blocs compressés qui a notamment servi de prétexte à une étude de toitures en voûtes et dômes en terre et d'adhérence d'enduits. L'expérimentation a démarré dans le cadre d'un stage Terre de l'Ecole d'Architecture et a été achevée durant l'été 1983 par 4 des étudiants du laboratoire terre participant au stage. Le bâtiment est aujourd'hui mis à l'épreuve du temps, notamment en ce qui concerne les systèmes d'étanchéité pour les voûtes et coupoles et les enduits sur les murs. Cette expérimentation trouve aujourd'hui des prolongements avec un programme d'essais d'enduits sur murets de terre qu'entreprend le C.S.T.B. de Grenoble.

● BILANS DES EXPERIMENTATIONS

Le bilan des expérimentations sur la construction en pisé, réalisées depuis les années 40; apparaît somme toute assez maigre. L'expérience du M.R.U, bien que portée par les circonstances (recherche d'alternatives à une pénurie de matériaux) et relativement cadrée sur les plans idéologiques et politiques (affronter une reconstruction massive, trouver des solutions économiques pour le monde rural) n'a pas connu de prolongement. Le soutien institutionnel originel s'est lassé trop vite des difficultés techniques de l'expérience, des résultats peu patents bien qu'encourageants, et a contribué à entériner les préjugés psychologiques en avortant le programme qui pouvaient sans doute être réalisable si l'on s'était donné les moyens de promouvoir un effet multiplicateur. Que dire alors de ces petites expérimentations réalisées trente années plus tard et qui, elles aussi inscrites dans un courant d'actualité très porteur (crise de l'énergie), ont finalement connu leur prolongements dans la création de groupes de recherche ou d'équipes d'architectes et de constructeurs qui se sont depuis lors délibérément engagés dans la voie d'une réactualisation de la construction en pisé ou plus largement de la construction en terre. On méconnaît les difficultés que connaissent ces équipes à développer leurs actions par manque des moyens nécessaires, malgré un soutien financier généreux des institutions finançant la recherche à l'égard de quelques uns de ces groupes. On peut craindre une lassitude des "mécènes" devant les résultats obtenus qui ne s'inscrivent pas toujours dans les thématiques de recherche actuellement projetées mais qui interpellent un avenir à moyen terme. La construction en terre a semble-t-il toujours pâti d'un enthousiasme de papier qui s'est rarement concrétisé par des réalisations patentes, et d'un investissement à court terme, porté par des conjonctures historiques favorables. On peut aujourd'hui se demander pourquoi il a toujours été difficile de hausser l'expérimentation au-delà du seul prototype. Les exigences techniques, politiques et économiques des moments difficiles dans lesquels se sont inscrites les tentatives d'un renouveau de la terre, veulent des démonstrations immédiates et tout à fait probantes. La construction en terre qui doit chaque fois reconquérir son savoir-faire ne peut pas souscrire à ces exigences démesurées. Aujourd'hui encore, c'est trop souvent dans un isolement redoutable et dans une marginalité dépréciée que travaillent ces promoteurs enthousiastes d'un avenir de la construction en terre. Cette marginalité qui écarte des circuits financiers en vigueur accuse une dépendance à l'égard de financements de caractère exceptionnel dont l'attribution n'est pas toujours affranchie des préjugés défavorables ou de quelques suspicions. La construction en terre n'a toujours pas intégré les circuits officiels de la recherche sans ambiguïtés qui lui interdisent encore une reconnaissance sereine. Elle se voit toujours obligée de craindre une épée de Damoclès qui trancherait les relais de financement. On ne peut donc que suggérer l'impérative nécessité de stimuler le développement de procédures d'autofinancement, qui

existent par ailleurs pour d'autres technologies et matériaux de construction. La construction en terre n'a pourtant plus à faire la preuve de la qualité des matériaux que l'on peut obtenir, grâce à une amélioration considérable des technologies de production, ni à faire la preuve de la qualité des architectures - la tradition abonde d'exemples éloquents et beaucoup de réalisations contemporaines sont d'une facture irréprochable) ni à faire la preuve de son actualité. L'actualité, ce n'est pas tellement les réponses que la construction en terre apporte à des préoccupations idéologiques basées sur une argumentation d'économie d'énergie, d'économie des coûts ou d'exploitation des ressources locales qui a du mal à faire sa démonstration, dans les pays industrialisés. Dans ce contexte, la construction en terre qui peut difficilement s'associer à l'industrialisation apparaît inévitablement comme peu compétitive, si l'on excepte les applications en autoconstruction. Par rapport aux expérimentations, cette démonstration de non-compétitivité a été portée aussi par un manque d'ambition posé dans les opérations. Ce n'est pas en s'en tenant à quelques prototypes isolés qu'une démonstration positive pouvait être atteinte. L'industrie elle-même connaît ce surcoût inévitable des phases de prototypes qui précèdent le lancement sur le marché d'un produit abouti. Cette démonstration de non compétitivité a été également portée par un manque de professionnalisme qui n'a pas été propulsé par un défaut de formation spécialisée. L'amateurisme alimente les détractations et l'on peut admettre que la fortification des compétences "sur le tas" ne plaise pas à ceux qui en font les frais. Pourtant c'est encore souvent la rare démarche qui a permis l'apparition progressive d'un nouveau savoir-faire qui exige toujours une multiplication. En associant une ambition de projets expérimentaux dont l'envergure est située au-delà du prototype à une formation de haut niveau des compétences, porteuse d'un véritable professionnalisme valorisant, en favorisant la création nécessaire d'un Centre Technique Spécialisé sur la Terre, au même titre qu'un C.T.B. (Centre Technique du Bois) ou C.T.T.B. (Centre Technique des Tuiles et Briques) qui puisse, à terme, s'autosuffire pour la plus grande part de ses financements, il sera alors peut être possible d'échapper aux limites actuelles des résultats peu satisfaisants. L'actualité de la construction en terre n'est pas sa non fiabilité dans le secteur de la construction formelle. L'actualité, c'est la réponse urgente qu'il convient d'apporter au logement du plus grand nombre, au secteur de la construction informelle des pays en développement. A cet égard, les expériences françaises doivent être vues comme des prétextes à fortifier les connaissances et les savoir-faire en vue d'une exportation des compétences sur le véritable terrain d'application. Sur ce terrain, un défi international est aujourd'hui lancé qui engage déjà plusieurs nations conscientes de l'importance d'un marché au-delà des seules justifications idéologiques ou éthiques qui peuvent aussi y trouver leur compte. Le cumul des expériences réalisées en France, dont certaines sont une vitrine d'un savoir-faire (visite de très nombreuses délégations étrangères à l'Isle d'Abeau p.e.), le dynamisme actuel de la recherche que l'on devrait orienter davantage vers des voies

prioritaires (cf les "Voies de la Recherche, AGRA, CRATerre Plan Construction 1983), l'émergence d'une formation spécialisée (le C.E.A.A. de l'Ecole d'Architecture de Grenoble) qui devrait être dotée des moyens nécessaires aux ambitions posées (l'afflux des candidats du Tiers Monde est flagrant), la mise en place d'une dynamique de médiatisation et de diffusion culturelle des connaissances (expositions, colloques internationaux, publications d'ouvrages, de revues, films et montage audiovisuels), la création enfin de l'Institut International de la Construction en terre dans la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau, contribueraient à donner une position privilégiée à la France qui peut aujourd'hui prétendre jouer un rôle efficace grâce à l'émergence d'un nouveau savoir-faire.

UE
20
18

DE BETON
DE TERRE



[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.]

1983 - 1984

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT * 1950

33 RUE JEAN-GOUJON PARIS-VIII^e - TEL. BALZAC 27-30

2^e TRIMESTRE - N° 8

CAHIER 81



Maisons en toub (agglomérée en béton de terre),
à DJORF, village d'oléiculteurs du HADNA (Algérie).
Maisons en cours de construction.



Maisons terminées.

LE BÉTON DE TERRE

TECHNIQUES ANCIENNES ET TECHNIQUES MODERNES D'UTILISATION DU BÉTON DE TERRE

CDU 691.41

On sait que l'utilisation des terres argileuses comme matériau de construction est immémoriale. Ce que l'on sait moins, c'est que, de nos jours, le béton de terre constitue, encore, dans de vastes régions du globe, le matériau de construction le plus courant et quelquefois même, le seul accessible aux populations autochtones. Plus de 50 % des Arabes de l'Afrique du Nord habitent des maisons en terre; la maison en terre est également l'habitation courante d'une grande partie des populations de l'Afrique Noire.

L'étude de l'utilisation du béton de terre conserve donc un caractère d'actualité et c'est à ce titre que la Division des Activités Sociales des Nations Unies s'est préoccupée, en exécution des résolutions du Conseil Économique et Social, de rassembler une documentation technique sur l'emploi du béton de terre dans le monde. La note invitait les Nations intéressées à fournir une telle documentation précise : « Le Secrétariat se préoccupe particulièrement de l'emploi des matériaux de construction nouveaux ou améliorés. Entre autres matériaux qui ont toujours été utilisés dans de nombreuses régions mais qui ont été récemment améliorés dans une mesure considérable, celui de divers types de briques crues et pisé a été rendu plus solide et plus résistant aux intempéries grâce à l'adjonction de liants. »

En réponse à la demande des Nations Unies, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a rédigé une note qui paraîtra dans un prochain numéro du « Bulletin des Nations Unies » intitulé « Habitation, Urbanisme et Aménagement des Campagnes ». Cette note qui emprunte une grande partie de son texte aux Documents Techniques du « R. E. E. F. » relatifs au béton de terre ordinaire et au béton de terre stabilisé, rend compte des études faites le plus récemment en France au sujet de ce mode de construction. Néanmoins, il n'a pas été possible, dans le cadre trop restreint de cette note, d'exposer dans le détail les expériences de construction en béton de terre réalisées au cours des dernières années.

Or, parmi ces expériences, celle qui est due à M. Paul DUFURNET, Architecte D. P. L. G., Urbaniste en chef au M. R. U. pour la reconstruction de bâtiments d'habitation et de bâtiments agricoles dans la commune du Bosquel (Somme), nous a paru d'un intérêt particulier, en raison des préoccupations qui furent à son origine et des circonstances difficiles dans lesquelles elle a été menée. C'est pourquoi nous avons demandé à M. DUFURNET de bien vouloir présenter à nos lecteurs les résultats de cette expérience et les conclusions qu'il semble possible d'en tirer.

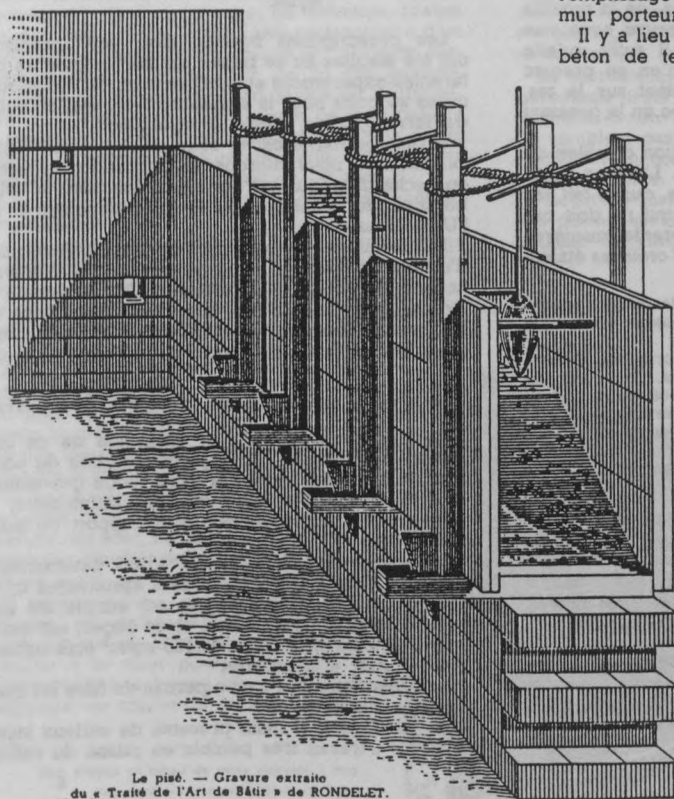
Dans l'intéressant exposé qu'on lira ci-après,

I

CANIER DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

M. DUFOURNET, après avoir retracé les circonstances particulières dans lesquelles s'est déroulée l'expérience du Bosquel, s'est attaché à analyser les différents éléments d'ordre technique, économique et psychologique qui sont susceptibles d'intervenir dans le choix du procédé et dans sa mise en œuvre. Les considérations qui sont exposées par M. DUFOURNET et les conclusions auxquelles il aboutit nous paraissent tout à fait judicieuses et nous pensons qu'il est intéressant de les rapprocher de celles auxquelles aboutissait le Capitaine KIENLIN à la suite des expériences effectuées par le Service du Génie de Versailles, sur le polygone des Matelots : « Du point de vue militaire, le béton de terre offre une solution très acceptable, à retenir en cas de pénurie d'autres matériaux de construction, que cette pénurie soit due à des conditions économiques générales ou à des difficultés particulières d'approvisionnement, plus spécialement hors de la Métropole. »

Afin de situer l'expérience de M. DUFOURNET dans le cadre des recherches concernant l'utilisation du béton de terre, nous avons pensé qu'il n'était pas sans intérêt d'exposer à nos lecteurs comment la technique de ce mode de construction a évolué grâce aux études modernes concernant la mécanique des sols et aux procédés de stabilisation des sols à l'aide de liants hydrauliques.



Le pisé. — Gravure extraite du « Traité de l'Art de Bâti » de RONDELET.

TECHNIQUES ANCIENNES DE MISE EN ŒUVRE

Nous rappellerons tout d'abord qu'en France le béton de terre est, dans de nombreuses régions, utilisé depuis des siècles pour la construction de maisons rurales et de bâtiments agricoles.

Nous extrayons d'une étude sur les procédés de construction en Normandie, les lignes suivantes :

« La « bauge » est un matériau directement issu du limon argileux. Sa texture est renforcée en mêlant à l'argile, de la paille hachée. Alors que le torchis picard s'emploie mêlé de poils de vache sur un lattis en faible épaisseur, la « bauge » s'emploie, comme le « pisé » en masse compacte qui permet d'élever des murs de clôture entre coffrages, sans le secours d'une charpente, en épaisseurs variant de 0,25 m à 0,50 m. De tels murs doivent être établis sur un socle en silex, et être soigneusement couverts, soit par de l'argile plantée d'iris, soit par de l'ardoise ou du chaume.

Le remplissage entre pans de bois se faisait à la bauge ; des échelons de bois, préalablement coincés entre les pièces étaient ensuite enrobés. Un enduit de chaux formait le parement intérieur. On scellait, dans la bauge, des os de poulet ou de mouton pour la fixation des espaliers dont on aime garnir les façades en Normandie. »

Cette utilisation de l'argile se retrouve sous des appellations différentes, dans la plupart des régions agricoles, en particulier, en Picardie, dans le Lyonnais, en Alsace, soit sous forme de mortier pour le remplissage des pans de bois, soit sous forme de mur porteur en maçonnerie monolithique.

Il y a lieu toutefois de signaler que l'utilisation du béton de terre n'a pu s'implanter que dans les régions où les terres argileuses trouvées sur place réalisaient des conditions favorables, du point de vue de la granulométrie et de la nature des constituants. En effet, les terres étaient le plus souvent utilisées, telles qu'elles se présentaient dans les sols naturels, et on se contentait, tout au plus, de les agglomérer avec des résidus végétaux ou animaux, comme la paille ou le crin.

Par ailleurs, l'emploi du mortier de terre pour le remplissage des pans de bois ne requerrait qu'une très faible résistance mécanique du mortier et la qualité du mur était surtout obtenue par les enduits de revêtement ou les protections destinées à éloigner les eaux de pluie de la surface du mur (chaperons en matériaux imperméables pour les murs de clôture, toitures débordant largement le nu extérieur des murs). Dans le cas de murs porteurs monolithiques ou pisés, les épaisseurs étaient généralement très importantes et comme il s'agissait, le plus souvent, de constructions à rez-de-chaussée ou à un seul étage, la contrainte de compression était très faible et on pouvait, en conséquence, se con-

CANIER DU CSTB N° 8 - 1950.

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

III

tenter d'un compactage peu énergique, et d'une résistance à la compression minime.

La technique de mise en œuvre était dans ce cas relativement simple, puisqu'on n'effectuait aucun dosage préalable des constituants. Pour le remplissage du pan de bois, on se servait, ainsi qu'il est dit ci-dessus, d'échelons ou de lattage insérés entre les pièces principales du pan de bois pour « accrocher » le mortier. Pour les murs pleins en pisé, la terre légèrement humidifiée était mise en place par couches successives dans des coffrages en bois ou « banches », maintenus à leur écartement, à l'aide de serre-joints métalliques et de cavaliers en bois. Les couches étaient damées par les ouvriers avec des dames légères ou « pisoirs ».

Dans son « Traité de l'Art de Bâtir », l'architecte lyonnais, Jean RONDELET (1745-1829), donne une description précise des méthodes employées de son temps dans la région dont il était originaire.

Nous extrayons de son « Instruction sur la manière de fabriquer le pisé » les passages suivants :

« Toutes les terres qui ne sont ni trop grasses, ni trop maigres, sont propres à faire le pisé. La meilleure est la terre franche qui est un peu graveleuse. Toutes les fois qu'avec une pioche, une bêche et une charrue on enlève des mottes de terre qu'il faut briser pour les désunir, cette terre est bonne pour piser. Pour préparer la terre, il faut l'écraser et la faire passer par une claie moyenne pour en extraire les pierres qui excéderaient la grosseur d'une noix. Si la terre est trop sèche, on la mouille par aspersion, en la remuant à mesure avec une pelle pour l'humecter également. Il suffit qu'elle soit un peu humide, de manière qu'en en prenant une poignée, elle puisse, en la jetant sur le tas, conserver la forme qu'on lui a donnée en la pressant un peu dans la main. »

Le texte continue par une description détaillée du matériel de coffrage et de damage. L'auteur passe ensuite à la mise en place de la terre, qui se fait par couches d'une épaisseur uniforme, qui ne doit pas être de plus de 3 à 4 pouces. Les différentes manières de former les jambages des portes et croisées étaient les suivantes :

« 1° En pierre de taille, composées de pierres posées en délit, appelées crosses et d'autres posées sur leur lit et formant liaison avec les premières. »

« 2° On fait aussi les jambages en briques, on peut même les faire en moellons ou en plâtre. Quant aux linteaux, ils se font ordinairement en bois; on les pose dans l'encastement en faisant le pisé. Ils peuvent aussi être faits en pierre de taille, en briques ou en moellons. »

« 3° Les baies de croisées et de portes se font encore avec des châssis ou des cadres de charpente. »

On retrouve dans cette instruction de RONDELET, sous une forme empirique, l'essentiel des règles qui sont encore applicables de nos jours; pour rendre complète l'énumération des modes de constitution des encadrements des portes et des croisées, il suffirait d'y ajouter l'utilisation du béton de ciment, que ce soit sous forme d'éléments préfabriqués ou sous forme de béton coulé sur place.

Il est à signaler que, dans la région lyonnaise, on continue à construire des bâtiments ruraux avec des procédés de banchage et de mise en œuvre du béton qui n'ont guère évolué depuis l'époque où RONDELET écrivait son traité.

81

TECHNIQUES MODERNES D'UTILISATION DU BÉTON DE TERRE

Les techniques modernes d'utilisation du béton de terre sont basées sur :

— Une étude préalable des constituants, argile, sable, gravier et sur la détermination des proportions à respecter pour obtenir des mélanges à faible retrait et à faible capillarité.

— La détermination de la teneur d'eau, ainsi qu'éventuellement du dosage en liant, et sur les conditions de compactage, de façon à obtenir la meilleure résistance possible à la compression après séchage et une résistance suffisante avant séchage pour permettre un décoffrage rapide.

Ces techniques modernes ont fait l'objet, en ce qui concerne la construction des murs, de Documents Techniques élaborés en 1945 par le Service des Études de la Construction du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, service auquel a succédé le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Ces documents, au nombre de trois, ont été introduits dans le Répertoire des Éléments et Ensembles préfabriqués du Bâtiment (R. E. E. F.). Ils portent les références ci-après :

DT C 2 001. — Béton de terre et béton de terre stabilisé.
DT C 2 101. — Construction en béton de terre.
DT C 2 102. — Béton de terre stabilisé aux liants hydrauliques.

Les prescriptions figurant dans ces documents ont été établies en se basant sur les résultats de différentes expériences et en s'inspirant des techniques mises au point pour la stabilisation des sols en béton de terre (routes, pistes d'envol, etc.).

Parmi les expériences auxquelles il vient d'être fait allusion, nous citerons en particulier les essais ou recherches qui ont été effectués avec la collaboration du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme.

La première de ces expériences est l'exécution d'un mur d'essai en béton de terre stabilisé à Ivry. Le compte rendu de cet essai a fait l'objet de la circulaire série D, n° 13, de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nous résumons, ci-après, les résultats obtenus au cours de cette étude.

Mur d'essai en béton de terre stabilisé à Ivry.

La terre utilisée pour la confection de ce mur d'essai a été extraite à proximité du lieu de construction dans une veine de terre rouge graveleuse. La granulométrie s'étant révélée satisfaisante, la terre n'a été corrigée par aucun apport de sable ou d'argile.

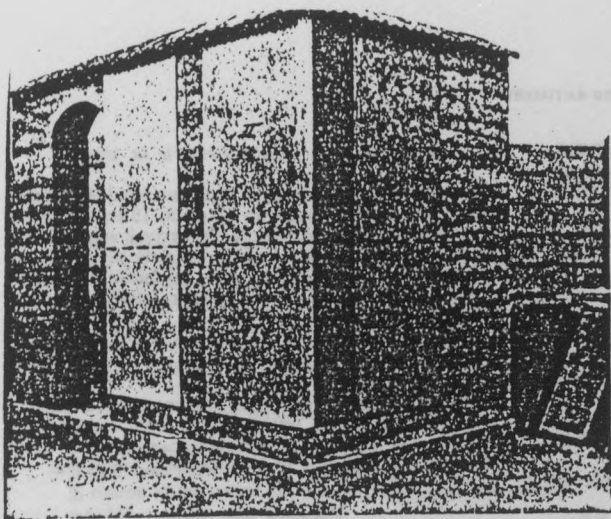
La teneur en eau optimum a été déterminée à l'aide de l'essai « Proctor ». Des éprouvettes cylindriques, à différents dosages, ont ensuite été soumises à douze cycles de gel et de dégel; ces essais ont montré qu'un dosage de 125 kg/m³ était suffisant pour le mur à construire.

La construction du mur a permis de faire les constatations suivantes :

Le gâchage à la main présente de sérieux inconvénients : travail très pénible en raison du collage

2

(CAHIER DU CSTB N° 8 . 1950)



Mur d'essai en béton de terre stabilisé à Ivry.
Face extérieure du mur d'essai.

décoffrage ou de se contenter de la boucharder légèrement. Il y a lieu de noter par contre que, dans le cas où un enduit est prévu, les irrégularités de parement dues aux reprises sont sans inconvénients et peut-être même favorables.

— La partie en voûte au-dessus de la porte présente une fissure transversale très nette de (1 à 2 mm de largeur) sur toute la hauteur du linteau. Ceci montre que le retrait n'est pas négligeable, cependant il paraît acceptable, à condition de prévoir, ainsi qu'il est d'usage courant, des linteaux en pierre ou en béton armé.

Ce mur d'essai a été conservé et les constatations que l'on peut faire actuellement après une exposition aux intempéries d'une durée de six années sont les suivantes :

Les parties du mur laissées brutes de décoffrage présentent des fissures capillaires dues au retrait.

Les panneaux ayant reçu un enduit au mortier de ciment et au mortier de chaux ne présentent aucune fissure, mais les enduits ont tendance à se décoller par endroits.

Les panneaux ayant reçu un enduit à la terre naturelle ou au mortier ciment-terre sont fissurés sur toute la surface. Il semble que cette fissuration soit due, en l'occurrence, à une trop grande teneur en eau du mortier. L'adhérence de ces enduits paraît meilleure que celles des enduits au mortier de ciment et au mortier de chaux.

La constatation la plus intéressante est que les parements bruts de décoffrage ne sont pratiquement pas altérés en dehors des fissures capillaires qui ne semblent pas compromettre la durabilité de ces murs. On en conclut que, moyennant une mise en œuvre soignée, on peut se dispenser de protéger le béton de terre stabilisé à l'aide d'un enduit, ce qui permet en outre de conserver au mur la belle couleur de l'argile.

aux outils, temps de gâchage relativement long, nécessité d'ajouter un excès d'eau dans le mélange.

Pour l'homogénéisation des mélanges terre-ciment-eau, il convient d'utiliser des bétonnières du type malaxeur de grande contenance avec doseurs d'eau et de ciment.

Un essai de damage à l'aide d'appareils « Vibrogir » à dame vibrante a dû être abandonné, en raison des difficultés du moment (coupure du courant électrique) et le damage a été, en définitive, réalisé à la main, à l'aide de dames à tête rectangulaire d'un poids approximatif de 10 kg que les ouvriers laissaient tomber d'une hauteur de 30 cm environ. Sur une hauteur de 1,20 m au-dessus du soubassement, on n'a utilisé que les éléments de terre passant au tamis de 30 mm. Dans le bétonnage de la partie restante du mur, on a ajouté une partie des éléments provenant du refus sur tamis de 30 mm.

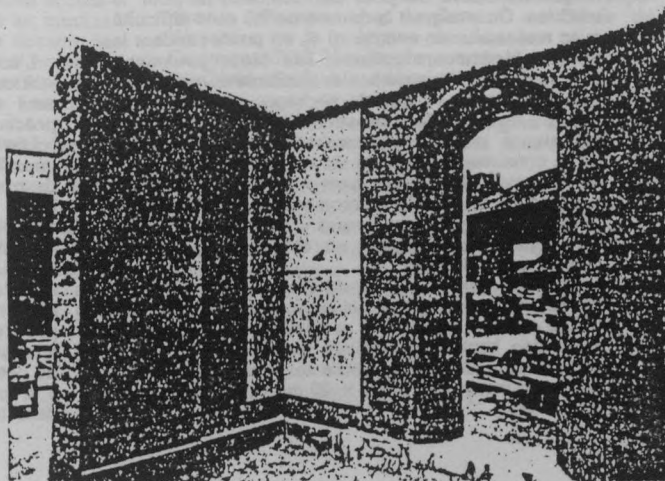
Les observations faites après décoffrage furent les suivantes :

— L'aspect de la partie basse du mur est nettement meilleur que celui de la partie supérieure où les gros éléments apparaissent sur le parement, ce qui indique qu'il convient d'éliminer le refus à la claie de 30 mm.

Ainsi, se trouve confirmée la règle indiquée par RONDELET, dans l'ouvrage cité plus haut, qui prescrivait de faire passer la terre sur une claie « pour en extraire les pierres qui excéderaient la grosseur d'une noix ».

— Les parements du mur présentent un aspect brut assez peu esthétique ; on aperçoit, en effet, les reprises à la séparation des couches successives du béton mis en place par damage.

Il semble qu'une granulométrie plus soignée, un malaxage plus poussé et une mise en place plus efficace que le damage à la main pourraient atténuer notablement ces traces de reprise et permettre de conserver le mur brut de



Mur d'essai en béton de terre stabilisé à Ivry.
Face intérieure du mur d'essai.

(CAHIER DU CSTB N°8-1950)

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

V

Travaux exécutés sous la direction de M. BUISSON,
Chef du Service du Contrôle des Constructions
immobilières au Bureau Véritas.

A la suite de l'exécution, au printemps de 1944, du mur d'essai en béton de terre stabilisé à Ivry, le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme décida, en 1945, de faire exécuter de nouvelles expériences, afin de corroborer et de compléter les résultats obtenus au cours de ce premier essai. La direction de ces expériences fut confiée à M. BUISSON, Chef du Service du Contrôle des Constructions Immobilières au Bureau Véritas; les éléments, éprouvettes et maquettes furent exécutés par l'Entreprise ROUZAUD dans son terrain de la rue du Chevaleret à Paris.

Le programme de ces nouveaux essais était le suivant :

— Étude de l'exécution des agglomérés en béton de terre.

— Exécution de maquettes de murs en agglomérés d'argile, en agglomérés d'argile et de chaux, en agglomérés d'argile et de ciment. Les murs étaient montés avec trois mortiers : mortier de chaux hydrauliques, mortier de terre de même composition que les blocs avec joints de 1 à 2 cm, mortier en pâte molle d'argile avec joint de quelques millimètres.

— Étude des enduits.

— Étude des murs banchés.

Nous résumons ci-après les résultats obtenus au cours de ces essais.

Fabrication des agglomérés à l'aide d'une machine pour la fabrication de ciment.

Des essais préalables au Laboratoire avaient permis de déterminer les proportions de sable et d'argile (matériaux prélevés *in situ*), ainsi que la teneur en eau. Le sable était criblé et ne contenait que des éléments inférieurs à 5 mm. Le mélange était fait à la main, en mélangeant d'abord les éléments secs. Des essais comparatifs montraient que le mouillage pouvait, sans inconvénient, être fait d'un seul coup pour toute la gâchée.

Le moulage et le démoulage étaient effectués sans fatigue excessive, ni pour les hommes, ni pour la machine. On atteignait la densité de 2,3 sans difficulté avec une teneur en eau de 10 % en poids rendant la matière légèrement collante. Les blocs pouvaient, non seulement être démoulés facilement, mais être mis directement au lieu de séchage, en enlevant le fond du moule en tôle qui sert à les transporter. Les opérateurs purent rapidement se rendre compte de la consistance optimum du mortier, qui doit être le plus mouillé possible sans toutefois l'être assez pour coller aux outils. Lorsqu'on peut en faire une boule dans les mains en pressant sans que l'humidité soit apparente, la teneur en eau semble alors la meilleure.

On s'aperçut, qu'au lieu de réaliser des blocs de 20 cm de hauteur, nécessitant un remplissage du moule en deux fois, il était préférable de donner aux blocs une hauteur permettant de remplir le moule en une seule fois. La deuxième série de blocs avaient comme dimensions 13 cm x 20 cm x 40 cm (13 cm en hauteur).

81

Moulage des agglomérés à la main.

Ce moulage était exécuté dans des moules en bois, en employant une dame de 6 kg, de 15 cm x 15 cm de base avec manche en bois. On arrivait sans grande fatigue à fabriquer le même nombre de blocs moulés qu'à la machine. Le démoulage se faisait sans difficulté, à condition de faire glisser latéralement les faces des moules.

Essai de fabrication à la table vibrante.

L'essai montre qu'il était nécessaire d'admettre une quantité d'eau telle que le bloc n'était plus démolable. Il semble que la vibration à la table vibrante ne soit pas une méthode à employer.

Montage des murs.

La manipulation des blocs de 20 x 20 x 40 cm est trop fatigante pour l'ouvrier. Les blocs de 13 x 30 x 40 ou de 10 x 20 x 40 cm conviennent mieux. Des précautions doivent être prises au transport et à la mise en place des blocs du fait de leur fragilité. Le mortier de chaux des joints adhère parfaitement, de même que le mortier de sable et d'argile ayant servi à la confection des blocs. La pose à l'argile seule n'est pas facile, du fait du glissement et du collage.

Les observations faites postérieurement à l'exécution du mur en agglomérés de béton de terre sont les suivantes :

— Les joints au mortier de chaux tiennent parfaitement.

— Les joints au mortier de sable-argile ont également une très bonne adhérence, mais on remarque de petites fissures verticales à la liaison avec les faces verticales des blocs qui doivent être dues au retrait provoqué par la quantité plus grande d'eau employée dans le joint.

Les murs en agglomérés d'argile et de chaux et en agglomérés d'argile et de ciment ont donné lieu à des observations analogues. Ils paraissent se comporter parfaitement sans enduit. Les blocs à la chaux ont une résistance assez faible au frottement.

Murs banchés.

L'utilisation de la bétonnière ordinaire pour la fabrication du béton de terre s'est révélée possible sans difficultés, à condition de prendre certaines précautions.

Les proportions choisies furent : 30 l de gravier pour 70 l de sable et 20 kg d'argile. La proportion de gravier ne doit pas être aussi forte que dans le béton de ciment, parce que l'adhérence au mortier d'argile ne paraît pas très bonne. Pratiquement, la quantité de gravier ne doit pas dépasser la quantité de sable. L'argile était introduite dans la benne entre le sable et le gravier et le mélange était fait d'abord à sec : l'eau fut d'abord introduite très progressivement puis, dans les opérations ultérieures elle fut introduite d'un seul coup, sans que la qualité du béton en fût modifiée. Il y avait quelques tendances à la formation de grumeaux de mortier, du fait que dans la bétonnière utilisée, le gravier ne se mélan-

3

(CAHIER DU CSTB N°8 - 1950)

VI

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

geait pas rapidement avec le mortier. Il était nécessaire de faire tourner assez longtemps la bétonnière (3 mn environ) avant que l'aspect soit assez homogène. Malgré cela, quelques grumeaux de mortier existaient à la vidange, mais au cours des manipulations et de la mise en place, ils disparaissaient complètement.

Mise en place du béton.

Le béton fut mis en place dans les coffrages verticaux sans difficultés, le compactage fut produit par la même dame ayant servi à la fabrication des blocs moulés.

Décoffrage.

Le décoffrage peut se faire instantanément et sans difficultés, sans arrachements. Toutefois, il paraît préférable de ne monter que 1 m environ par jour et de laisser coffré environ 40 cm de hauteur sous la partie en cours de bétonnage. Les poussées ne sont pas sensiblement plus fortes que dans le banchage ordinaire du béton, sauf les poussées localisées au moment du pilonnage. Il est bon, comme dans le moulage des blocs, de damer progressivement par couches de 7 cm environ d'épaisseur finie.

Le décoffrage peut provoquer des fissures d'angles rentrants, si l'on vient à coincer les banches. Pour cette raison, il est préférable de réserver un chanfrein vertical dans l'angle rentrant, ce qui diminue également le risque de fissuration par retrait.

Moyennant cette précaution, la densité du béton, si elle n'est pas aussi bonne que dans les blocs moulés ou agglomérés est encore très acceptable, et la résistance du béton très suffisante.

L'aspect extérieur du béton est évidemment plus rugueux que celui de blocs de mortier, mais l'effet de paroi n'est pas très appréciable.

Mur en béton d'argile à la chaux et au ciment.*

Un seul mur fut construit avec des assises successives de béton à la chaux, au ciment et au mortier bâtard de ciment et de chaux, avec un dosage de liant égal pour le mortier, à celui qui avait constitué les blocs. Les mélanges furent aussi faciles à réaliser à la bétonnière que ceux à l'argile pure. Leur mise en place ne donne lieu à aucun incident.

La conclusion de ces essais était qu'il était possible d'utiliser le matériel courant d'entreprise pour la fabrication du béton d'argile avec ou sans liant hydraulique.

La fabrication de ces bétons demande plus de précaution et de temps que celle des bétons ordinaires, mais il est facile d'établir une surveillance permettant d'écartier le danger de mettre trop d'eau, puisque si on en met trop le béton n'est plus

employable. Le véritable danger serait plutôt de n'en pas mettre assez.

En effet, le démoulage se fait plus facilement, puisque la résistance immédiate est plus forte, mais nous avons vu que la résistance finale l'est moins quoiqu'elle soit, en général, acceptable. En fin de compte, la technique des bétons de construction de murs s'écarte de celle des bétons routiers.

1° Il est possible que l'on soit amené à ne pas employer strictement la quantité optimum d'eau pour obtenir le maximum de densité, du fait qu'avec cette proportion d'eau la matière pourrait ne plus offrir la résistance voulue au démoulage qui doit être rapide.

2° La proportion de gravier doit être inférieure à celle employée dans les bétons routiers, à la fois pour une raison de démoulage immédiat et de résistance finale.

3° Les matériaux n'ont pas besoin d'obéir aussi strictement aux règles multiples énoncées pour les bétons routiers.

Règles d'emploi.

De ce fait, il a été possible de rédiger des règles d'emploi des bétons d'argile, sans avoir à recourir aux Laboratoires, du moins en ce qui concerne les blocs moulés ou agglomérés. Ce sont ces règles qu'on retrouve dans les documents du « R. E. E. F. » visés ci-dessus. Les lecteurs qui s'intéresseraient au détail de ces règles voudront bien se reporter à ces documents.

Ce sont des règles analogues qu'on retrouve également dans le projet de memento établi par les services du Génie Militaire au sujet de la mise en œuvre du béton de terre pour la construction des « bancos ».

Ce document est destiné spécialement aux officiers ayant à édifier des « bancos » dans les territoires d'Outre-Mer. Sa rédaction bénéficie des enseignements recueillis au cours des intéressantes expériences effectuées par le Service du Génie de Versailles sur le polygone des Matelots et dont le Capitaine KIENLIN a rendu compte dans la « Revue du Génie Militaire » de mai-juin 1947.

Ce memento nous paraît résumer, sous une forme claire et précise, l'essentiel des règles à appliquer pour une exécution correcte des constructions en agglomérés de béton de terre.

C'est pourquoi nous sommes heureux de le présenter en annexe à nos lecteurs et nous tenons à remercier M. le Secrétaire d'Etat aux Forces Armées, ainsi que M. le Colonel TRUC, Directeur de la Section Technique des Bâtiments, Fortifications et Travaux, qui ont bien voulu nous accorder les autorisations nécessaires pour cette reproduction.

(CAHIER DU CSTB N°8.1950)

UNE EXPÉRIENCE DE CONSTRUCTION EN BÉTON DE TERRE STABILISÉ

Par **Paul DUFOURNET**
Architecte D. P. L. C.

AVANT-PROPOS

Le but de cette note est d'exposer les enseignements que l'on peut tirer d'une expérience de construction en béton de terre stabilisé qui a été faite de 1945 à 1946 au Bosquel dans la Somme, à l'occasion de la reconstruction de ce village.

Le Bosquel, situé à 20 km au sud d'Amiens, compte environ 270 habitants. Il fut détruit à 95 % en 1940. Son aménagement nouveau, basé sur un remembrement simultané de l'agglomération et du terroir, a modifié profondément l'ancienne répartition des terres et des constructions : de compacte, l'agglomération est devenue aérée. Chaque établissement a été placé dans les meilleures conditions de vie et de travail.

Le remembrement de base étant prêt dès avant la Libération, M. Raoul DAUTRY, alors Ministre de la Reconstruction et de l'Urbanisme, décida, en février 1945, la reconstruction immédiate de ce village, à titre expérimental.

A cette époque, la pénurie de matériaux fabriqués : brique, tuile, ciment, métaux, était presque totale.

Dans cette région, avant la guerre, il était normal de construire en brique car l'argile y est abondante. Mais, en 1945, il n'y avait pas de charbon pour la cuire.

Plus anciennement, on construisait en torchis. Mais, outre que cette technique était tombée en désuétude, on ne disposait pas davantage des bois nécessaires pour constituer l'ossature, ni des artisans capables de renouer la coutume.

Il y a un siècle encore, on utilisait pour la construction des édifices publics et des bâtiments des paysans aisés, une pierre crayeuse très tendre, mais non gélive. Des carrières abandonnées étaient à proximité. On examina la possibilité de les remettre en exploitation. Mais devant l'importance de la « découverte » et l'impossibilité de disposer immédiatement de moellons purgés de leur eau de carrière, on y renonça.

Il ne restait donc plus, pour un démarrage immédiat que l'emploi du béton de terre stabilisé, utilisant les matériaux terreux pris sur place et mis en œuvre avec l'appoint des faibles contingents de ciment dont on disposait alors.

Prévoyant cette pénurie de matériaux pour la période qui suivrait la fin des hostilités, j'avais justement fait faire, dès 1942, des essais aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, sur les terres du Bosquel et des villages environnants, et ces essais avaient été satisfaisants.

Il était donc intéressant de profiter de l'occasion de cette reconstruction, et des contraintes résultant de la pénurie des autres matériaux, pour faire un essai expérimental de cette technique. On jugerait ainsi, avant la reconstruction générale, de ce qu'on pouvait attendre d'elle, dans le cadre rural, étant bien entendu qu'il n'était pas question, en France tout au moins, de l'employer pour des immeubles urbains.

L'expérience commença par les bâtiments d'une exploitation de 80 ha (QUESNEL). On construisit ainsi une habitation avec étage, un grand bâtiment d'un rez-de-chaussée pour les animaux et les manipulations et un comble très grand et très haut pour les récoltes ; enfin, un long bâtiment d'annexes.

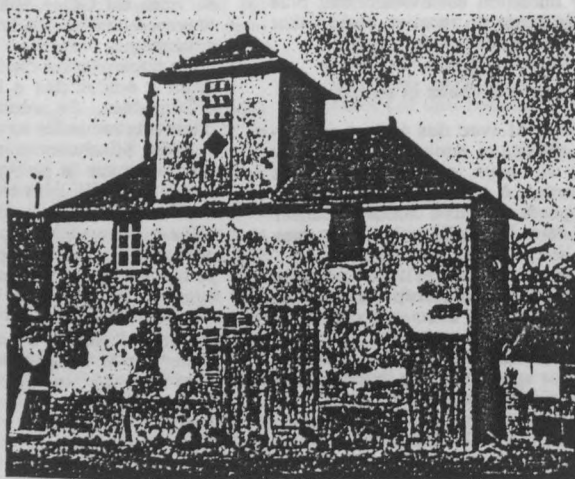
L'habitation d'une autre exploitation de 60 ha (DUPONT) fut édifiée de la même manière.

Par la suite, et pour des raisons qui sont exposées plus loin, on abandonna l'emploi de cette technique.

C'est donc sur quatre bâtiments importants que vont porter les observations qui vont suivre.

Les études de laboratoire ont été faites par M. FLORENTIN, Ingénieur aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

La mise en œuvre fut élaborée avec le concours de la Compagnie de Constructions Générales et de Travaux Publics (Cogetravoc) qui exécuta les travaux sous notre direction et sous celle des Architectes d'opération : MM. Jean BOSSU, Pierre DUPRE et Maurice GRANDJEAN.



Bâtiment des communs d'une ferme, à Saint-Saulieu, près du Bosquel, dont on aperçoit la structure de la construction ancienne en torchis.

(CAHIER DU CSTB N° 8 - 1950)

III

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT



Ancienne habitation en torchis : ossature de bois et remplissage en terre mélangée de bourre ou de paille hachée. Saint-Sauveur, près du Boeuel.

Il me paraît nécessaire, avant de décrire notre expérience et d'en tirer les enseignements, de préciser ce qu'il faut entendre par béton de terre stabilisé.

Je puise dans un rapport de « L'Industrielle de Constructions Modernes », sur le procédé « Mécater », en le transformant assez peu, les données suivantes, qui me paraissent résumer parfaitement la question (1).

Définition.

Le béton de terre stabilisé est l'amélioration conduite d'une manière scientifique, d'un procédé de construction très ancien et très répandu dans différents pays où il a donné d'excellents résultats : le pisé de terre.

L'origine de cette amélioration est dans une science nouvelle appelée « Mécanique des sols » ayant pour objet l'étude du comportement physique des éléments constitutifs des terrains.

Grâce aux conclusions tirées de ces études, il a été possible de déterminer exactement les conditions requises pour la construction d'éléments en terre (pistes ou murs) appelés à résister aux agents atmosphériques.

Il est possible aujourd'hui de construire des murs en terre ayant les mêmes qualités de solidité et de durée que tout autre mur édifié suivant les procédés de construction coutumiers.

(1) L'entreprise ainsi désignée a construit à Longpré-les-Corps-Saints dans la Somme, après l'expérience du Boeuel, mais sans la connaître semble-t-il, une maison en béton de terre stabilisé (Technique désignée par elle : « Procédé Mécater »). Voir à ce sujet : M. BERNIS, « Les Constructions en Béton de terre stabilisé » ; revue : « Technique des Travaux », n° 8-10, septembre-octobre 1949, p. 279-283.

Par son mode de mise en œuvre, son aspect, sa résistance, le béton de terre stabilisé tient à la fois du pisé et du béton.

Composition.

Parmi les matériaux naturels qui sont à la base du béton de terre stabilisé il faut, en tout premier lieu, distinguer très nettement les éléments inertes (sables et graviers) et les éléments actifs (argile).

Les éléments inertes interviennent, comme dans le béton, pour constituer le squelette du matériau. Il y a donc intérêt à rechercher la composition granulométrique donnant la plus faible proportion de vides.

Les éléments actifs ont pour fonction de donner au squelette la cohésion nécessaire à la stabilité. Or, ces éléments actifs ont des propriétés physiques très sensibles aux variations de l'état atmosphérique. Il convient donc de stabiliser ces propriétés et ce, par adjonction d'une faible quantité de ciment, juste suffisante pour opposer aux forces internes de gonflement ou de retrait de l'argile, une cohésion stable.

La proportion d'éléments colloïdaux actifs est calculée en fonction de la répartition granulométrique des éléments inertes, c'est-à-dire en fonction de la surface à enrober.

Il est très important de doser très exactement la quantité des éléments actifs nécessaires pour obtenir la cohésion maximum, tout excès ou insuffisance risquant de compromettre la stabilité de l'édifice.

Ces dosages font l'objet d'analyses ayant pour but de définir les proportions de différentes terres utilisées, la teneur en eau de mise en place, le dosage en ciment nécessaire, la vérification des résistances à l'écrasement, au gel-dégel, au mouillage-séchage, au broyage, au jet.

(CAHIER DU CSTB N°8 - 1950)

I. — CONDITIONS LOCALES ET RÉALISATION DE L'EXPÉRIENCE

Conception.

Le béton de terre stabilisé a été employé pour les murs, et en « compression » seulement, sauf pour de petits arcs. Les linteaux des baies et les chaînages ont été réalisés en béton armé ordinaire.

Les murs sont porteurs. Le béton de terre repose sur un soubassement en gros béton de cailloux de 1 m de hauteur environ, qui l'isole du sol, et lui évite les dégradations qui pourraient provenir du rejaillement des eaux de pluie.

Tous les murs ont 0,50 m d'épaisseur. Il n'y a pas d'intérêt à faire moins épais en raison des difficultés de pilonnage qui résulteraient d'une épaisseur moindre.

Éléments de base et analyses de laboratoire.

On tenta tout d'abord d'utiliser des terres prises à proximité du village.

Les analyses de laboratoire faites en 1942 avaient porté sur un certain nombre d'échantillons de terre, y compris même la terre arable.

Elles avaient permis de reconnaître une localisation assez intéressante à 500 m de l'agglomération.

Ces analyses, reprises en octobre 1944, et en juin 1945, portèrent sur des prélèvements opérés à cet endroit. Mais sachant par l'expérience antérieure qu'il était nécessaire de corriger la granulométrie des agrégats locaux, elles portèrent également sur des échantillons prélevés à Conty, à 6 km de là, dans une colline dont la masse est composée d'un mélange de sable, de graviers siliceux et calcaires, et de rognons de silex, le tout amalgamé d'argile.

L'analyse granulométrique des deux échantillons montra que celui du Bosquel était constitué en majeure partie de silt, et ne contenait pratiquement pas d'argile.

Il fallait le corriger en le mélangeant par parties égales avec la terre de Conty expurgée de ses éléments au-dessus de 25 mm. La mise en œuvre devait être faite avec une teneur en eau de 11,5 %. Le rapport du laboratoire faisait remarquer que le béton de terre stabilisé obtenu à partir des deux agrégats analysés devait posséder des qualités très acceptables, sans qu'il soit nécessaire d'incorporer au mélange un pourcentage élevé de ciment. 100 kg/m³ de béton devaient suffire pour le stabiliser et lui donner la cohésion nécessaire. La prise du ciment s'effectuerait d'autant mieux que la teneur en argile serait plus faible.

Des essais de durabilité devaient préciser ultérieurement ces premières données expérimentales.

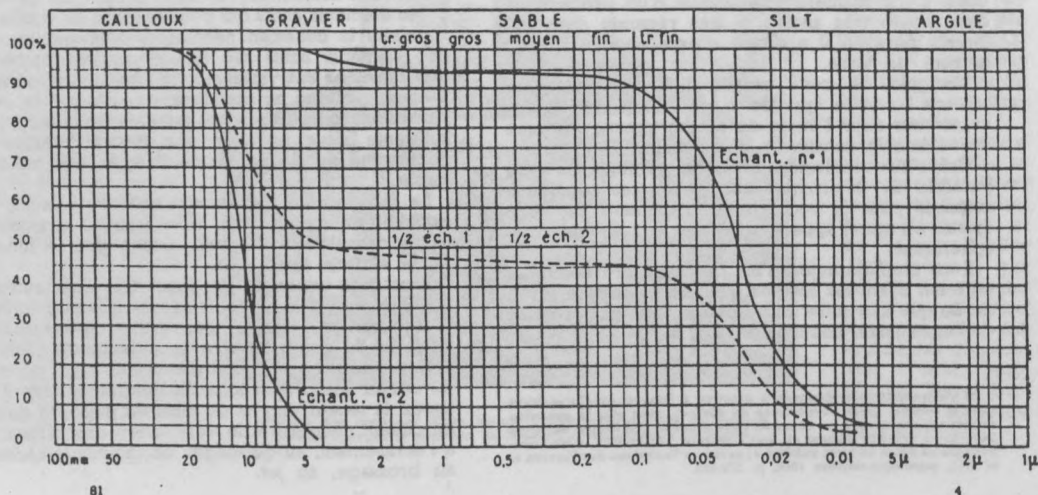
Extraction des matériaux.

L'exploitation de la colline de Conty était en pleine activité avant la guerre. Mais les appareils de triage ayant été détériorés par les Allemands, il fallut les reconstituer et les remettre en marche, malgré les difficultés du moment (pénurie de métaux et de carburant). Cette exploitation avait normalement pour but d'isoler, par un système de lavage et de criblage, les éléments de différente grosseur, l'argile restant pour compte à l'exploitant. Ce dont nous eûmes besoin était un tout-venant expurgé des éléments supérieurs à 20 ou 25 mm, permettant d'obtenir, par mélange avec la terre du Bosquel la granulométrie désirable.

En même temps fut négociée une occupation temporaire de terrain pour pouvoir disposer de la terre du Bosquel. Une saignée fut ouverte dans le talus de la route de Conty, à environ 500 m du premier chantier à entreprendre.

Il est bien évident qu'il eût été préférable d'employer une terre tout-venant, prélevée sur le

Fig. 1.



(CAHIER DU CSTB N° 8 - 1950)

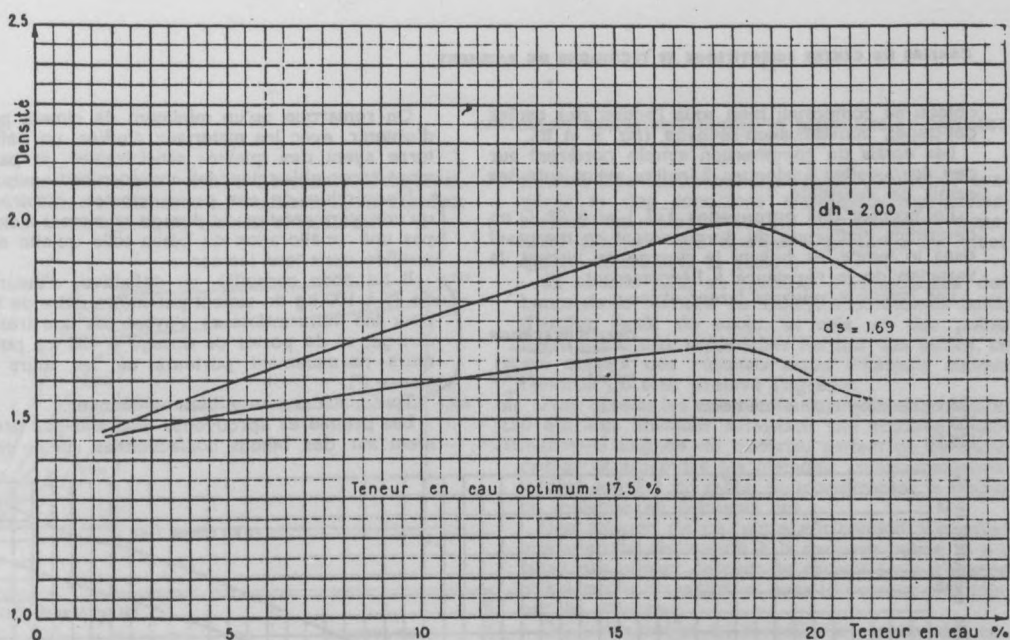


Fig. 2

lieu même de l'emploi. A défaut, il nous semblait préférable à ce moment-là, étant donné les difficultés considérables de transport, et compte tenu de la main-d'œuvre fort chère, de ne transporter que les éléments nécessaires à la correction du matériau local. Il en eût été sans doute différemment à une autre époque. Nous y renoncâmes d'ailleurs nous-mêmes, après les premiers essais, pour ne plus employer que le seul agrégat de Conty, le coût de la main-d'œuvre l'emportant sur celui des transports, comme nous le verrons tout à l'heure.

Approvisionnement.

La terre de Conty, et momentanément celle du Bosquel, furent amenées au chantier en camion. C'est là un des postes importants du prix de revient final du béton de terre que je souligne au passage.

Ces terres furent mises en tas. Il eût été préférable de les mettre à l'abri sous un hangar afin de leur conserver leur humidité naturelle. De nouveau, les difficultés du moment et la considération du prix de revient l'empêchèrent.

Essais.

La première tentative fut de réaliser un élément de mur de 1 m de hauteur environ, sur soubassement en béton de cailloux, pour expérimenter coffrage et matériau.

Les gens du pays vinrent essayer de le désagréger avec leur couteau, et éprouvèrent sa résistance avec un gros rondin, afin de se faire une opinion sur ce mode de construction inusité dans le pays. Le mur opposa une résistance suffisante au couteau, et rendit

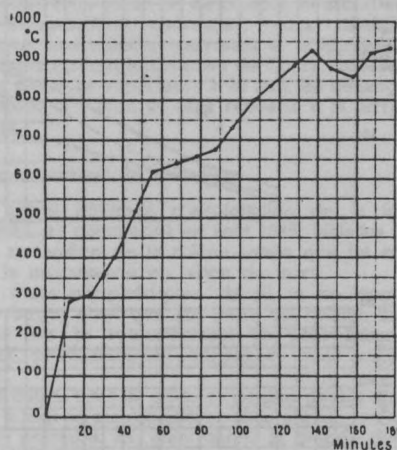


Fig. 3

au choc du rondin un son relativement clair, sans se fissurer ni laisser d'éclats. Il passa même tout un hiver sans aucun dommage, entièrement exposé aux intempéries. La confiance des intéressés directs, c'est-à-dire des sinistrés, fut en grande partie gagnée. Mais il resta néanmoins des détracteurs systématiques, comme on le verra plus loin.

Entre temps des échantillons des matériaux finalement adoptés furent envoyés au laboratoire, qui confectionna des éprouvettes suivant les dosages qu'il avait précédemment préconisés.

Les essais de durabilité montrèrent que le béton

(CAHIER DU CSTB N°8 - 1950)

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XI

obtenu se comportait bien sous l'action des cycles gel-dégel, humidification-séchage (fig. 4 et 5).

Les essais de compression simple portèrent sur des éprouvettes analogues à celles ayant subi les essais de durabilité.

En prenant des éprouvettes à 7 j et à 28 j, on détermina l'influence du durcissement en mesurant dans le temps, et suivant le dosage en ciment, la variation de la résistance à l'écrasement.

Les résultats suivants furent obtenus :

	CHARGE DE RUPTURE	
	à 7 j kg/cm ²	à 28 j kg/cm ²
75 kg de ciment par m ³ de béton. ...	12	18
100 kg — — — — —	15	23
125 kg — — — — —	17	27

On remarque qu'un minimum de ciment permet d'obtenir, avec les matériaux étudiés, un béton de terre ayant des qualités satisfaisantes, et parfaitement acceptables pour les constructions envisagées.

L'ensemble de ces essais montre, d'autre part, qu'une augmentation du dosage en ciment n'entraîne pas une amélioration du béton telle qu'elle en soit justifiée dans tous les cas.

Il fut donc conseillé, en définitive, d'incorporer de 75 à 100 kg de ciment par mètre cube de béton, pour les murs intérieurs n'ayant pas une très forte charge, et de porter ce dosage à 125 kg pour les murs normalement porteurs ou les murs extérieurs (1).

Tout n'alla pas aussi bien au chantier.

Les premières éprouvettes obtenues par prélèvement sur des bétons confectionnés sur le tas, en

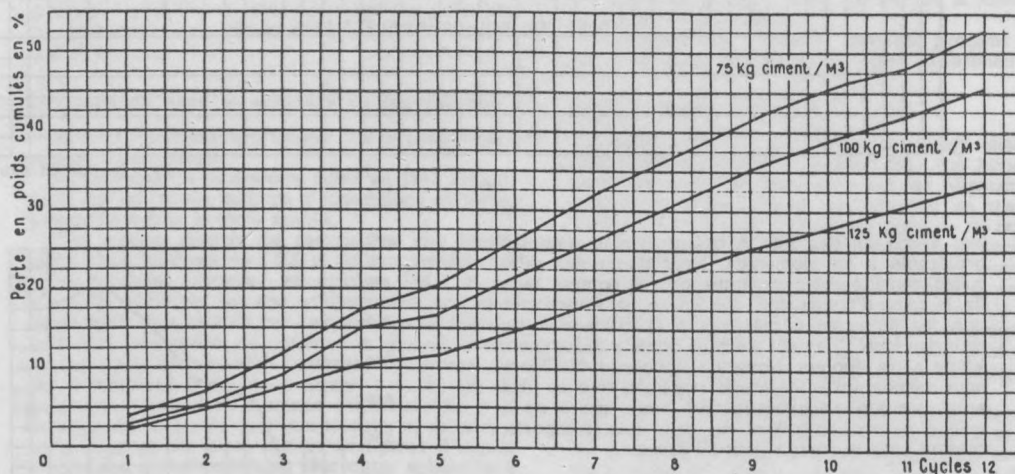


Fig. 4.

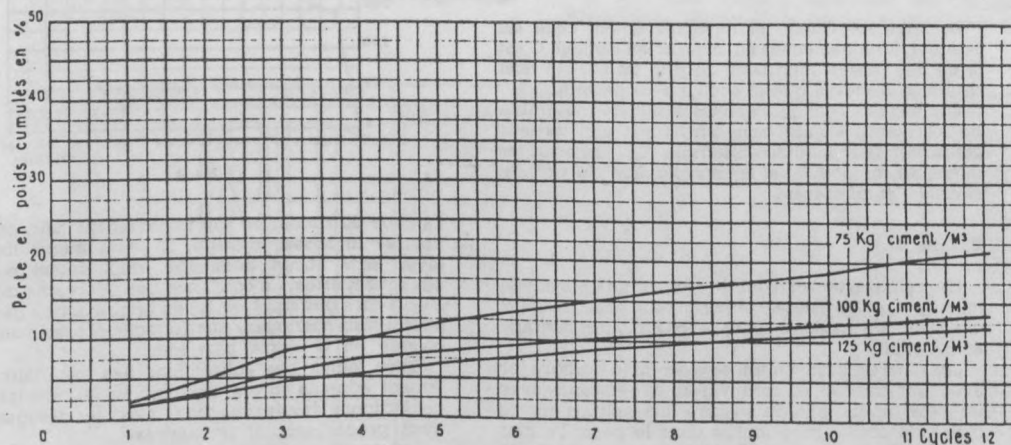


Fig. 5.

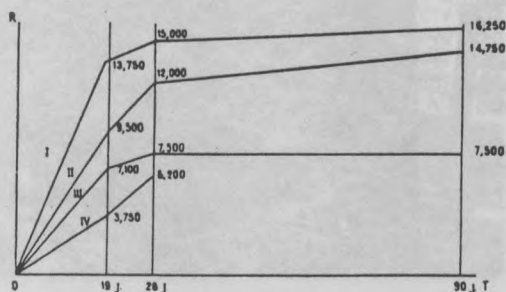
(1) Rapport des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, 12, rue Brancion, Paris-XV^e, en date du 11-9-46. Référence LA/46-226. S. F. 46-17.

(CAHIER DU CSTB N° 8. 1950.)

XII

CANIERI DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

octobre 1945, et envoyées au laboratoire, donnèrent, aux essais de résistance à l'écrasement, les résultats qui sont consignés au tableau ci-dessous.



N° de l'éprouvette	DATE de fabrication	19 j	28 j	90 j	OBSERVATIONS
I A	26-10-45	13 750	15 000	16 250	Conty pur : 100 kg ciment.
I B	—	13 750			
II A	—	9 500	12 000	14 750	Conty pur : 80 kg ciment.
II B	—	9 750			
III A	—	7 100	7 500	7 500	Conty 1/2 : 100 kg ciment. Argilière 1/2.
III B	—	6 250			
IV A	—	3 750	6 200		Conty 1/2 : 80 kg ciment. Argilière 1/2.

Comme on peut le constater, la diminution de résistance a été très sensible pour les éprouvettes de béton exécuté avec 50 % de terre en provenance de l'argilière du Bosquel.

On était loin du résultat escompté. Nous pensâmes qu'il fallait imputer le mécompte :

en premier lieu, au ciment anglais entrant dans la composition de ce béton. Ce ciment dont on disposait alors sans bien en connaître les caractéristiques

pouvait être altéré par des délais d'entrepôt exagérés et des conditions d'emmagasinage défectueuses; de même le peu de ciment français disponible contenait des charges importantes de laitier qui en diminuaient la qualité.

en second lieu, au manque d'homogénéité des bancs de la carrière de Conty, à dominance tantôt d'argile, tantôt de sable, et cela en des points d'extraction très rapprochés les uns des autres, ce qui donnait des résultats assez différents suivant l'endroit où était prélevé l'agrégat.

Pour obtenir les mêmes résultats qu'au laboratoire, il eût fallu effectuer sur place une étude granulométrique soignée du matériau sortant de carrière, cribler et adjoindre les éléments complémentaires, le plus souvent du sable, pour augmenter la teneur du mélange en éléments fins.

Une solution de ce genre eût conduit à installer une centrale de dosage à la carrière même. Il n'y fallait pas songer, le prix de revient étant d'avance obéré par le transport, et nous le verrons plus loin, par le damage.

Or, l'intérêt d'un tel procédé, en dehors des circonstances exceptionnelles dans lesquelles nous étions alors, doit résider dans son bon marché relatif. C'est pour cela, qu'en fin de compte, et afin d'éviter des manipulations onéreuses, nous décidâmes d'adopter une solution moyenne et empirique. On utiliserait l'agrégat tout-venant de Conty, débarrassé de ses éléments supérieurs à 25 mm, en mélangeant les différents bancs, et sans recourir à la terre du Bosquel.

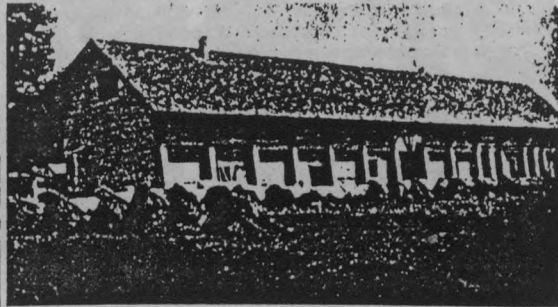
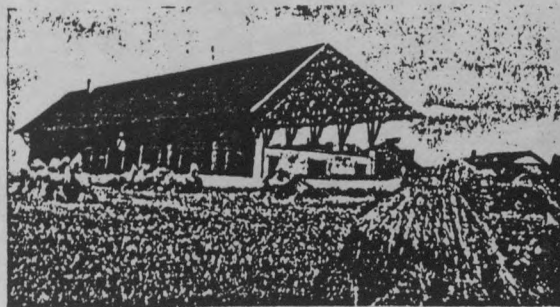
Commencement du chantier.

Le grand bâtiment d'exploitation de la ferme QUESNEL fut commencé en août 1945. Mais ce n'est qu'en novembre de la même année que fut entreprise la maçonnerie en béton de terre.

Les murs périphériques, de 61 m de long sur 12 de large, ainsi que les murs de refend, furent montés sur le soubassement en gros béton de cailloux, précédemment indiqué, et arasé à 3,70 m du sol.

Sans doute, dans un ouvrage de plus petites dimensions, aurait-on pu considérer sans crainte les murs comme porteurs. Ici, étant donné la grande portée, la hauteur de la couverture, le poids de la toiture

Grands bâtiments d'exploitation de la ferme Quesnel (points d'appui en gros béton).



(CAHIER DU CSTB N°8 - 1950)

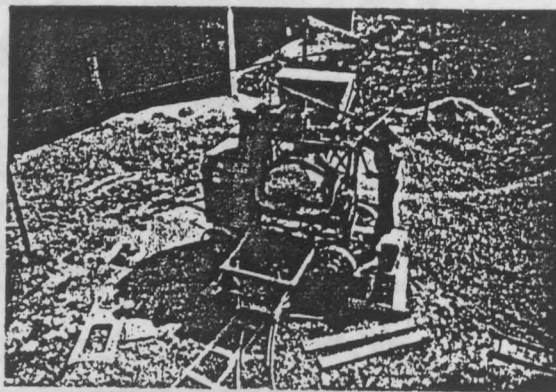
CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XIII

réparti sur des fermes espacées, on ne voulut pas faire reposer sur un tel béton des charges locales trop considérables. Des piliers en béton de cailloux, sans armature, vinrent recevoir la toiture et compartimenter le béton de terre. Celui-ci n'eut d'autre rôle que d'assurer la fermeture et l'isothermie ainsi que de soutenir partiellement le chaînage et le plancher haut.

Position timide, mais justifiée par les faibles résultats des essais. On ne pouvait, surtout pour des raisons psychologiques, risquer un échec même partiel dans ce démarrage.

D'autre part, bien qu'explicitement il était question d'expérience, l'administration n'avait pas précisé qu'elle dégageait de leur responsabilité civile les architectes et l'entreprise.



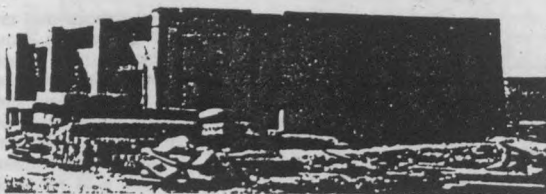
Bétonnière utilisée par les chantiers du Boeuel.

On ne dépassa jamais la proportion de 100 kg de ciment par mètre cube mis en œuvre, bien que ce ciment ne fut jamais d'excellente qualité en raison des charges de laitier qu'il comportait alors.

Coffrage ou banchage.

Les premières bandes furent établies en bois avec clefs de serrage. Elles ne résistaient pas suffisamment au pilonnage et prenaient un léger ventre.

Les bandes métalliques employées ensuite donnèrent toute satisfaction.



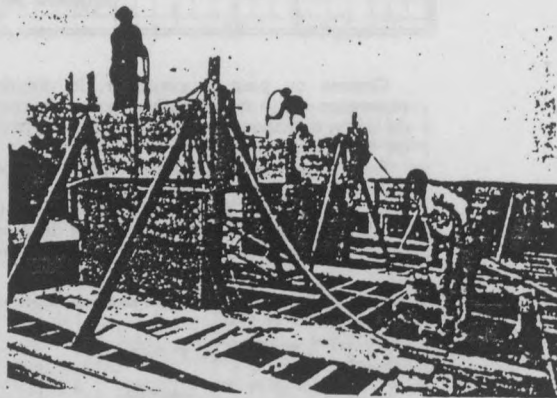
Bâtiment d'exploitation de la ferme Quesnel avant la pose de la toiture.

Ce premier résultat étant acquis, il nous fut possible d'abandonner cette prudence, et de concevoir dorénavant tous les murs comme totalement porteurs. C'est ainsi que furent réalisés les murs de l'habitation et des bâtiments annexes de la ferme QUESNEL achevés en septembre 1946 comme ceux de l'habitation de la ferme DUPONT entrepris en juillet 1946 et terminés en novembre de la même année.

C'est sur cet ensemble que portent les remarques suivantes :

Dosages et malaxage.

Le mélange terre-ciment fut exécuté dans une bétonnière de type normal, aucune machine n'existant évidemment dans le commerce pour un tel usage. On mettait tout d'abord la terre telle qu'elle se présentait au sortir de la carrière ou du dépôt du chantier. Le degré d'humidité était ensuite corrigé pour amener le mélange à la compacité désirée pour l'emploi. L'humidité de la terre employée étant très variable, aucune règle absolue de correction ne pouvait être utilisée. Le sentiment joua le plus grand rôle. Ce matériel et cette façon d'opérer — que nous étions bien forcés d'accepter — n'étaient évidemment pas appropriés à la qualité du travail à obtenir qui nécessite un pourcentage d'eau encadré dans des limites très étroites.



Montage des murs et coffrages en bois.

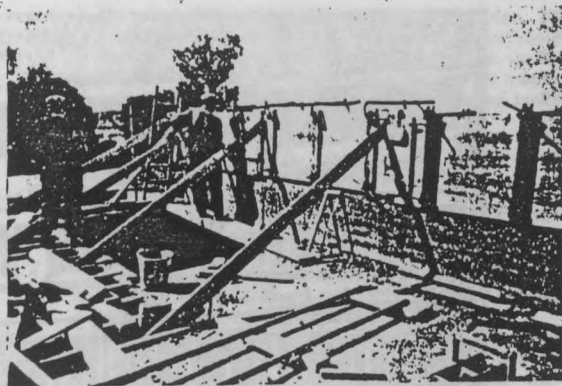
Pilonnage.

Cette opération fut faite au début, à une époque de très grande pénurie en carburant, au psoir à main. On disposait alors de la main-d'œuvre abondante d'un camp de travail d'un mouvement de Jeunesse. Main-d'œuvre non qualifiée, mais qui répondait bien à la rusticité du matériau et au peu de précision du

(CAHIER DU CSTB N° 8 1950.)

XIV

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT



Coffrage des murs.

travail à obtenir. Le rendement était toutefois assez médiocre par suite du manque de force physique aggravé par le rationnement alimentaire, le tout couronné d'un certain laisser-aller.

Le carburant devenant moins rare, les jeunes furent mis à d'autres tâches, puis disparurent, et l'entreprise procéda au pilonnage par marteau pneumatique muni d'une dame métallique en forme de tronc de pyramide à bases rectangulaires de $0,27 \times 0,25$ pour la petite base (pilettes Ingersoll Rand. Type 22 SR 7 à 800 coups, minute) le tout actionné par moto-compresseur à essence 22/29 ch (type Ingersoll, 8 à 10 l essence heure).

On peut admettre qu'il faut 10 h en moyenne pour mettre en œuvre 1 m^3 de maçonnerie de terre. Le pilonnage mécanique intervient pour un quart dans cet ensemble.

Les difficultés du compactage ne rendirent pas ce procédé aussi efficace que nous l'avions espéré. Son effet n'est en rien comparable par exemple à celui des rouleaux à pied de mouton dont on se sert pour compacter les sols stabilisés. Néanmoins, le résultat fut suffisant. Il importe également de souligner la dépense en carburant à une époque où celui-ci était rare et cher.

Si nous n'employâmes pas l'électricité, c'est que la ligne suffisante pour alimenter normalement le Bosquet n'était pas encore rétablie.

Processus de passage d'une banchée à l'autre.

D'une banchée on passa à la suivante sur le même plan horizontal. On fit ainsi le tour du bâtiment. Quand on revint au point de départ, la première banchée avait une solidité suffisante pour supporter la banchée supérieure, et résister aux efforts de pilonnage.

La bétonnière suivait le mouvement.

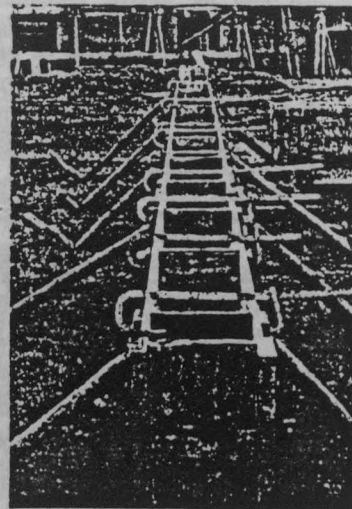
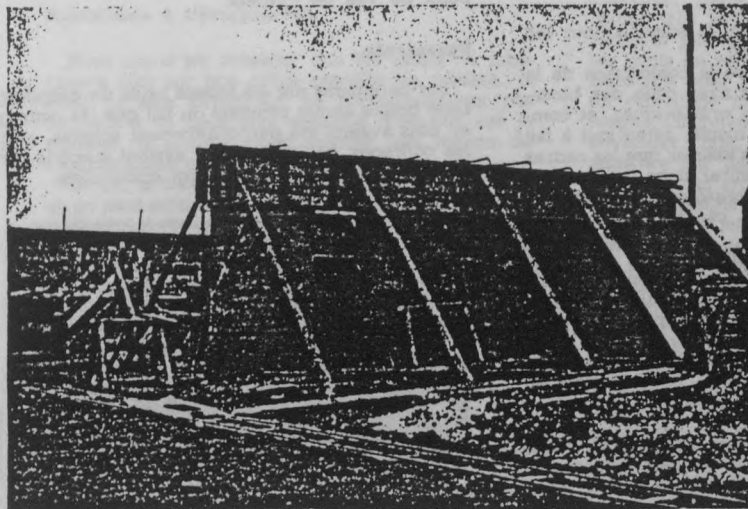
Temps de prise.

Il était possible de décoffrer, dès le lendemain, le mur fait la veille. Mais pour que la prise soit complète, et que le mur devienne porteur avec un taux de travail d'environ $4 \text{ à } 5 \text{ kg/cm}^2$, très largement suffisant dans tous les cas présents, il fallait environ trois semaines.

Sujétions rencontrées dans certaines parties de la construction.

a) Angles, retour d'équerre. — Sujétions relativement négligeables. La difficulté n'est pas telle qu'il faille renoncer à cette disposition s'il y a intérêt à l'avoir.

Coffrage des murs ; banches en bois.



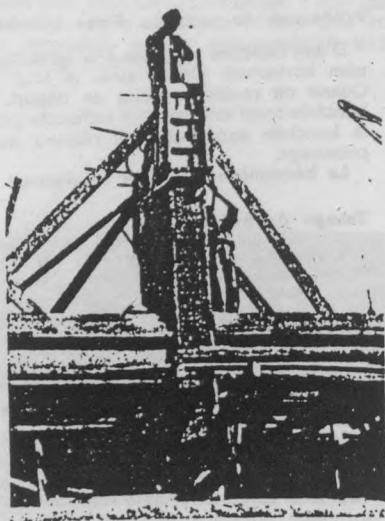
Mise en œuvre des coffrages.

(CAHIER DU CSTB N°8.1950)

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XV

b) **Arêtes.** — Il n'est pas possible d'obtenir des arêtes vives et bien rectilignes. Si l'on y parvenait, ces arêtes ne seraient pas solides. Il vaut mieux prévoir de n'en point faire et introduire dans le coffrage une baguette en forme de triangle rectangle régulier, mais dont l'hypoténuse serait remplacée par une courbe concave de 0,05 m de rayon. Il en résultera un angle arrondi, très propre et résistant bien à l'épaufrage.



Montage d'une pile.

c) **Baies.** — C'est également la solution pour les arêtes des tableaux de baies.

Mais il est bien évident que la conjonction de la technique du béton de terre avec celle des blocs-portes ou des blocs-fenêtres préfabriqués, et comportant un cadre en ciment moulé, serait tout à fait excellente. Il faut cependant s'assurer que les cadres en question peuvent bien entrer dans les banches pour former coffrage, et par conséquent ne comportent pas de saillie, et sont bien capables de résister aux efforts de pilonnage.

Nous n'avons pas pu employer cette technique au Bosquel, bien que nous l'eussions souhaité. Il n'y avait pas de préfabrication possible au moment de notre démarrage. Elle ne le fut que plus tard, alors que nous avions abandonné la construction en terre.

On pouvait également imaginer des cadres en bois définitifs, suffisamment forts pour résister au pilonnage. Mais le bois était lui-même fort rare à l'époque considérée.

Lorsqu'on en fut à l'habitation de la ferme QUESNEL dans l'été de 1946, on utilisa, suivant le processus décrit précédemment, des cadres en ciment fabriqués par éléments sur le chantier et montés dans le coffrage.



L'habitation Quesnel, remplissage en brique entre piles en béton de terre.

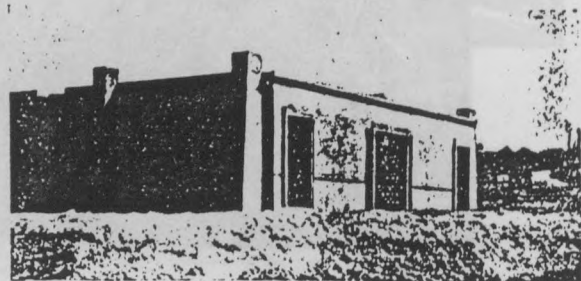
d) **Pointes de pignon.** — Disposition d'autant plus difficile à réaliser en béton de terre que le toit est plus incliné. Si la partie rampante exige un soin particulier, la pointe en demande un plus grand encore. C'est pourtant ce que nous avons réalisé au Bosquel.

Il eût mieux valu, au point de vue de la facilité du travail, choisir entre les deux solutions suivantes : raser les murs pignons à la hauteur des murs goutte-toits et obturer le triangle supérieur avec un bardage en bois ou un remplissage en brique, ou monter le pignon par gradins successifs, et faire les remplissages, les rampants et la pointe en brique. Néanmoins, ce que nous avons fait est préférable au point de vue de l'aspect.

Parements.

Les parements ont été laissés bruts de décoffrage. Leur bonne venue provient du fait que les coffrages en bois avaient été particulièrement soignés, et que les coffrages en fer qui leur avaient succédé, donnaient naturellement une paroi convenable.

Bâtiment d'exploitation de la ferme Quesnel. Vue montrant les piliers porteurs en gros béton.



(CAHIER DU CSTB N° 8, 1950)

XVI

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

En général le décoffrage se faisait très bien. S'il y avait parfois quelques arrachements superficiels, il était facile, le béton étant encore assez frais, de les ragréer avec la même matière que le mur. De même, il était facile de boucher les trous de clefs qui maintenaient les banches en place.

Agglomérés ou parpaings.

Il nous apparut dès le début que si, aux murs banchés, on substituait des murs montés en parpaings de béton de terre stabilisé, il en résulterait une économie sensible de main-d'œuvre et de carburant. De cette façon, on pouvait également songer à construire des cloisons.

Des essais furent donc entrepris sur le chantier où une machine normalement destinée à faire des agglomérés de béton de gravillon fut installée. Ces agglomérés avaient pour dimensions : $0,20 \times 0,20 \times 0,40$. Ils comportaient quatre évidements symétriques.

Les essais de résistance les montrèrent très fragiles. Il eût certainement fallu adapter la machine à son nouveau rôle. D'autre part, le débit était très faible. Un équipement assez considérable eût été nécessaire pour satisfaire aux besoins. On l'eût envisagé si l'on avait été certain de poursuivre dans cette voie. Mais tout était *tour de force* à cette époque, et les efforts contraires s'annulaient.

Abandon du béton de terre stabilisé.

Le ciment devenant plus abondant sur le marché, et le climat psychologique, comme on le verra tout à l'heure, n'étant pas encore tout à fait favorable, on abandonna cette technique au profit d'une autre, qui consista à établir une ossature en béton armé, puis un remplissage en parpaings de briquillon et châssis en ciment moulé, ce qui donna d'excellents résultats à tous les points de vue.

II. — LES LEÇONS DE L'EXPÉRIENCE

Nous avons dit dans quelles conditions, et de quelle façon, s'était déroulée l'expérience. Nous voudrions maintenant en tirer quelques indications d'une portée générale.

A. — CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

Qualités du béton de terre stabilisé.

Résistance à l'écrasement.

Nous avons pu constater que les essais de laboratoire faits sur une faible quantité de matière, et avec un soin particulier, ne correspondaient pas toujours à ce qu'il était possible d'obtenir sur le chantier. Il faudrait donc prévoir une marge de sécurité assez grande.

En fait, le taux de travail moyen qui fut obtenu, et qu'on peut estimer de 5 à 6 kg/cm², s'est révélé bien suffisant pour le genre de bâtiment réalisé. On aurait pu charger ou monter les murs davantage. Il y a certainement un effet de masse dont ne peut pas tenir compte une expérience de laboratoire. Depuis quatre ans que ces bâtiments existent aucun désordre, même minime, n'est venu indiquer qu'ils supportaient mal leur charge.

Pour les murs de pisé de terre d'autrefois on ne prenait pas tant de précautions. Toute terre convenait à condition de n'être ni trop sableuse, ni trop argileuse. Les constructions de cette nature, sans ciment, et même sans chaux, étaient parfaitement solides et durables. Ceci dit simplement pour indiquer qu'il faut savoir interpréter un peu les résultats du laboratoire et ne pas les prendre trop au pied de la lettre.

Résistance aux intempéries.

Gel. — Les murs du bâtiment d'exploitation QUESNEL exécutés à l'automne de 1945, n'ont pu, faute de disponibilité en bois suffisante, être protégés par la couverture avant la mauvaise saison. Ils ont donc subi toutes les intempéries d'un hiver assez rigoureux.

Au printemps, après pluie, neige, gel et dégel, l'arase des murs était intacte.

Pluie et vent. — Un mur pignon de l'habitation DUPONT, particulièrement exposé au vent qui souffle très fort sur ce rebord de plateau, laissait pénétrer par forte tempête, un peu d'eau à travers les joints de reprise de banchées. On envisagea un silicatage pour arrêter le phénomène, en attendant un colmatage naturel, pensant même que si à la longue, l'inconvénient ne se corrigeait pas, il faudrait envisager, non pas un enduit qu'on ne saurait admettre sur une seule face de bâtiment, mais un essentage en ardoise, comme il y en a quelquefois sur les maisons en torchis.

Rien ne fut fait. Au bout de quatre ans l'inconvénient a complètement disparu.

Il n'en est malheureusement pas de même pour un mur pignon de l'habitation QUESNEL, placé dans les mêmes conditions, et dans lequel les infiltrations ont plutôt tendance à s'accroître. Un silicatage sera prochainement entrepris.

La porosité est certaine. Mais étant donné la masse nécessaire à la tenue du mur, l'humidité ne traverse pas. Il faut tenir compte également de la protection qu'assurent les saillies de toit. Il n'y a donc aucun inconvénient, dans presque tous les cas, à laisser nu le béton de terre stabilisé. Il n'en serait pas de même sous certains climats, pour le béton de terre sans adjonction de ciment ou de chaux. On remarque cependant dans la région de Rennes des murs de

(CAHIER DU CSTB N°8 1950)

CAHIER DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XVII

terre (obtenus avec une autre technique que celle du pisé; mais le résultat est en fin de compte comparable), qui ne sont que très rarement recouverts d'un enduit, et qui se comportent bien. A fortiori, pour le béton de terre stabilisé qui est plus résistant, un badigeon à la chaux, renouvelé tous les ans, ou tous les deux ans, serait certainement une protection efficace.

Homogénéité.

Aucune fissuration par retrait ne s'est produite dans tous les bâtiments considérés.

Isothermie.

Cette qualité a été obtenue d'une façon aussi complète que possible. Elle est d'autant meilleure que la proportion de ciment est faible. Le volant thermique, qui est assez considérable, est classiquement obtenu par la masse.

La faible quantité de ciment n'empêche pas le mur de « respirer ». La condensation sur les parois de terre est nulle. Dans l'étable QUESNEL, la seule réalisée en béton de terre, et où cette condensation pourrait être à son maximum, je n'ai même pas entendu dire qu'elle existât.

Si cette condensation se produisait, comme elle pourrait se produire avec tout autre mode de construction, il faudrait y remédier par les systèmes de ventilation ordinairement employés, et de règle notamment dans les étables. Nous avons réalisé de telles ventilations dans l'étable QUESNEL. Est-ce pour cela qu'il n'y a pas de condensation ?

Effets plastiques.

Formes larges et grasses qui donnent une impression de densité et de force.

Parement grenu, suffisamment irrégulier pour n'être pas monotone, d'aspect vivant comme une matière organique. Quelquefois la superposition des couches pilonnées suggère une stratigraphie rocheuse.

Belle couleur chaude de pain bis. Le bâtiment

prend sa robe quelques mois après sa finition. Les efflorescences de ciment disparaissent. Les ragréments se fondent dans la masse générale.

Le badigeon à la chaux, si l'on pensait qu'il soit utile d'en passer un, serait également fort acceptable du point de vue de l'aspect. Il conserverait le grain du parement et donnerait de l'éclat au paysage, comme on peut en juger dans les pays voisins du Bosquel, en Ponthieu, en Vimeu, en Boulonnais, où la chaux recouvre les constructions rurales en torchis ou en brique.

B. — CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

Agrégats.

L'expérience montre, qu'en économie normale, il est indispensable d'utiliser les éléments extraits à proximité immédiate du chantier, en raison du caractère dispendieux des transports.

Il est évident que le prix de revient est obéré par avance quand il faut aller chercher, même pas très loin, une matière lourde dont il faut de grandes quantités.

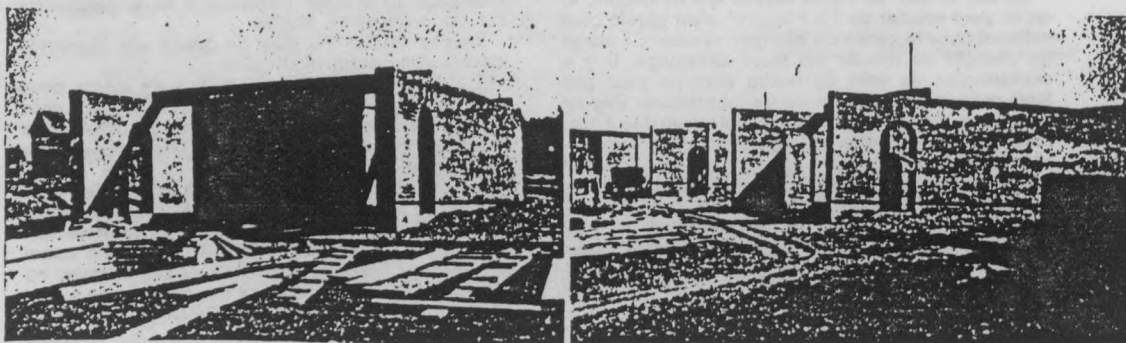
Ce qu'on peut admettre, c'est d'aller prendre à peu de distance, l'agrégat de correction quand on a déjà le principal sur place.

Dans le cas de la construction rurale, on peut prévoir à l'avance les besoins pour que le paysan, avec les moyens de transport propres à son exploitation, puisse, tout au long de la mauvaise saison faire les charrois nécessaires.

Le prix de revient sera encore grevé si l'agrégat d'apport doit être isolé d'autres éléments. En supposant qu'il n'ait pas besoin de l'être, il faut encore se méfier du manque d'homogénéité des bancs de carrière, et vérifier la granulométrie à chacune de ces variations. Cette remarque est également valable pour l'agrégat pris à proximité du chantier. C'est à la vérité l'une des moindres sujétions.

L'optimum des conditions favorables est donc atteint lorsqu'on peut se servir de l'agrégat tout venant, ayant la granulométrie voulue sans le secours d'un correctif, possédant le degré d'humidité néces-

Construction des dépendances de la ferme Quesnel. On remarquera les murs porteurs et les baies en arc.



(CAHIER DU CSTB N° 8 - 1950)

XVIII

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

saire, extrait à proximité immédiate, et mieux encore de la fouille même, du bâtiment qu'on se propose de construire.

L'extraction à quelques centaines de mètres de chantier d'un agrégat qui ne demande pas de correction, ou très peu, est déjà un élément très favorable.

Main-d'œuvre et énergie.

Il tombe sous le sens que plus l'agrégat sortira de terre conforme à la granulométrie voulue, moins les manipulations seront nombreuses.

Le facteur main-d'œuvre intervient d'une façon importante dans les travaux de coffrage et de pilonnage.

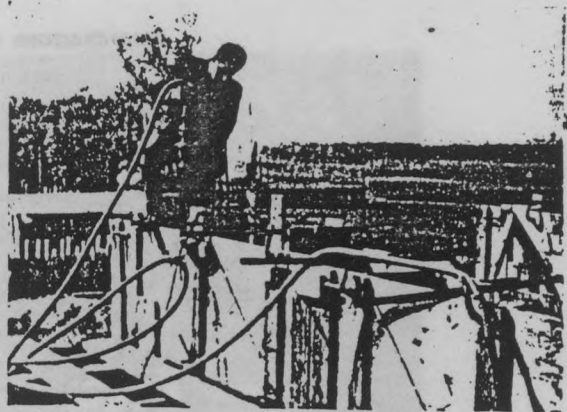
Des banches standards en métal, une construction modulée en fonction de ces banches, peuvent résoudre la première partie du problème.

Le pilonnage réclame beaucoup de main-d'œuvre, et un effort musculaire assez grand. C'est un peu un travail d'esclaves. Il doit être d'un bon rendement dans les pays de main-d'œuvre nombreuse et bon marché. Il faut faire intervenir chez nous les esclaves mécaniques. C'est alors en énergie qu'il faut alors calculer la plus grosse part de la dépense relative à ce poste.

La dépense en carburant nécessaire au pilonnage peut s'estimer, d'après l'expérience du Bosquel, à environ 5 l d'essence par mètre cube mis en œuvre.

La technique utilisée dans l'industrie des travaux publics pour la construction des pistes d'aérodrome ou des routes en terre stabilisée peut être mise en

Coffrage pour conduit de fumée.



Pilonnage par marteau pneumatique.

œuvre d'une façon beaucoup plus scientifique, et avec des engins mécaniques qui rendent ce procédé extrêmement intéressant au point de vue du prix de revient.

Il n'en est malheureusement pas de même dans les travaux de bâtiment où la valeur des matériaux mis en œuvre est très inférieure à celle de la main-d'œuvre d'emploi.

Prix de revient.

Malgré toutes les difficultés et les sujétions que nous avons indiquées dans la première partie de ce travail, on peut constater, d'après le tableau ci-contre relatif à l'établissement du prix de revient, que ce prix, pour un mur en béton de terre stabilisé de 0,50 m d'épaisseur est du même ordre de grandeur qu'un mur en brique de 0,35 m et sensiblement plus cher qu'un mur en aggloméré de 0,30 m.

Or, à cette époque, il n'y avait pas de brique, très peu de ciment, très peu de charbon pour cuire l'une et l'autre, et il était décidé qu'on construirait. La solution adoptée était donc pleinement justifiée. Elle l'a moins été lorsque les matériaux fabriqués et le ciment sont revenus sur le marché. Comme l'expérience avait été faite au milieu de trop de difficultés convergentes, on se hâta de mettre sur le compte du béton de terre ce qui tenait aux circonstances, pour une part non négligeable, et l'on passa à un autre mode de construire.

Mais si l'on avait voulu poursuivre systématiquement, en corrigeant au fur et à mesure les méthodes de mise en œuvre suivant les données de l'expérience, et en équipant le chantier à l'échelle de la reconstruction d'un village, il est bien certain qu'on serait parvenu à des prix de revient très intéressants, même dans ce cas moyennement favorable du Bosquel.

On nous a arrêté au prototype. Or, comme chacun sait, c'est le prototype qui coûte cher — et encore très relativement dans le cas présent — C'est qu'aux problèmes techniques qui demandent des têtes froides pour être résolus, s'ajoutaient des motifs d'ordre plus passionnel.

(CAHIER DU CSTB N° 8. 1950)

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XIX

COMPARAISONS D'ÉLÉMENTS DE PRIX DE REVIENT

BASE : JANVIER 1950, RÉGION PARISIENNE

I. — Mur en béton de terre stabilisé de 0,50 m d'épaisseur.

1° Matériaux d'agrégat par mètre cube :	
0,900 m ³ terre prise sur place ou à proximité du chantier à 400 F le mètre cube	360 F
0,450 d'agrégat d'apport à 900 F.....	405 F
100 kg de ciment à 4 500 F.....	450 F
	<hr/>
	1 215 F
soit par mètre carré de mur.....	610 F
2° Amortissement des bandes complées à raison de 1 000 F le mètre carré soit 2 000 F par mètre carré de mur. Amortissement sur M. O. de l'opération, le mètre carré	50 F
	<hr/>
	680 F
3° Pose et réglage des bandes par mètre carré de mur. 1,50 h à 150 F compris charges sociales	225 F
4° Façon et mise en place du béton de terre compris pilonnage, à raison de 10 h au mètre cube, soit 5 h par mètre carré de mur à 150 F.....	750 F
5° Location et fonctionnement du matériel à air comprimé pour compactage. 0,25 h à 400 F.....	100 F
Essence et ingrédient.....	150 F
	<hr/>
	250 F
	<hr/>
	1 885 F

II. — Mur en briques pleines de 0,35 m d'épaisseur.

600 briques à 5 000 F	3 000 F
Mortier 0,235 m ³ de :	
1 000 l de sable. ...	1 000 F
300 kg de ciment à 4 500 F.....	900 F
	<hr/>
	1 900 F
× 0,235.....	450 F
Main-d'œuvre compris charges :	
12 h à 150 F.....	1 800 F
	<hr/>
	5 250 F
× 0,35.....	1 837 F le m ²

III. — Mur en agglos de sable et ciment de 0,30 d'épaisseur.

Composé de :	
1 agglo de 0,20.	
1 agglo de 0,10.	
Mortier de façon :	
250 kg ciment à 4 500 F.....	1 125 F
Agrégat :	
1 200 m ³ à 1 000 F.....	1 200 F
	<hr/>
	2 325 F
12 agglos de 0,20 :	
0,011 × 12.....	0,132 F
12 agglos de 0,10 :	
0,075 × 12.....	0,09 F
	<hr/>
Total.....	0,222 F
à 2 325.....	515 F
Mortier :	
0,280 × 0,30.....	0,084 F
à 2 325.....	195 F
	<hr/>
TOTAL MATÉRIAUX.....	710 F
Main-d'œuvre :	
1 homme fabrique 100 parpaings de 0,20 par journée de 8 h	
soit 0,08 × 150 ...	12 F
Parpaings de 1,10 :	
0,05 × 150 ...	7,50 F
	<hr/>
	19,50 F
soit pour 12.....	235 F
Pose des parpaings en 0,30 d'épaisseur : 3 h à 150.....	450 F
Amortissement des presses et entretien des appareils de force motrice, etc. 5 F par agglo, soit pour 24.....	120 F
	<hr/>
	1 515 F le m ²
Le même mur en 0,40 d'épaisseur reviendrait à.....	1 960 F le m ²

(CAHIER DU CSTB N° 8 - 1950)

XX

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT



Vue montrant les travées du bâtiment d'exploitation de la ferme Queemel.

C. — CONSIDÉRATIONS PSYCHOLOGIQUES

Les sinistrés du Bosquel étaient réticents au début. Ils assimilaient cette maçonnerie de terre au torchis — ossature en pan de bois et remplissage en terre mêlée de paille hachée aux deux faces d'un clayonnage en bois — technique qu'on connaît bien en Picardie, mais qu'on n'apprécie plus du tout, bien qu'elle soit particulièrement isotherme. Le béton de terre avait donc au départ un préjugé défavorable. Seules jouaient en sa faveur, la masse, l'épaisseur des murs.

D'une façon générale, on peut dire qu'actuellement, même à la campagne, les esprits sont influencés par la précision de lignes et de formes que donne la machine. Précision qu'il n'est pas possible d'obtenir avec de la terre crue.

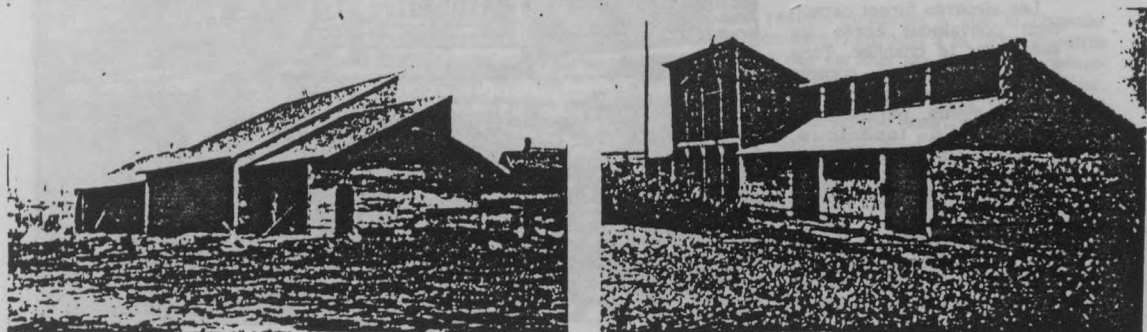
Les gens accepteraient maintenant avec sympathie des éléments coffrés ou moulés en ciment en raison de cette rigueur de forme, mais à condition toutefois que les murs ne leur paraissent pas trop minces.

Suivant un processus en plein développement au Bosquel, comme dans toute la Picardie, avant la guerre, la brique remplaçait le torchis, non pas seulement dans les constructions neuves, mais encore toutes les fois qu'il fallait refaire un mur, ou une partie de mur, d'une construction en torchis.

Les sinistrés n'imaginaient donc la reconstruction de leurs immeubles détruits qu'en brique.

C'est un fait de folklore général qu'il est très difficile d'introduire dans un pays un mode de construire d'un autre pays. Or, la maçonnerie de terre a bien une marque régionale. Si les matériaux modernes échappent à cette règle c'est — indépendamment de leur rigueur de forme qui correspond

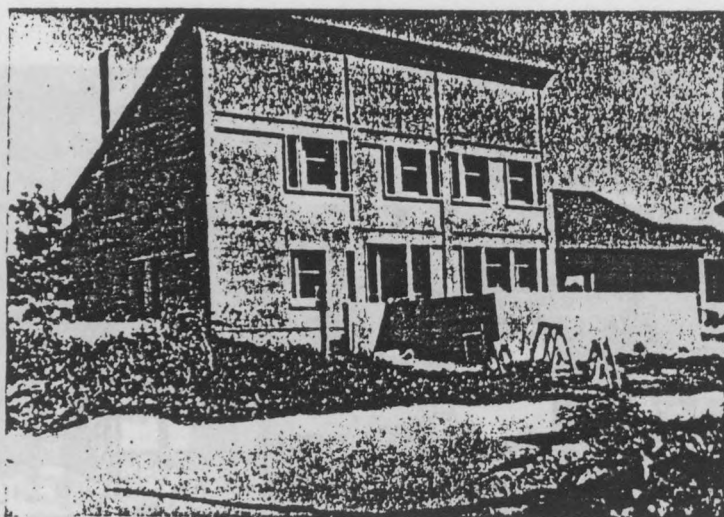
Bâtiments annexes de la ferme Queemel.



(CAHIER DU CSTB N°8. 1950)

CANIER DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XXI



Bâtiment d'habitation de la ferme Queuel.

à un nouveau sentiment populaire — peut-être parce qu'ils n'ont pas de pays.

Certaines personnes non sinistrées du Bosquel ou de la région, dans un but intéressé peut-être — tout est bon pour montrer qu'on protège une clientèle — ou simplement par altruisme, mais où ce dernier va-t-il se loger ? faisaient auprès des sinistrés une campagne contraire. Ils leur dépeignaient les inconvénients auxquels ils s'exposaient en acceptant pour eux un tel mode de construire. L'État leur devait de la brique et non pas de la terre. « De la terre ! voyons, ce n'est pas sérieux. Que peut-on faire de durable avec ça ? Les murs ne tiendront pas ; ils seront ruinés avant peu, et le sinistré, avec ses propres deniers cette fois, devra refaire ses bâtiments... », et j'en passe.

Les sinistrés furent cependant convaincus après les essais sur le chantier. Tous furent en fin de compte acceptants, je crois — et parfois même partisans — d'une telle technique. « Mais à condition, disaient encore certains, que tout le monde soit dans le même cas. »

À la réflexion, je pense qu'il eût été psychologiquement plus adroit de ne pas dire aux sinistrés qu'on

allait faire de la maçonnerie avec de la terre, mais bien qu'il s'agissait d'une spécialité nouvelle, et de la baptiser, comme certains l'ont fait depuis, « géobéton », ou « Procédé Mécater », par exemple. Je livre cette réflexion à ceux qui voudraient faire du béton de terre en milieu rural, dans un pays où l'on n'aurait jamais connu la construction en terre.

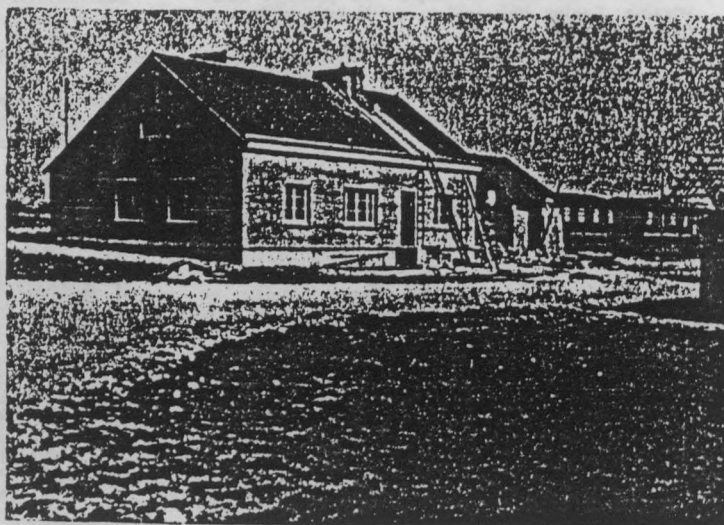
Les Amiénois qui ont pu connaître l'expérience du Bosquel ont eu, en général, les mêmes réflexes que les villageois. Eux aussi préférèrent la brique, le fer et le ciment.

Un membre d'une commission d'enquête se précipitait sur les murs frais de décoffrage et désagrégeait légèrement à la main des arêtes de parties de murs intérieurs destinés à être enduits. « Vous voyez bien que cela ne tient pas », disait-il, et il ajoutait : « Loger des gens dans de la terre ! Mais pour qui les prend-on ? »

Il est exact qu'une certaine friabilité des arêtes avant le durcissement produit un assez mauvais effet sur l'observateur superficiel.

Le « non-vu » surtout est un obstacle. Il faut que l'esprit se prépare à recevoir le nouveau, fût-il très relatif.

Bâtiment d'habitation de la ferme Dupont avec ses annexes.



(CAHIER DU CSTB N°8 - 1950)

XXII

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

D. — DU CHOIX A FAIRE DANS CERTAINES CONTINGENCES

Terre-ciment, béton moulé, ou agrégat terreux seul?

Un spécialiste du béton moulé me disait avant de commencer l'expérience : « Avec la seule quantité de ciment que vous allez mettre dans la terre pour la stabiliser, je puis faire des éléments légers, avec vides intérieurs, qui donneront des murs plus minces, de même résistance à l'écrasement et de même coefficient d'isothermie. » Autrement dit : la terre n'est qu'un encombrement qui prend de l'espace couvert et dont la manutention est onéreuse.

Ceci serait certainement vrai, si dans l'impossibilité de trouver sur place les éléments nécessaires pour corriger la granulométrie, on augmentait les doses de ciment pour obtenir le résultat escompté. Ce qui prouve, une fois de plus, qu'il ne faut employer cette technique que dans les conditions favorables. Même à égalité de quantité de ciment, on peut, dans certains cas, préférer pour son volant thermique certain, ses possibilités d'entretien et de modification, son aspect enfin, le béton de terre aux éléments minces dont on ignore les facultés de vieillissement, et les sujétions qui naîtront plus tard lorsqu'il faudra réparer ou modifier les bâtiments.

On peut ajouter que si la granulométrie est excellente on peut construire tous les murs intérieurs sans ciment. On peut en faire autant pour le noyau des murs extérieurs en introduisant le mélange terre-ciment sur les parois extérieures seulement, le mariage des deux parties du mur se faisant étroitement par compactage. Le placage terre-ciment peut également être envisagé, et l'expérience montre qu'il adhère bien, et se comporte mieux au vieillissement qu'un enduit au ciment sur terre.

Dans tous ces cas, l'objection rapportée plus haut n'est pas valable.

Banchage ou agglomérés?

On peut se demander laquelle des deux méthodes de mise en œuvre du béton de terre stabilisé — banchage ou transformation en agglomérés à la presse — est la meilleure?

Il ressort de cet exposé que les essais faits au Bosquel à une époque fertile en difficultés de toutes natures, où cette technique, dans la région considérée, était à peu près la seule possible, ont été intéressants.

On a pu construire au même prix de revient que la maçonnerie de brique, matière qu'il eût été normal d'employer ici sans les circonstances exceptionnelles nées de la guerre.

En économie normale, cette technique ne s'impose plus ici, bien qu'elle y soit encore relativement valable.

L'expérience montre que l'optimum des conditions

La première solution est certainement la plus économique parce que plus rapide et ne nécessitant pas de main-d'œuvre spécialisée. Elle permet d'économiser le liant nécessaire aux joints entre parpaings. Elle est à la disposition du constructeur au moment où il veut construire, alors que les parpaings demandent à être faits assez longtemps à l'avance pour avoir fait leur prise complète avant l'emploi, et approvisionné en quantité suffisante. Elle ne craint pas la pluie, même dans la période de prise, à condition cependant de protéger un peu l'arase au début.

Si la première solution est analogue à la construction de pisé de terre coutumière, la seconde se rapproche un peu de ces « carreaux » de terre qu'on préparait dans certains pays, notamment en Champagne, pour la construction des murs de maisons ou de clôtures.

Ces agglomérés peuvent être pleins, comme les carreaux de terre en question, ou évidés pour économiser la matière, diminuer le poids et augmenter l'isothermie. Mais cet évidement doit être prévu avec prudence dans la limite de ce que peut permettre la résistance à l'écrasement.

Cette méthode présente également de grands avantages : compactage régulier, murs faciles et rapides à dresser. Mais il faut bien prévoir les préparations préalables, le débit de la presse, le temps nécessaire à la production et au durcissement, la mise à l'abri de la pluie avant la période de complet séchage, la difficulté de transport en raison du poids et des épaufréments inévitables, donc de la fabrication sur le chantier même.

Un des avantages est encore la faculté que peut avoir le rural qui a l'intention de construire, de louer une presse, ou de l'emprunter à une coopérative, et de faire ses parpaings pendant la mauvaise saison, comme souvent dans les pays où l'on trouve facilement du gravier, les particuliers préparent leurs agglomérés de béton.

L'analogie de fabrication des parpaings de béton de terre stabilisé avec ceux de béton de gravillon ou de mâchefer n'est toutefois pas absolue. Ces derniers peuvent se faire sur le banc de gravier, ou au dépôt de mâchefer, et se transporter ensuite facilement, alors qu'il paraît difficile de le faire, comme nous venons de le dire, pour les agglomérés de terre.

CONCLUSION

favorables est réalisé lorsqu'on a sur le chantier même, ou à proximité, l'agrégat à la granulométrie requise. C'est le cas de tous les pays où immémorialement on construit en terre, Bresse, Bas-Dauphiné, parties du Mâconnais et du Beaujolais, parties de la Normandie et de la Bretagne notamment, et tous les endroits, assez nombreux en France, où la terre n'aurait pas besoin d'être corrigée.

Le charbon reste une matière qui ne doit pas être gaspillée. La masse des constructions à envisager pour donner un foyer à ceux qui n'en ont pas, et pour assurer le renouvellement du capital immobilier seulement dans le domaine rural, est tellement

(CAHIER DU CSTB N°8 1950)

CAHIERS DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

XXIII

considérable — et semble si difficilement soluble au rythme et aux conditions actuelles — qu'il ne semble pas superflu de faire appel à toutes les possibilités. Et celle-ci est parfaitement valable lorsqu'elle est employée avec discernement.

Cette technique n'est pas une panacée. Elle ne convient vraiment qu'à la campagne.

Ce sont les conditions de lieu et de moment qui déterminent si l'on doit y faire appel.

Elle a l'avantage, étant donné sa rusticité, de correspondre au caractère artisanal des entreprises de nos bourgs et de nos villages.

Elle est également à la mesure d'un grand chantier, à condition d'équiper ce dernier en conséquence, pour la mise en dépôt des terres, leur correction éventuelle, leur malaxage, la mise en place du béton et son pilonnage, ou pour la fabrication des agglomérés. Mais il faut bien se rendre compte que l'industrie du bâtiment est encore dans la phase empirique et qu'en conséquence, il ne faut pas avoir à recourir à des dosages trop précis.

Il est permis de penser que cette technique présente un certain intérêt quand on constate que tant de pays étrangers poussent la recherche dans ce sens, et réalisent.

Il vient de paraître en Angleterre un ouvrage extrêmement documenté sur la question (1). On y voit des photos de nombreuses constructions en terre stabilisée. On y préconise même l'emploi de la craie dans un mélange appelé « cob ». Toutes ces techniques prennent leur point de départ sur les constructions de terre qu'on remarque en France, et surtout sur le pisé lyonnais, à travers les auteurs de la fin du XVIII^e ou du début du XIX^e siècle. Les Anglais en ont fait leur profit alors que nous discutons toujours de l'intérêt de la question. A part les quelques réalisations du Bosquet, la maison de la cité des cheminots de Tergnier (2), celle de Longpréles-Corps-Saints (3), nos intentions sont restées sur des papiers, publiés depuis 1943, et ces papiers, comme ces réalisations, ne sont pas mentionnés dans l'ouvrage en question.

(1) Bibliographie, n° 32.
(2) Bibliographie, n° 24, p. 17.
(3) Bibliographie, n° 18.

Les réalisations américaines dans ce domaine sont également loin d'être négligeables. Un spécialiste de ce pays a donné à la terre pisée et stabilisée le nom de « terracrete » (4).

On pourrait également mentionner des recherches faites en Belgique et en Allemagne.

Récemment on pouvait lire une information de ce genre : « Berlin. — Le gouvernement de Saxe-Anhalt a établi des plans pour la construction en 1948 de 7 000 fermes. Leur édification aura la priorité sur toutes les autres constructions. 20 % des nouvelles fermes seront bâties en pisé par suite du manque de matériaux. Afin de remédier à la pénurie de main-d'œuvre on a l'intention d'employer les détenus de prisons » (5).

En Hongrie, il y a deux ans encore — mais depuis, pas de nouvelles — on avait l'intention de construire de la sorte tous les bâtiments d'habitation et d'exploitation extrêmement nombreux qui semblaient alors nécessaires pour permettre l'exploitation des grands domaines divisés à la suite de la réforme agraire (6).

Au Danemark, sous le nom de « géobéton », mis en œuvre suivant le procédé « géotek » plus de cent maisons ont été ainsi réalisées (7).

La Suède n'ignore pas non plus cette technique.

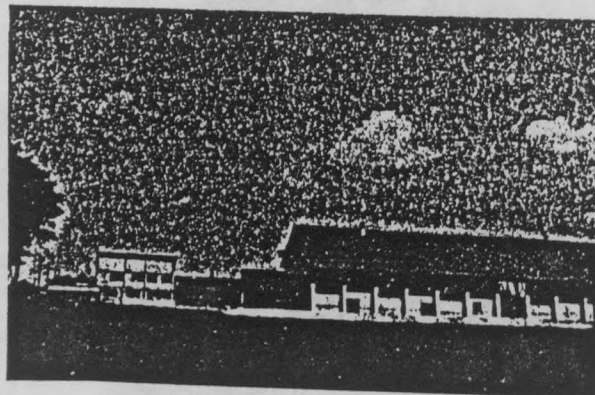
L'Espagne a utilisé la terre pour sa reconstruction. Notre Afrique du Nord, de la Tunisie au Maroc, a certainement des réalisations à produire dans cet ordre.

L'O. N. U. se préoccupe des possibilités qu'offre la construction en terre.

En faut-il davantage pour que, chez nous, on commence à admettre qu'il y a là une possibilité non négligeable? Il ne semble pas raisonnable de ne pas l'utiliser, car elle est économique dans certaines conditions, durable, toujours confortable, belle d'aspect, parfaitement adaptée au caractère rural, assez souple pour convenir à la grande entreprise. Elle est enfin à la disposition du rural qui veut construire lui-même, ou participer à sa construction, ce qui en fin de compte, est pour lui la plus saine et la plus sûre façon d'en sortir.

(4) Bibliographie, n° 35.
(5) La journée du Bâtiment, 14 oct. 1947, n° 133.
(6) Bibliographie, n° 49 et 50.
(7) Bibliographie, n° 48.

Vue d'ensemble de la ferme Quesnel.



(CAHIER DU CSTB N°8. 1950)

PROJET DE MEMENTO

SUR LA MISE EN ŒUVRE DU BÉTON DE TERRE
POUR LA CONSTRUCTION DES « BANCOS »

Le présent memento a essentiellement pour objet de donner, aux Officiers chargés de la construction de bâtiments provisoires, des directives techniques pratiques pour l'exécution des maçonneries en parpaings de terre, susceptibles d'être utilisés pour l'édification des « Bancos » dans les territoires d'Outre-Mer (Afrique Equatoriale et Occidentale en particulier.)

Ces directives tiennent compte de recherches et d'essais sur la mise en œuvre du « Béton de terre » poursuivies depuis 1942 dans la Métropole et en Afrique du Nord. Rompant catégoriquement avec certains usages en vigueur actuellement, elles doivent permettre aux constructeurs de disposer d'un matériau et d'un procédé de construction moins précaires que ceux utilisés jusqu'ici.

La résistance, donc la longévité, des bâtiments du type

« Banco » doit en être sensiblement accrue et il en résultera finalement une économie de main-d'œuvre.

La ruine des « Bancos » est imputable en général :

D'une part : aux effets de la dessiccation et du retrait dû à la chaleur sur les maçonneries en terre.

Et d'autre part : aux effets de gonflements de l'argile incluse dans les parpaings sous l'action de l'humidité.

Les indications du présent memento résument les spécifications pratiques auxquelles doivent répondre en principe :

- 1° Le matériau proprement dit ;
- 2° La fabrication des parpaings ;
- 3° Le procédé de construction lui-même ;
- 4° La conception architecturale du bâtiment.

LE MATÉRIAU

SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

Le matériau utilisé pour la confection des parpaings doit être aussi peu sensible que possible au retrait et à l'action de l'humidité.

Ce sera un véritable béton (*) de terre constitué par un mélange convenablement gradué et malaxé composé :

— De matières inertes appelées agrégat ou ballast et comprenant : du sable et du gravier.

— D'un liant à l'argile éventuellement enrichi de ciment ou de chaux.

— D'eau de gâchage en quantité limitée et définie.

Il devra présenter une fois mis en œuvre, une compacité et une cohésion suffisantes pour être moulé, manipulé, transporté, maçonné et résister à la pénétration de l'eau et le cas échéant des termites.

Une compaction énergique est indispensable pour réaliser la cohésion voulue.

SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES

I. — MATIÈRES INERTES.

L'agrégat n'a pas de cohésion propre. La composition granulométrique de l'agrégat joue un rôle prépondérant.

Pour le béton de terre stabilisé au ciment, les sables et graviers, tout-venants mélangés ou non d'argile, dont la densité sèche dans le sol est supérieure à 2 peuvent en général être employés sans modification. On s'assurera qu'ils contiennent au moins 50 % d'agrégats restant sur le tamis de 0,5 mm.

(*) Au sens où l'on entend le mot béton dans l'expression « béton armé ».

Les propriétés plastiques des éléments fins inférieurs à 0,5 mm sont primordiales pour la qualité du béton.

a) Sable.

Les éléments passant au tamis à mailles de 5 mm constituent le sable.

Il peut être, soit pur comme celui employé dans le béton de ciment, c'est-à-dire de préférence siliceux, soit légèrement argileux, mais dans les deux cas il doit être totalement exempt de matières organiques.

Il est préférable qu'il ne soit pas trop fin.

Le sable salé (sable de mer par exemple) est à rejeter, car trop hygroscopique, sinon il doit être préalablement lavé à l'eau douce.

b) Gravier.

Il est constitué par les éléments inertes dont les dimensions en tous sens sont comprises entre 5 et 20 mm, à la rigueur 25 mm.

La proportion de gravier à incorporer dans le béton de terre est en général inférieure à celle adoptée pour la confection du béton de ciment ou de chaux.

Pour les parpaings elle ne doit pas dépasser 30 à 40 % en poids du poids total du mélange sinon l'enrobage du gravier par le mortier argilo sableux et les manipulations nécessaires au stockage des parpaings démoulés pour assurer leur séchage se font mal, la résistance étant amoindrie et la fragilité du parpaing augmentant.

II. — LIANT.

a) Argile.

Le liant qui donne la cohésion sera essentiellement à base d'argile et d'éléments colloïdaux.

Les propriétés plastiques des éléments fins inférieurs à 0,1 mm sont primordiales pour la qualité des bétons.

(CAHIER DU CSTB N°8 1950)

Vignieu : Un bâtiment expérimental en pisé dans l'Isère

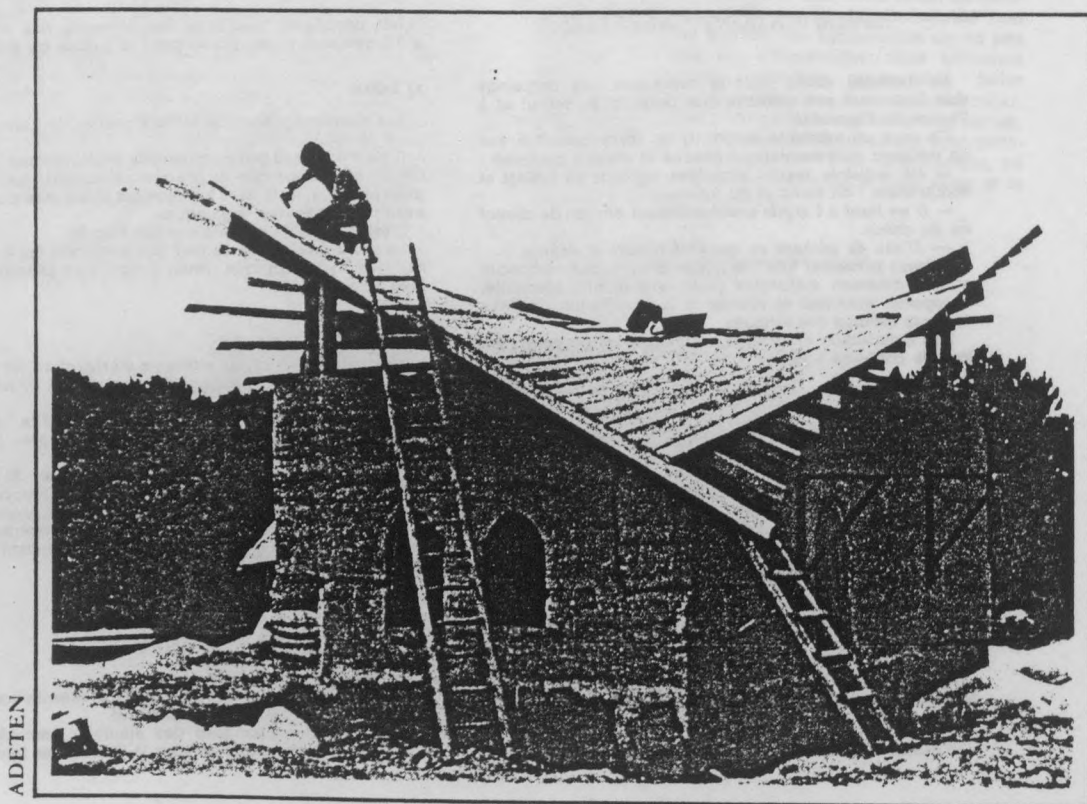
En 1976, l'association ADETEN fut mandatée par le ministère de l'équipement pour effectuer une étude de faisabilité sur l'utilisation du Pisé. Nous pensions en effet, que grâce à des améliorations et à des innovations apportées à la mise en œuvre du pisé, il était possible de rentabiliser ce mode de construction qui possède de nombreux avantages tant sur les plans techniques que sur ceux du confort des habitants et de l'économie de matériaux.

Il fut décidé de procéder à une expérimentation. Durant l'été 1976, un petit bâtiment expérimental fut élevé sur la commune de Vignieu. Nous avons pu tester sur cette construction le système de banches décrit précédemment ainsi que divers engins de compactage. Il ne s'agissait pas de faire un bâtiment démonstratif sur le plan architectural mais d'étudier les différents problèmes afférents à la technique.

La terre était prélevée à proximité de l'édifice, elle était tamisée à 4 cm Ø. Transportée à la brouette, elle était employée telle quelle ou légèrement humidifiée suivant le moment (Année de la sécheresse...). Puis montée à l'aide de seaux dans la banche, la terre était compactée avec une pilonneuse dameuse Ram 30 (Atlas Copco).

Nous ne donnons pas ici les résultats de cette expérience, les conclusions que nous en avons tirées transparaissent à travers les chapitres de l'ouvrage (Granulométrie, Essai Proctor, Banchage, Compactage etc.). Nous fournissons quelques illustrations de ce chantier, ainsi qu'un tableau récapitulatif et comparatif des temps de mise en œuvre (fig. 107).

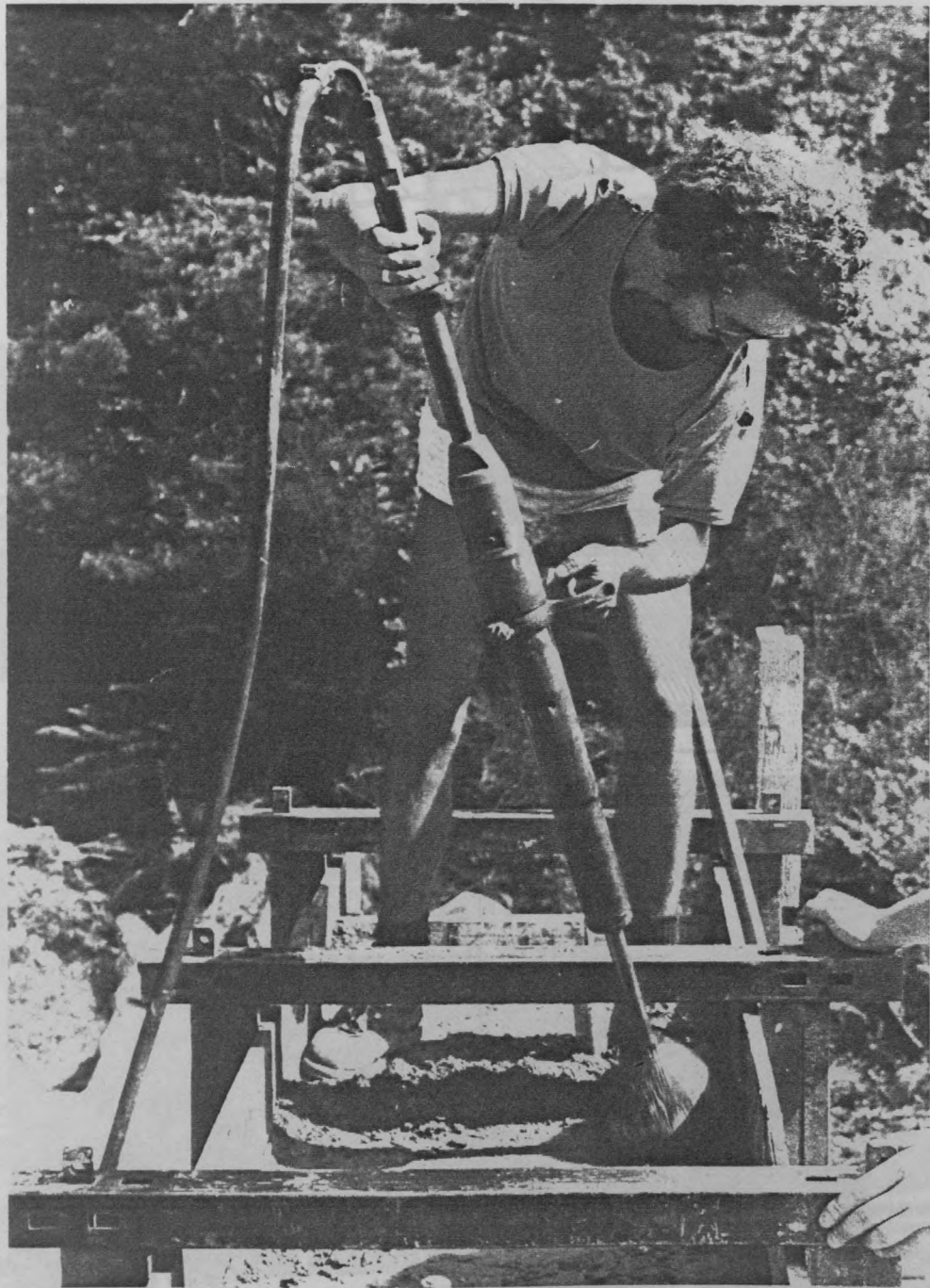
FIGURE 98 :
CHANTIER DE VIGNIEU



ADETEN

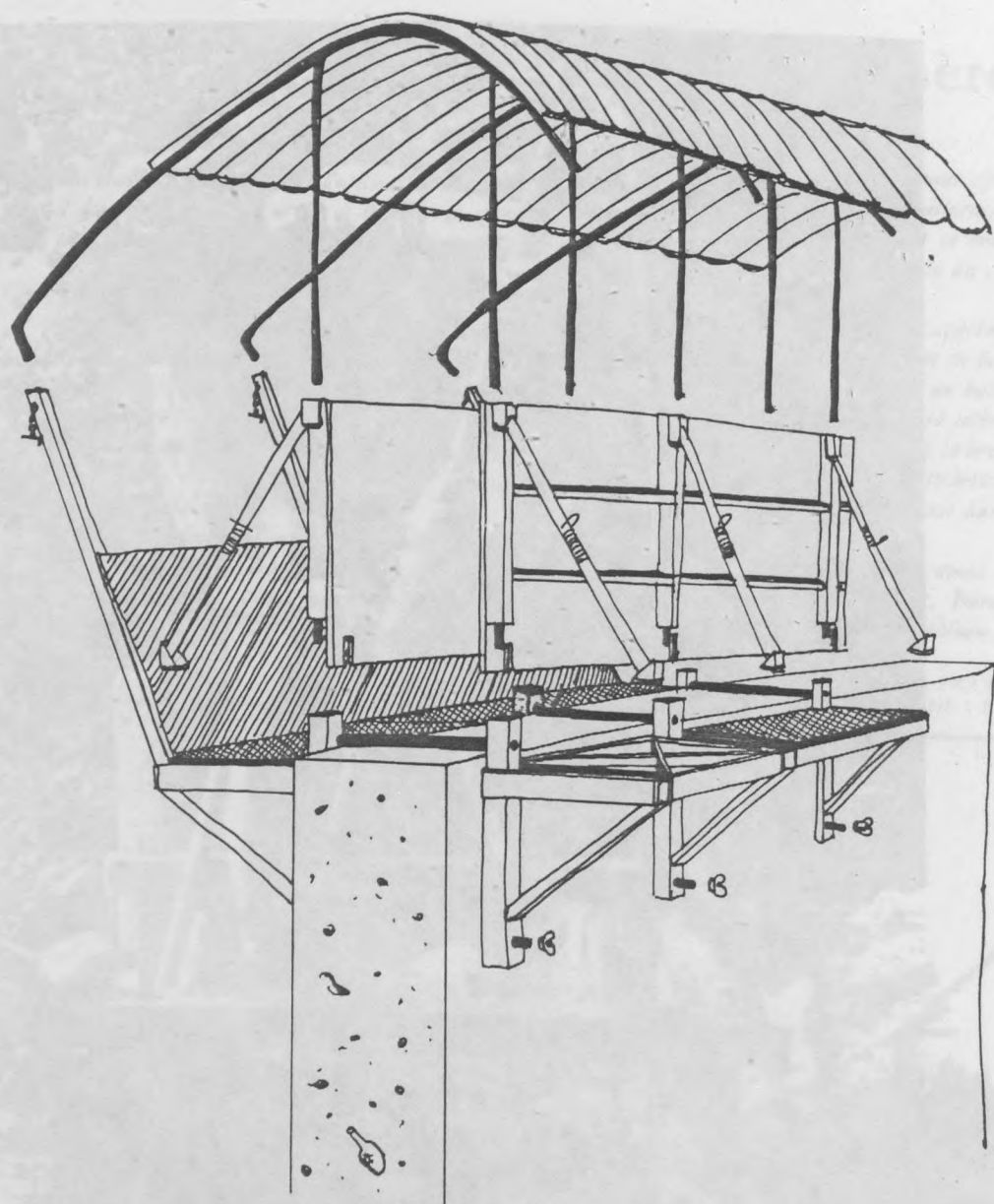
(in "CONSTRUIRE EN TERRE", CRATERRE.)

EXPERIENCE d'UNE BANCHE ARTISANALE



(photo CRATERRE.)

Vignieu: En bâtiment



PROJET D'AMELIORATION DE LA BANCHE DE VIGNIEU
(COUTOS-THEVENOS architecte.)

EXPERIENCE D'UNE BANCHE ARTICULEE

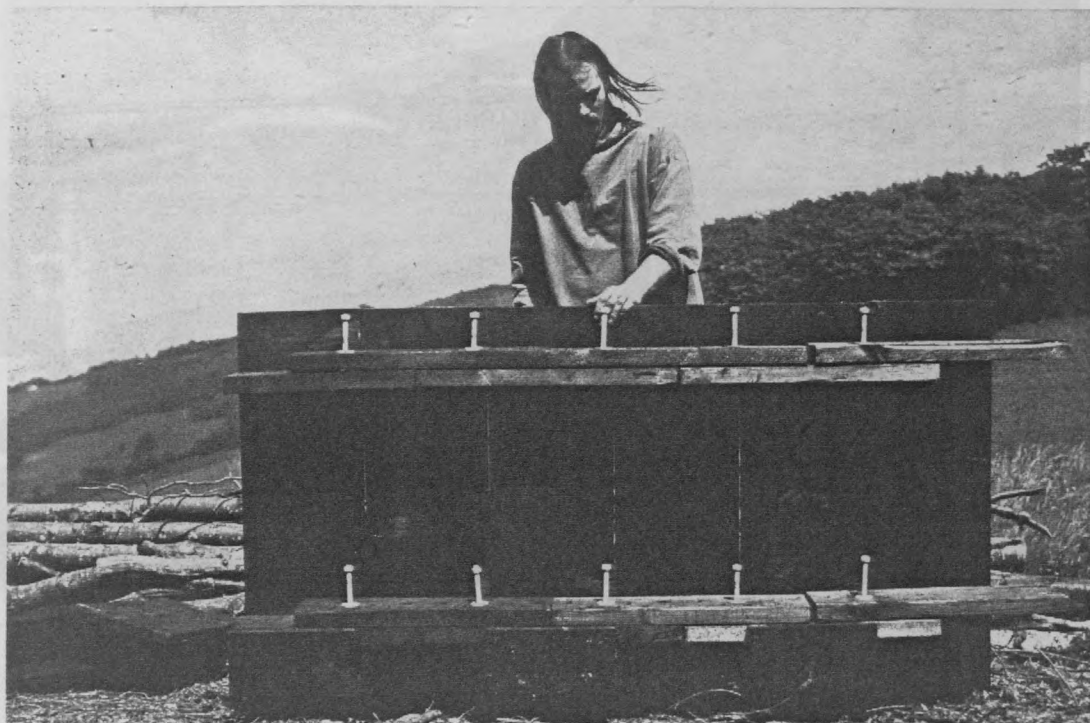


photo craterre

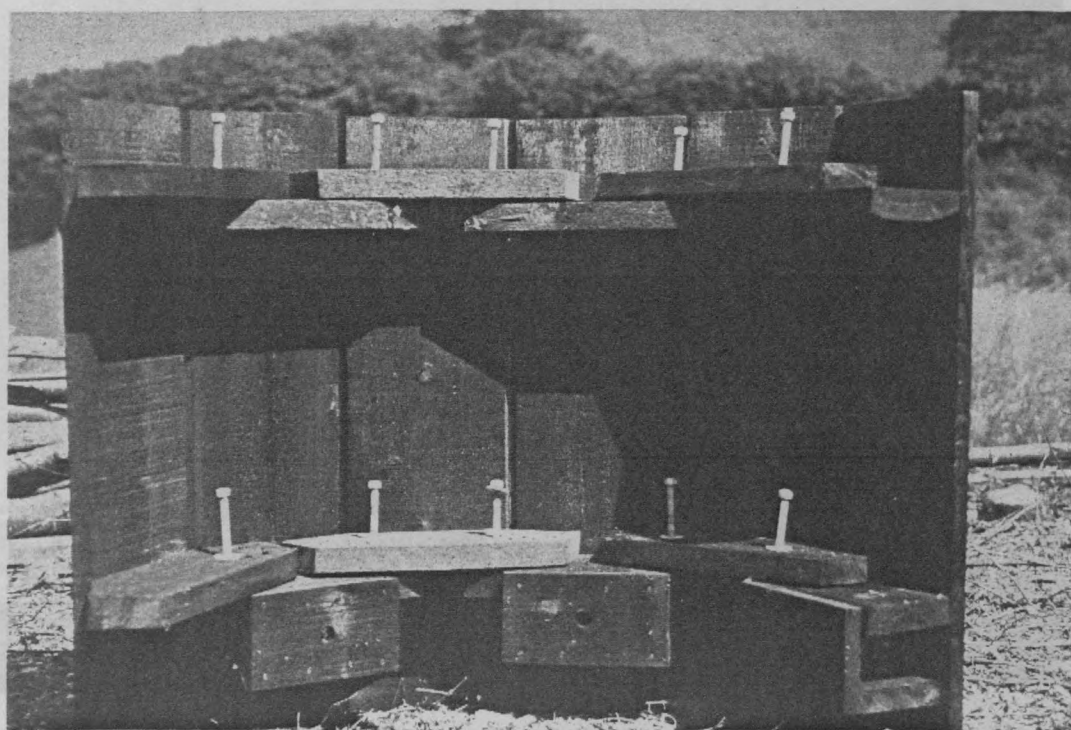


photo craterre

AGRA . UPAG .
10 Galerie des Baladins
38100 GRENOBLE

PISE TERRE D'AVENIR
Association Lo 1901
3, rue des Gras
63000 CLERMONT-FERRAND

STAGE CRATERre NOVEMBRE 1984

THERMIQUE de la TERRE

**COMPORTEMENT
THERMIQUE
de la TERRE CRUE**
CLIMATS CHAUDS

par "Pisé, terre d avenir"

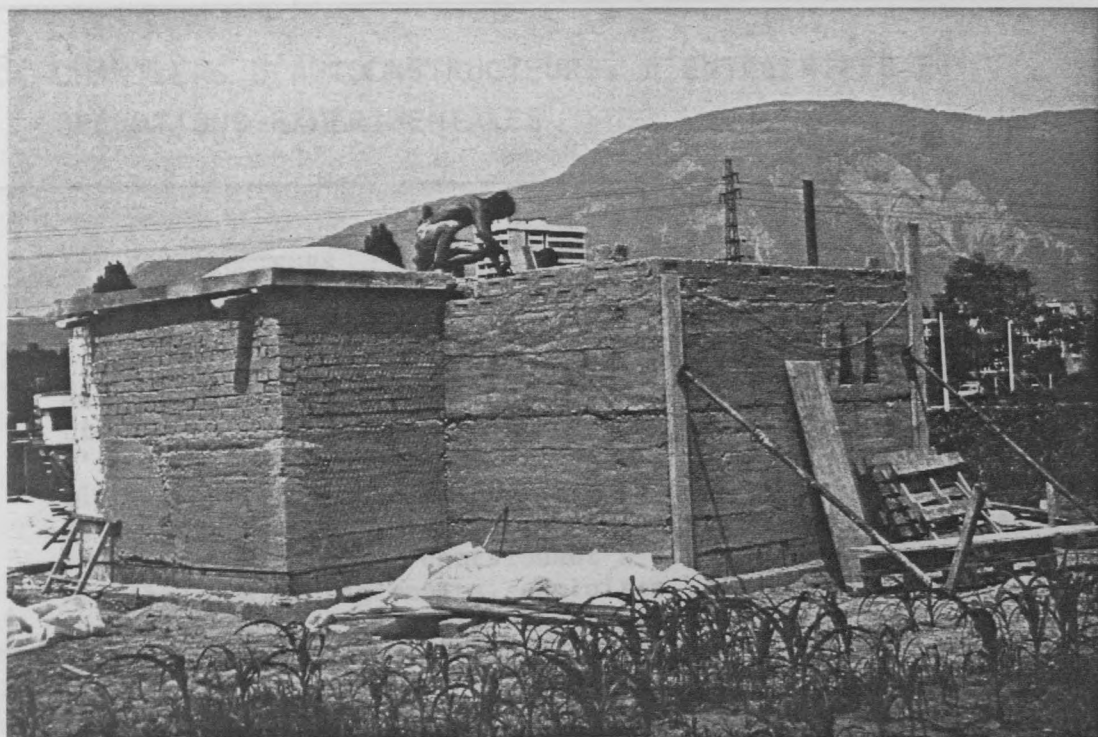


photo. B. SIXTUS

EXPERIMENTATION CSTB-UPAQ 1982.

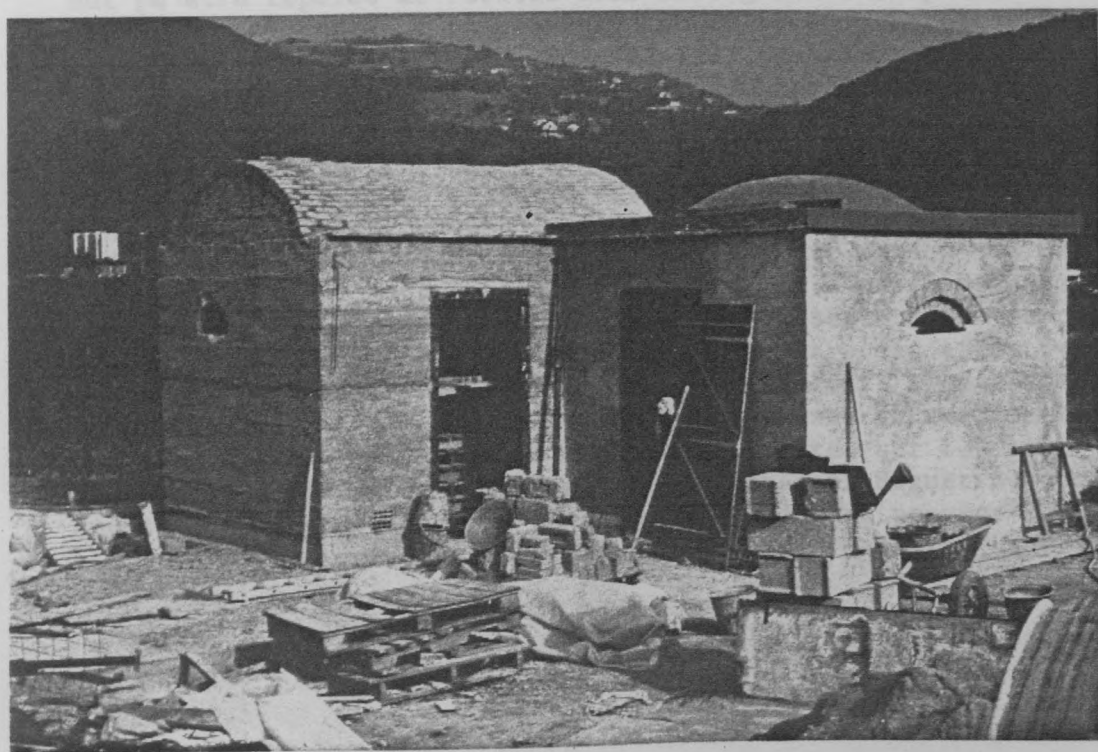


photo B. SIXTUS

II.3. CHANTIERS D'AUTOCONSTRUCTEURS, D'ENTREPRISES ET OPÉRATIONS EXPÉRIMENTALES

• AUTOCONSTRUCTEURS

Plusieurs chantiers en pisé ont été réalisés en France par des autoconstructeurs, depuis ces dix dernières années. Les motivations sont dans l'ensemble assez similaires et s'accordent avec l'idéologie de l'autoconstruction : prendre en charge la construction de son propre logement, renouer avec des traditions locales et ne pas cautionner le mitage des paysages par une architecture universelle et neutre contribuant à battre en brèche les cultures architecturales régionales, exploiter les ressources locales dans une perspective d'économie sur la production des matériaux et selon une éthique qui relève de l'écologie, employer un matériau peu consommateur d'énergie et contribuant à assurer un bon confort thermique par la masse des murs, réaliser une économie sensible sur le prix de revient de la construction en investissant sa force de travail.

Les premiers chantiers d'autoconstructeurs, réalisés en pisé qui ont pu être repérés se situent dans la région du Dauphiné dont la tradition environnante et abondante et très démonstrative d'un savoir-faire ancien élaboré. En 1971-1972, Monsieur Huguet, charpentier à Corbelin dans l'Isère, réalise sa maison. La technique employée reste tout à fait traditionnelle, dauphinoise, dans l'emploi des outils typiques, banches et pisoir manuel en bois. Monsieur Huguet a construit une maison d'apparence très actuelle qui s'insère dans le paysage environnant de villas bâties en autres matériaux modernes. Le calcul du prix de revient de cette maison n'a pas été effectué et l'autoconstructeur convient qu'il a passé beaucoup de temps et qu'il a fallu beaucoup de monde. La seule économie réalisée le fut en la matière et l'on sait que ce poste n'est effectivement pas celui qui absorbe la plus grande part du coût. L'emploi de composants et matériaux actuels pour les oeuvres autres que le gros oeuvres en pisé a obligé Monsieur Huguet à tirer sur les prix pour achever sa maison. De cette expérience, Monsieur Huguet ne conserve que la satisfaction d'avoir bâti sa maison de ses propres mains, en pisé, technique qu'il avait pratiqué autrefois dans sa jeunesse.

Un autre chantier en pisé a été entamé en 1981-82 en Bretagne, dans la région de Rennes par Monsieur Patrick Marie. Là encore, l'outillage employé était tout à fait traditionnel mais, le savoir-faire faisait défaut, à l'encontre de la réalisation précédemment évoquée. L'autoconstructeur a été assez vite découragé par la mauvaise qualité des résultats obtenus et les difficultés rencontrées. La construction en pisé n'est effectivement pas une mince affaire pour qui s'y lance avec des connaissances trop élémentaires. Cette opération ratée confirme que le pisé est un véritable art de bâtir exigeant une expérience pratique ou pour le moins une démarche méticuleuse s'efforçant d'aborder les problèmes posés dans une juste évaluation des connaissances indispensables à acquérir : problème du choix d'une bonne terre et du contrôle de la teneur en eau de compactage dans le cas évoqué.

D'autres réalisations en autoconstruction furent entreprises dans le Dauphiné au cours des années 1981-82. Un apiculteur de la région de Vienne, Monsieur Maras, habitant à Serpaize et un agriculteur, Monsieur Rolland, habitant à Saint-Siméon-de-Bressieux. Les techniques employées furent là aussi très traditionnelles avec toutefois une volonté d'actualisation de la part de Monsieur Rolland qui associa au pisé d'autres matériaux actuels : béton en soubassement haut servant de rez-de-jardin-garage, agglos de béton pour le couronnement des murs et les pignons. Monsieur Rolland développe également diverses solutions visant à supprimer les ponts thermiques au niveau des soubassements en agglos et des linteaux en béton, en interposant une isolation de polystyrène expansé. Cet autoconstructeur a réalisé sa maison avec son père qui connaissait la technique du pisé pour l'avoir expérimentée quelques années auparavant sur la construction d'un hangar-atelier bâti dans l'enceinte de leur propriété, aussi, la facture du pisé fut-elle bonne. En associant à sa démarche une collecte de matériaux de récupération pour les oeuvres de charpente et de toiture, M. Rolland a effectivement réalisé des économies appréciables qui lui ont donné toute satisfaction.

Curieusement, les autres expériences récentes d'autoconstruction en pisé ont été réalisées en Corse qui ne connaît aucune tradition de l'emploi du pisé en maçonnerie à l'exception de systèmes de toitures voûtées, en pierres, recouvertes d'une couche de terre damée améliorant l'isolation thermique. En 1981, un jeune ferblantier du village de Lumio (région de Calvi) s'intéresse à la construction en terre pour avoir d'une part, participé à l'organisation de manifestations régionales en faveur de l'emploi des matériaux locaux dans les pays méditerranéens (avec le gruppumunimenti qui organisa un séminaire au Couvent d'Alzipratu où fut convié l'architecte égyptien Hassan Fathy) et, d'autre part, pour avoir lu assidument "Construire en Terre" qui nourrit sa séduction pour la construction en terre et lui apporta les éléments utiles à une bonne réflexion technique. Christian Moretti décide donc de construire son atelier de chaudronnerie-ferblanterie en pisé

stabilisé qu'il réalise au cours de l'été 1981. L'approche artisanale soucieuse de la qualité du résultat que développe cet auto-constructeur, transposant la maîtrise de son art de chaudronnier à celui du pisé, lui fait accomplir des prouesses que sa non-connaissance préalable du pisé, si ce n'est livresque, ne permettait pas a priori d'escompter. Christian Moretti ne se contente pas de faire de simples murs en pisé. Il associe à ce matériau le bloc de terre compressé qu'il emploie en soubassement de murs, en arcs de baies cintrées qui pénètrent dans une voûte de 6 mètres de portée réalisée sans coffrage, à la méthode nubienne, et de surcroît de plein cintre. Le soin du détail, le goût de la recherche et de l'acquisition des connaissances le pousseront même à réaliser lui-même sa chaux utile à la stabilisation en concevant un four pour la cuisson. La technique de mise en oeuvre utilisée est très classique : banche à pisé traditionnelle inspirée du modèle de François Cointeraux présenté dans "Construire en terre", dame manuelle en fonte. Les clefs de la banche, en bois massif et de forte section servent également de support d'échafaudages. Le labeur fut pénible sous le soleil méditerranéen mais valeureux et les résultats obtenus d'une qualité professionnelle à l'image de l'éthique de l'homme. Cette expérience a permis à Christian Moretti d'envisager l'exploitation d'un tuf argilo-sableux qui était jusqu'alors réservé de tradition, à la composition des enduits. Les résultats obtenus avec la stabilisation à la chaux naturelle éteinte sont surprenants et donnent un pisé d'une très belle qualité. Sur cette première expérience satisfaisante, Christian Moretti a entrepris de former une entreprise régionale dans le cadre de la construction d'une maison communale, conçue par l'architecte J.-Claude d'Orazio et construite dans le village de Pigna. Le chantier a débuté à l'été 1981 et s'est achevé au printemps 1982 dans de bonnes conditions. Cette opération fut réalisée dans une approche identique à celle qui prévalait à la construction de l'atelier de Lumio et donna également lieu à d'autres expériences de construction de voûtes d'arêtes en briques crues, sans coffrage, supportées par des murs en pisé. Un troisième chantier a été engagé par Christian Moretti, pour le compte de sa proche famille : la construction d'une grande résidence où sont expérimentés d'autres systèmes constructifs de voûtes et de dômes en briques crues compressées, stabilisées. Sur ce nouveau chantier actuellement en cours d'achèvement, le pisé a été toujours réalisé à l'aide d'une banche en bois traditionnelle mais il a été cette fois-ci damé à l'aide d'un fouloir pneumatique. La qualité du pisé obtenu avec l'excellent tuf utilisé est exceptionnelle. L'expérience a permis de développer la construction de très belles voûtes d'arêtes et de voûtes en ogives ainsi que la construction d'un dôme sur trompes et pendentifs de près de 8 mètres de diamètre, réalisé sans coffrage. Ces expériences ont permis la contribution d'un architecte et d'un maçon préalablement formés au laboratoire terre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble qui ont soutenu les efforts de recherche de Christian Moretti. Les bilans financiers annoncés pour chacun des projets en pisé et briques de terre stabilisées sont dans l'ensemble très positifs même dans le cas où la main d'oeuvre a été rémunérée. L'expérience et

l'acquisition d'un savoir-faire aidant, la construction en pisé apparaît comme faisable même dans un contexte d'économie industrialisée : le schéma des expériences corses se situe à mi-chemin entre l'auto-construction totale et le secteur formel d'entreprise et introduit un type de procédure qui a déjà été expérimenté dans le domaine de la construction en terre, notamment dans le Sud-Ouest des U.S.A. avec la construction en adobe, et qui s'est avéré très satisfaisant financièrement pour le constructeur : la participation active à la construction du projet associé à un travail en régie avec location de services d'artisans ou de tâcherons.

AUTOCONSTRUCTEURS

LA MAISON DE M^r HUGUET.

Le pisé n'a pas encore totalement disparu, ni des mémoires, ni des pratiques. D'une part la multitude de constructions en pisé requièrent chaque jour un entretien, des réparations ou de nouveaux aménagements que seuls des gens suffisamment qualifiés peuvent réaliser. Ainsi un certain savoir et une pratique subsistent-ils. D'autre part quelques-uns continuent à utiliser le pisé. C'est ainsi que nous avons rencontré un charpentier, Monsieur Huguet, qui, en 1971-1972 a construit sa maison en pisé.

Monsieur Huguet habite à Corbelin, village de 1612 habitants, situé dans la région des Terres-Froides où abondent les constructions en pisé. Avant la dernière guerre, Corbelin était entièrement bâti en pisé, seules l'église et la mairie étaient en pierre blanche ! Actuellement on remarque moins les constructions en pisé car depuis ces 10 dernières années tout le monde « fait des façades », enduisant le pisé.

FIGURE 51 : LA MAISON EN PISE DE M. HUGUET



(in CONSTRUIRE EN TERRE CRATERRE -)

LA MAISON DE M^r ROLLAND -

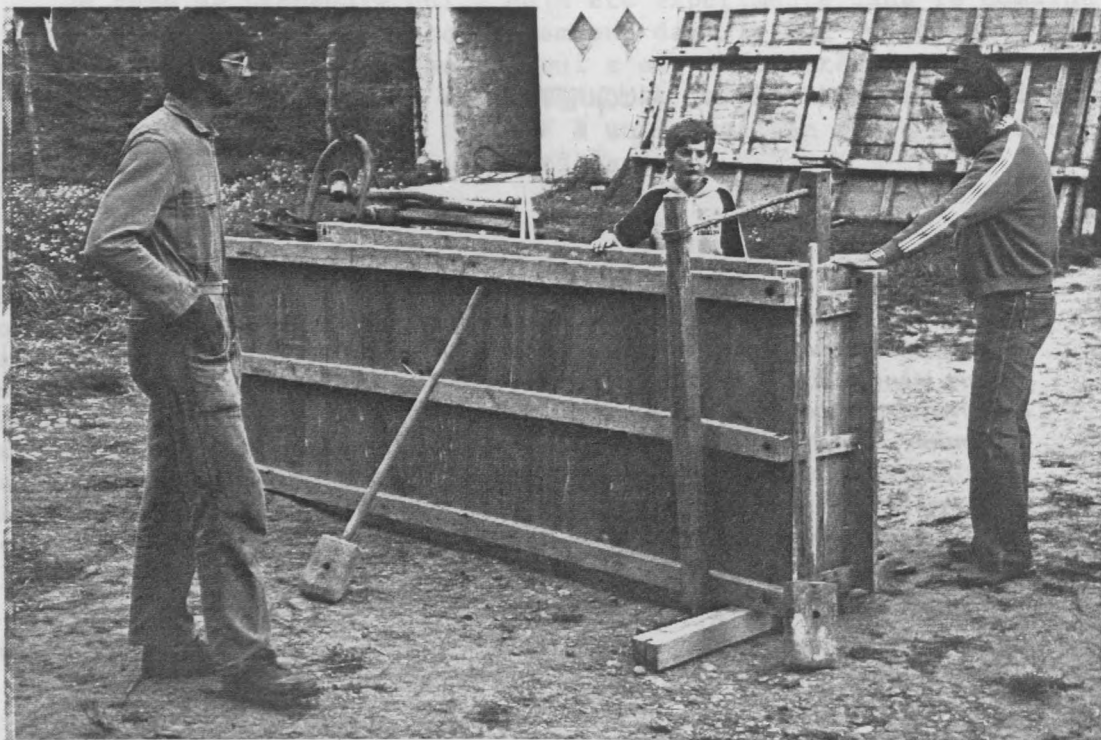


photo CRATERRE

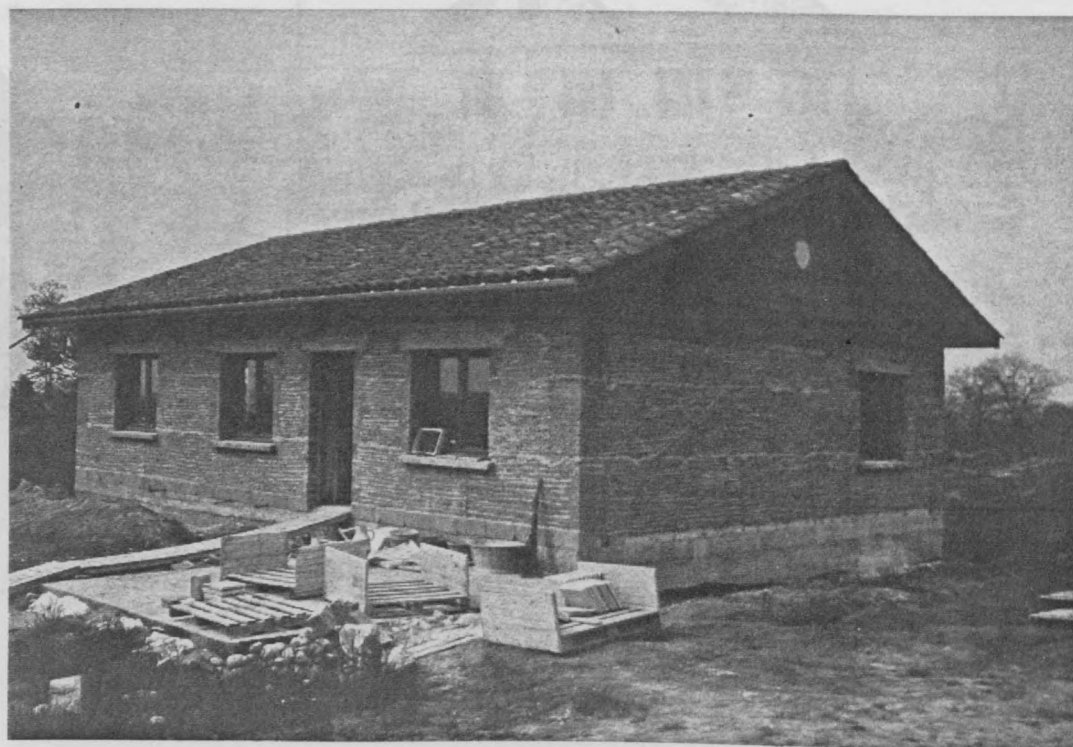


photo CRATERRE



photo cratterre

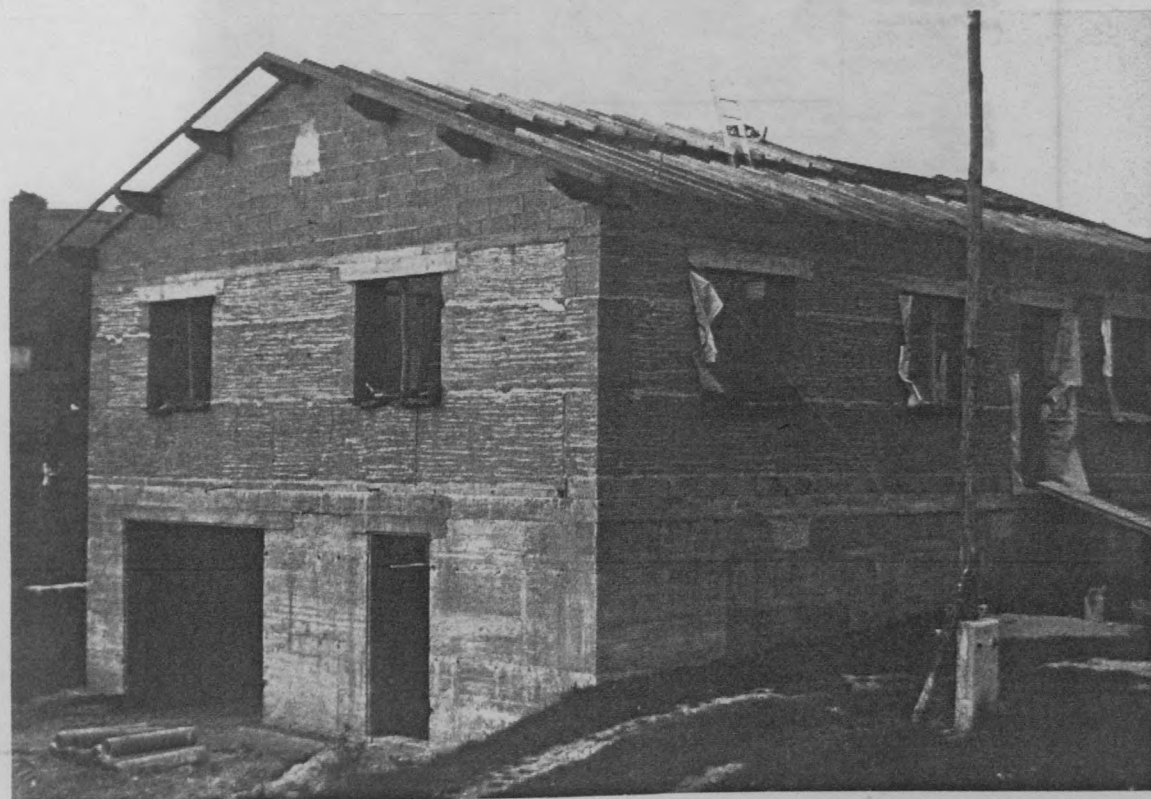
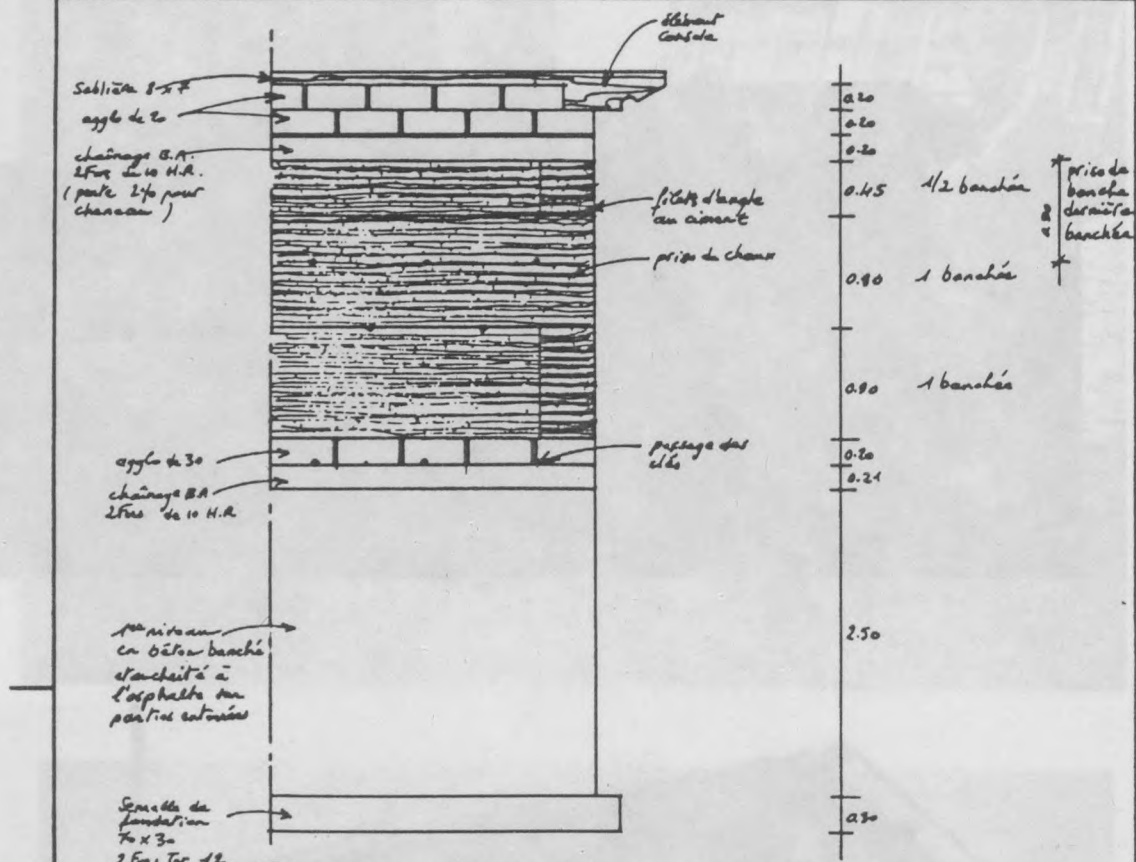


photo cratterre

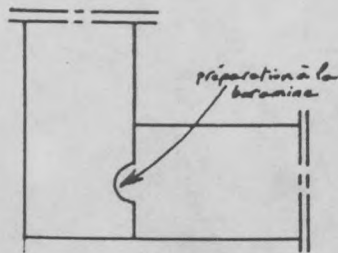
CRATERRE

MAÇONNERIE GROS OEUVRE

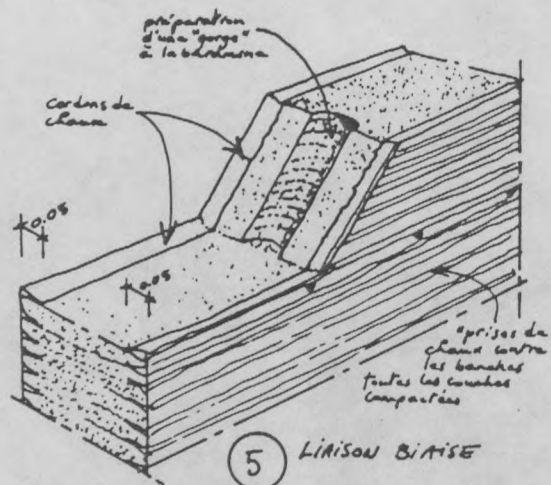
Maison de M^r ROLLAND
St Siméon de Brassieux
1982



3 PARI COURANTE EN MUR SOUTERRAIN - FACADE PRINCIPALE.
1/50



4 LIAISON D'ANGLE



5 LIAISON BANCHEE

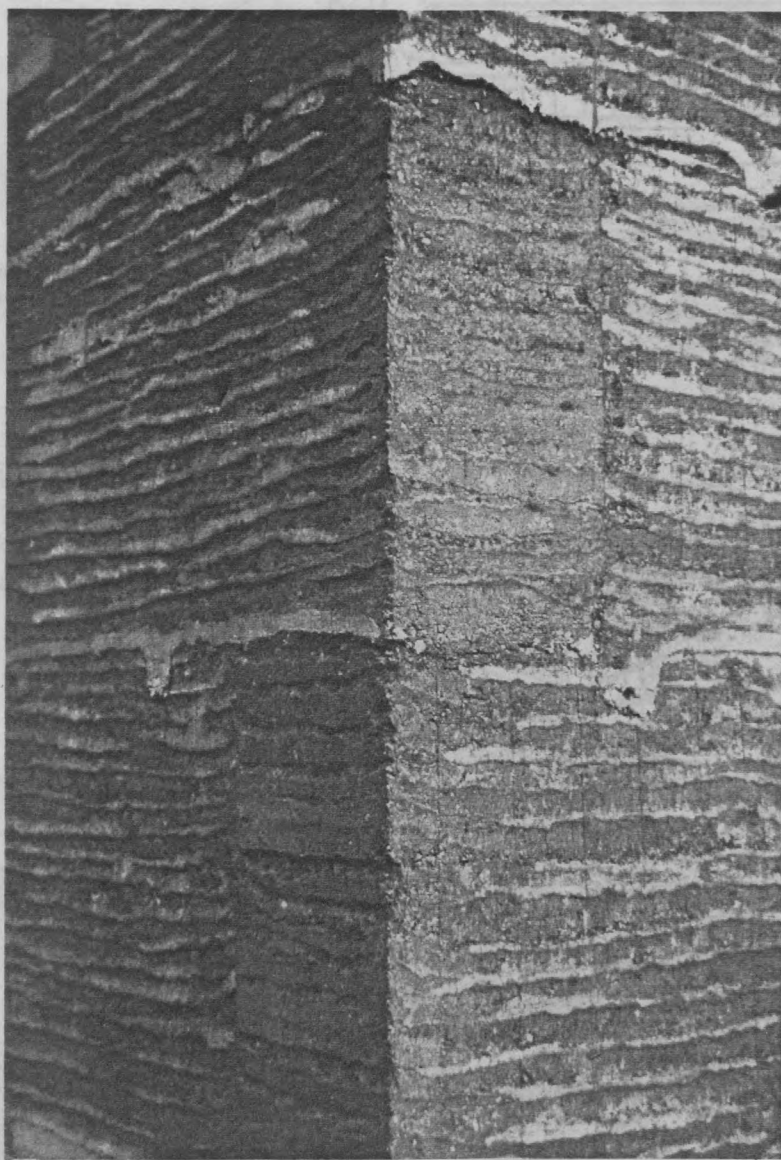
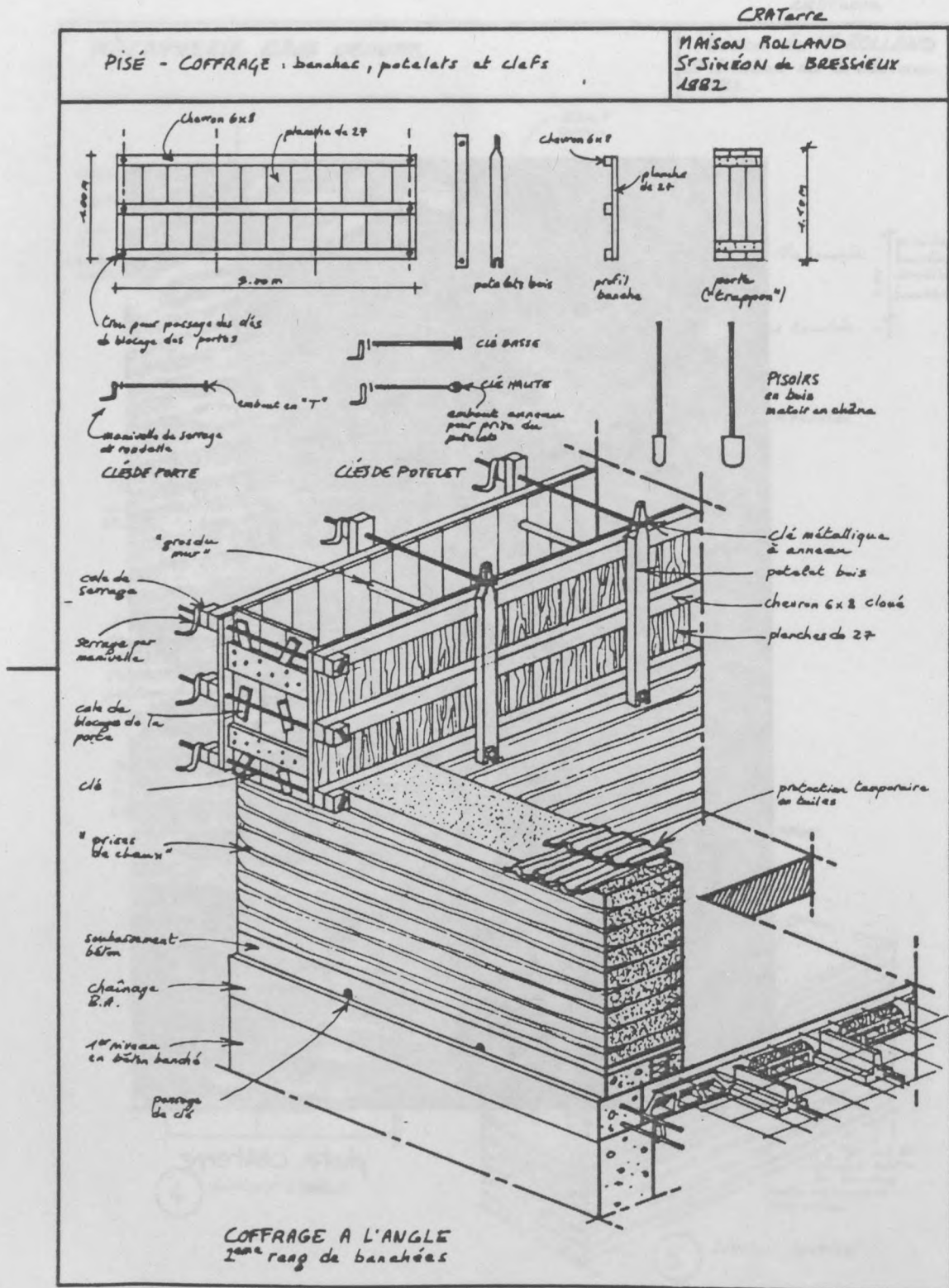


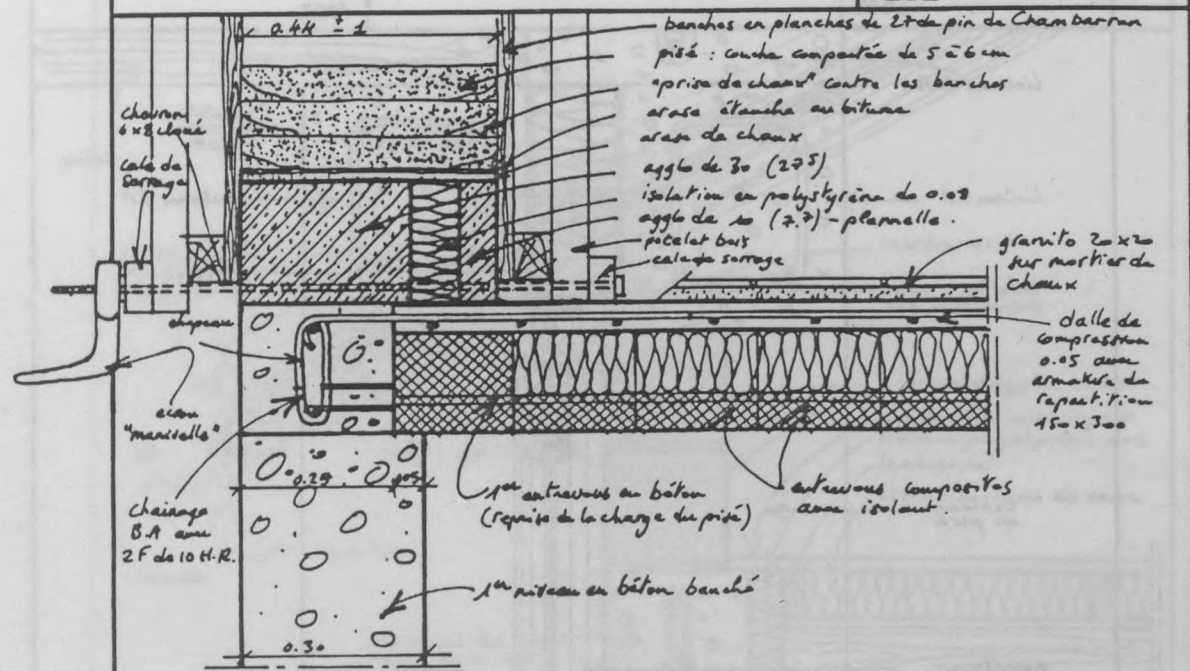
photo CRATERRE



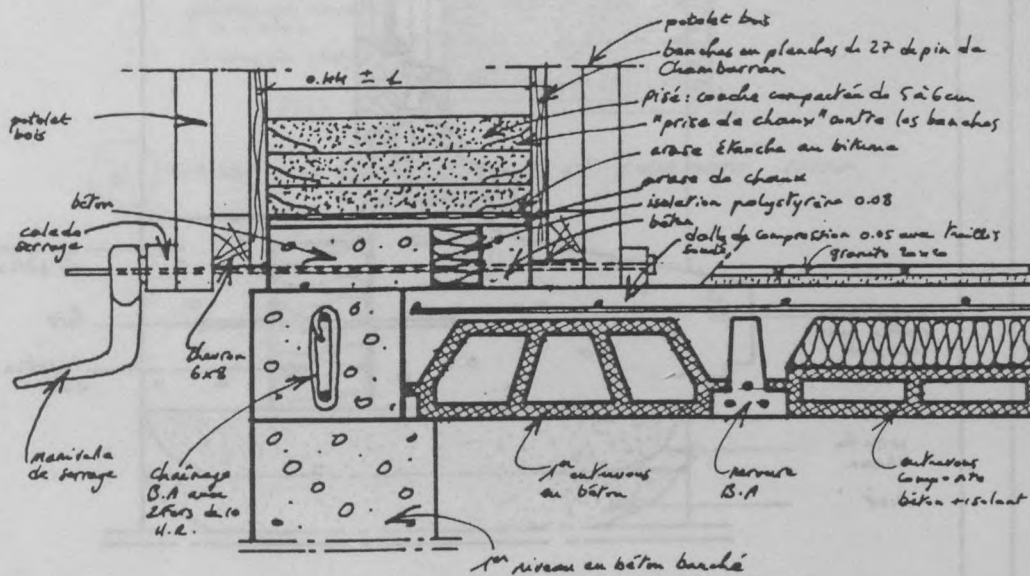
CRATERRE

MAÇONNERIE GROS OEUVRE - DÉTAILS

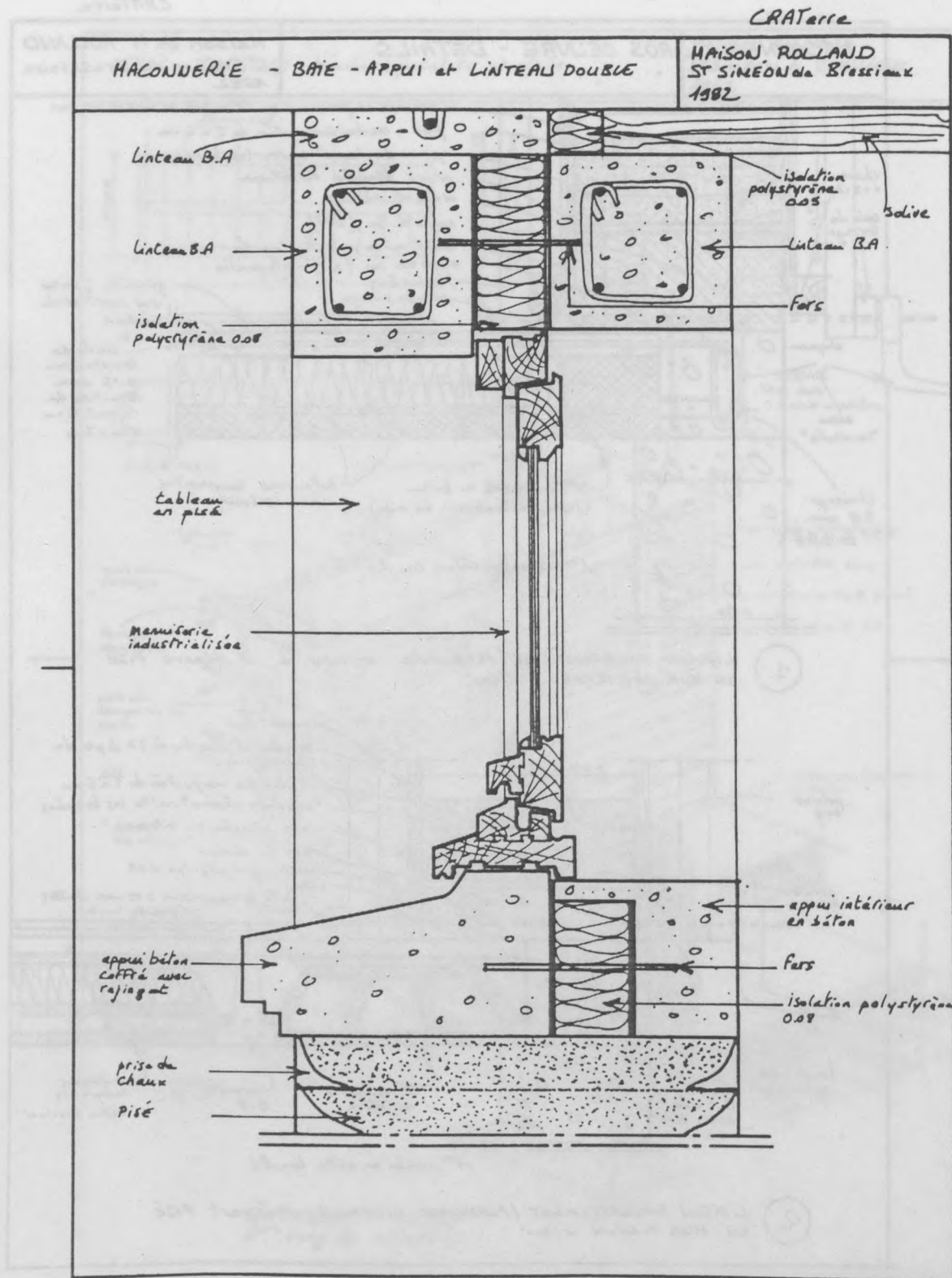
Maison de M^r ROLLAND
S^t Siméon de Brassieux
1982

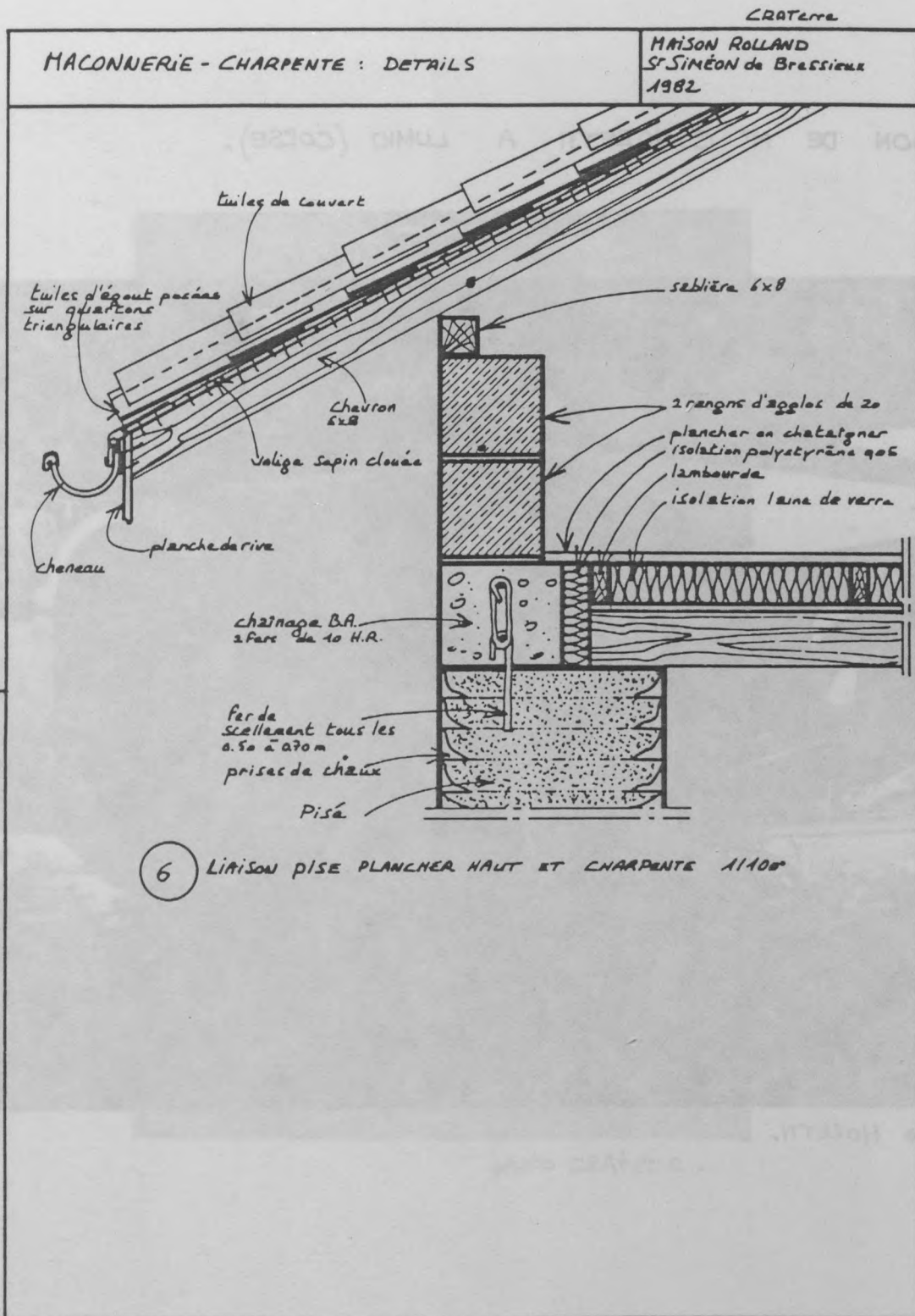


① LIAISON SOUBASSEMENT / PLANCHER NIVEAU 4 et départ PISÉ EN MUR GOUTTEREAU. 1/400°



② LIAISON SOUBASSEMENT / PLANCHER NIVEAU 4 et départ PISÉ EN MUR PIGNON 1/400°





MAISON DE M^r C. MORETTI A LUMIO (CORSE).

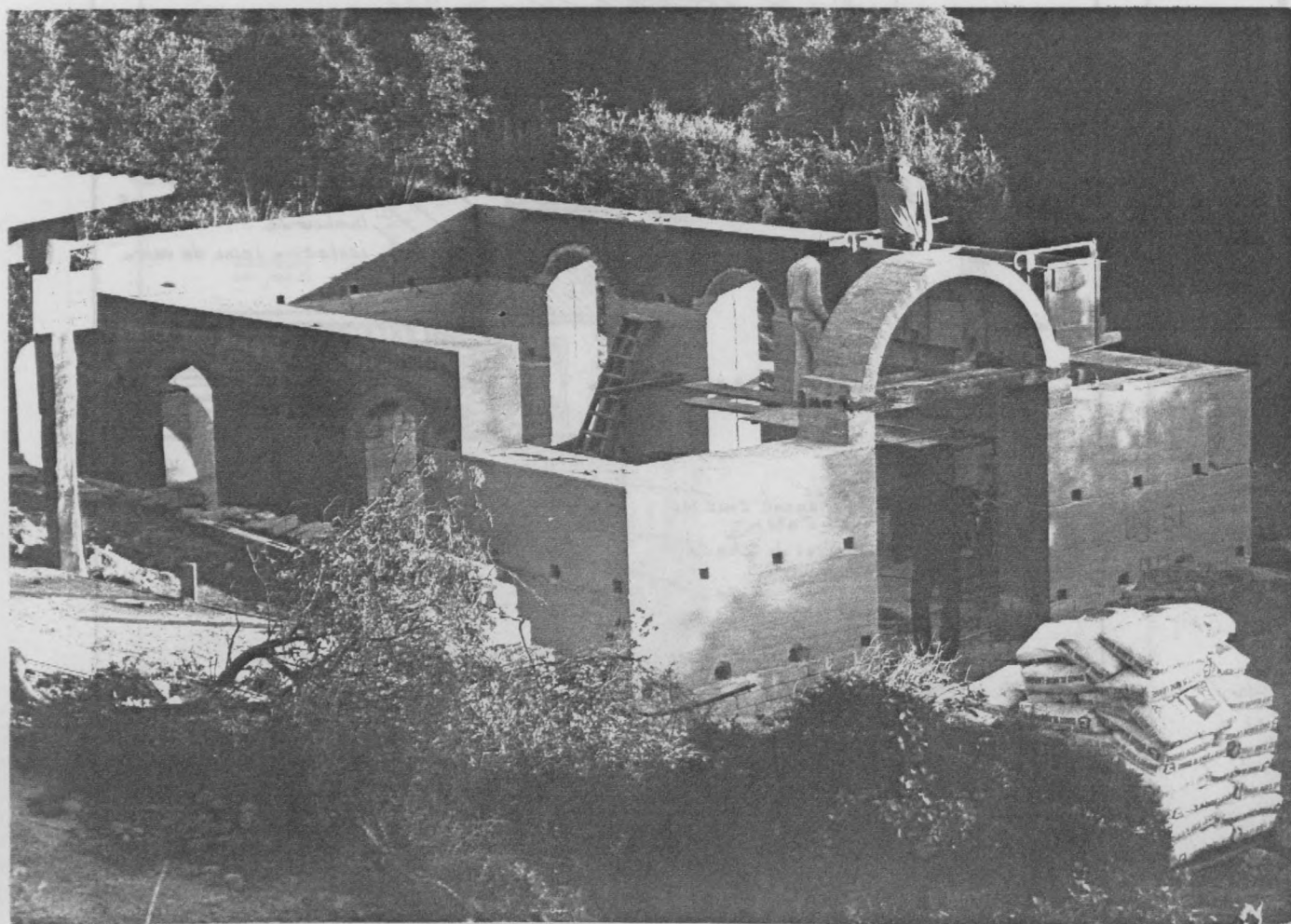


photo MORETTI.

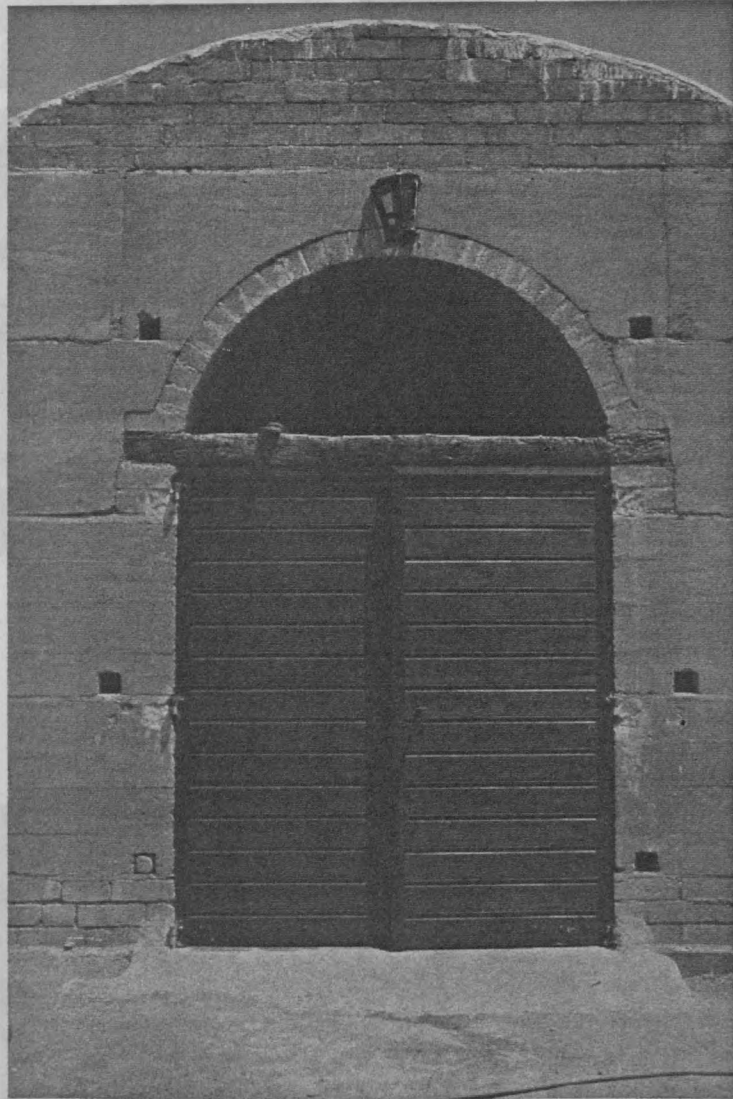


photo CRATERRE -

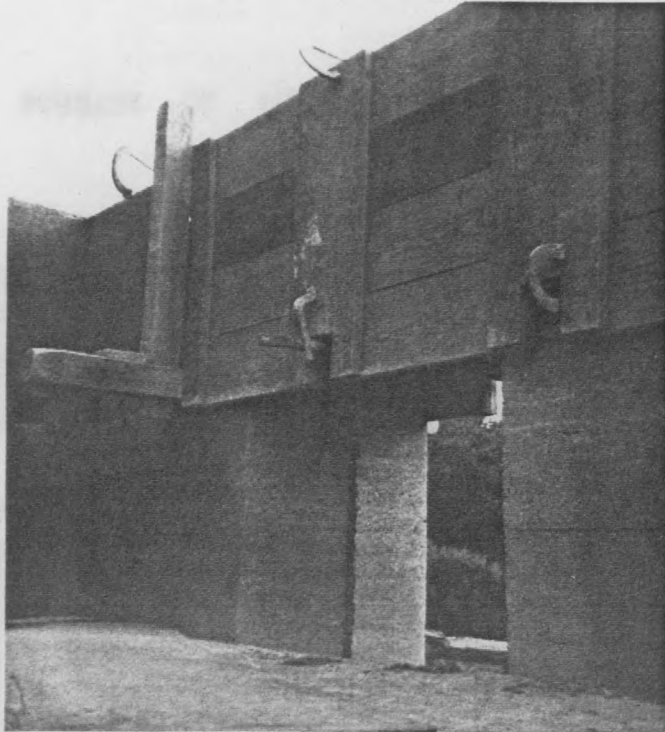


photo MORETTI

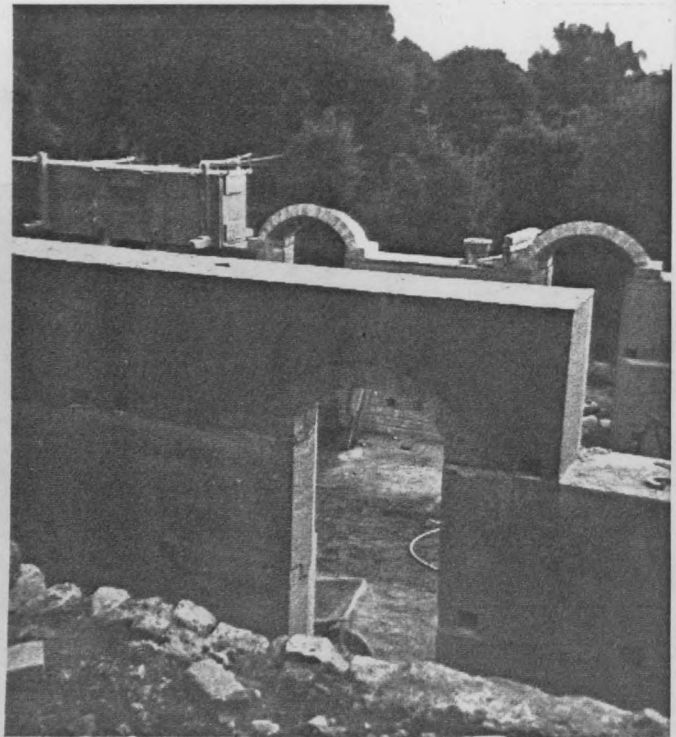


photo MORETTI



photo MORETTI

MAISON COMMUNALE DE PIGNA (CORSICA) - JC D'ARZACIO Architecte

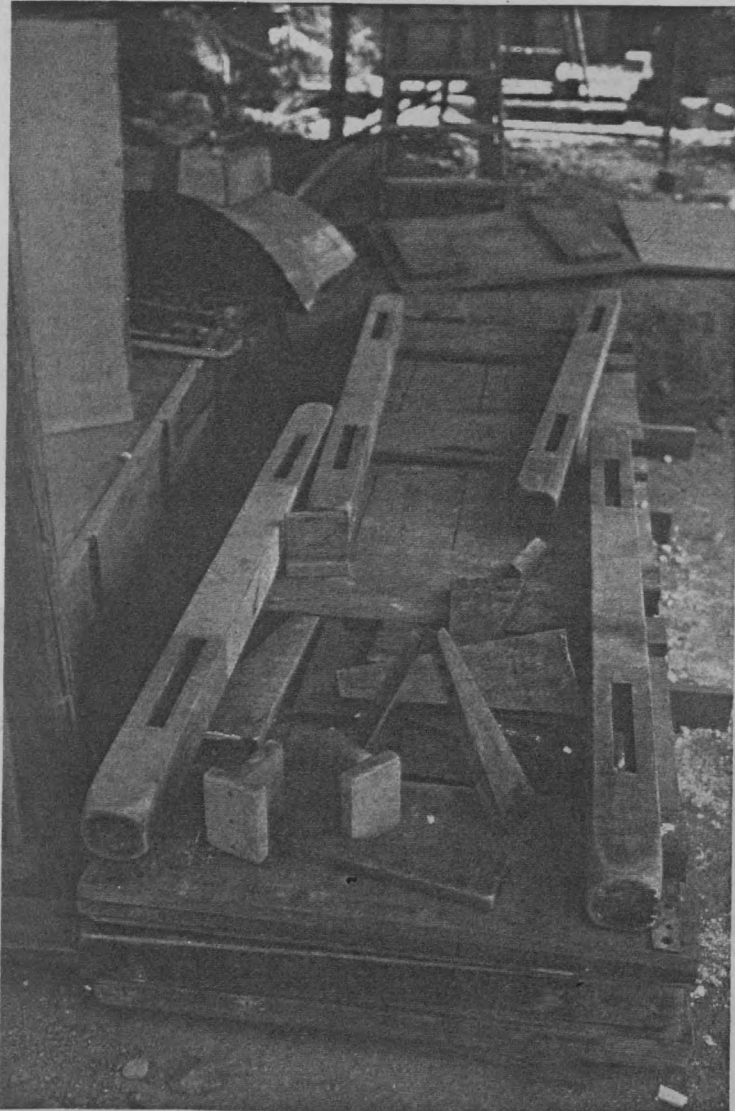


photo CRATERRE

MAISON COMMUNALE DE PIGNA (CORSE) - JC D'ORAZIO Architecte.

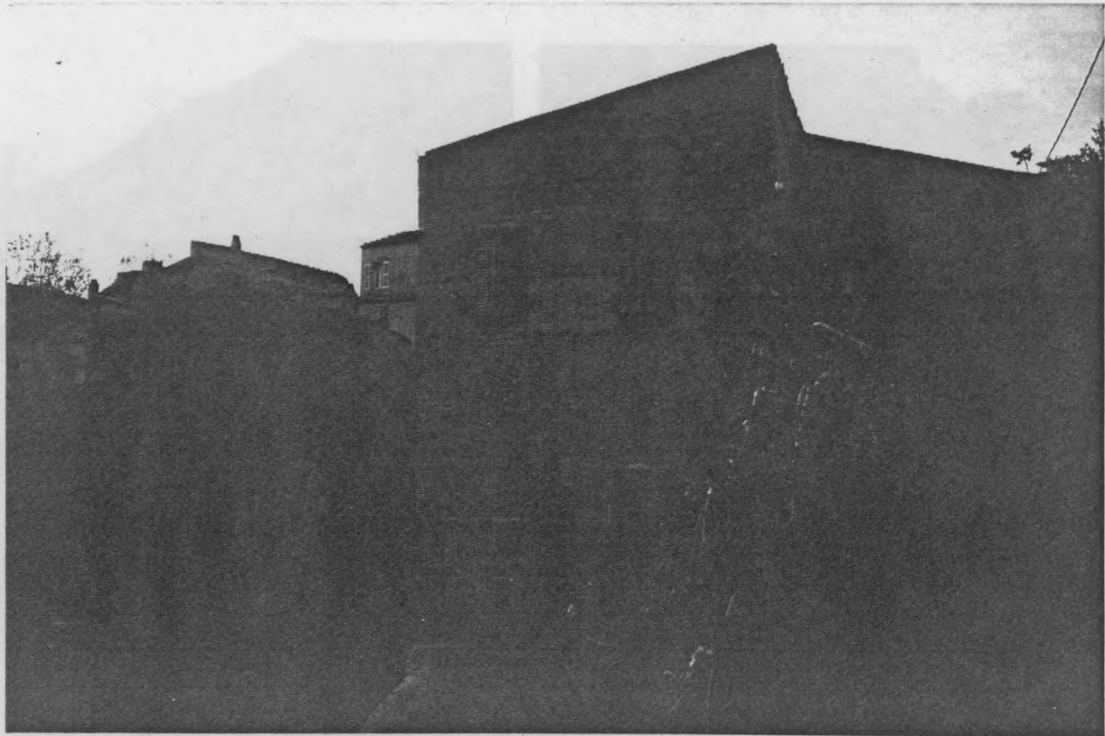


photo CRATERRE

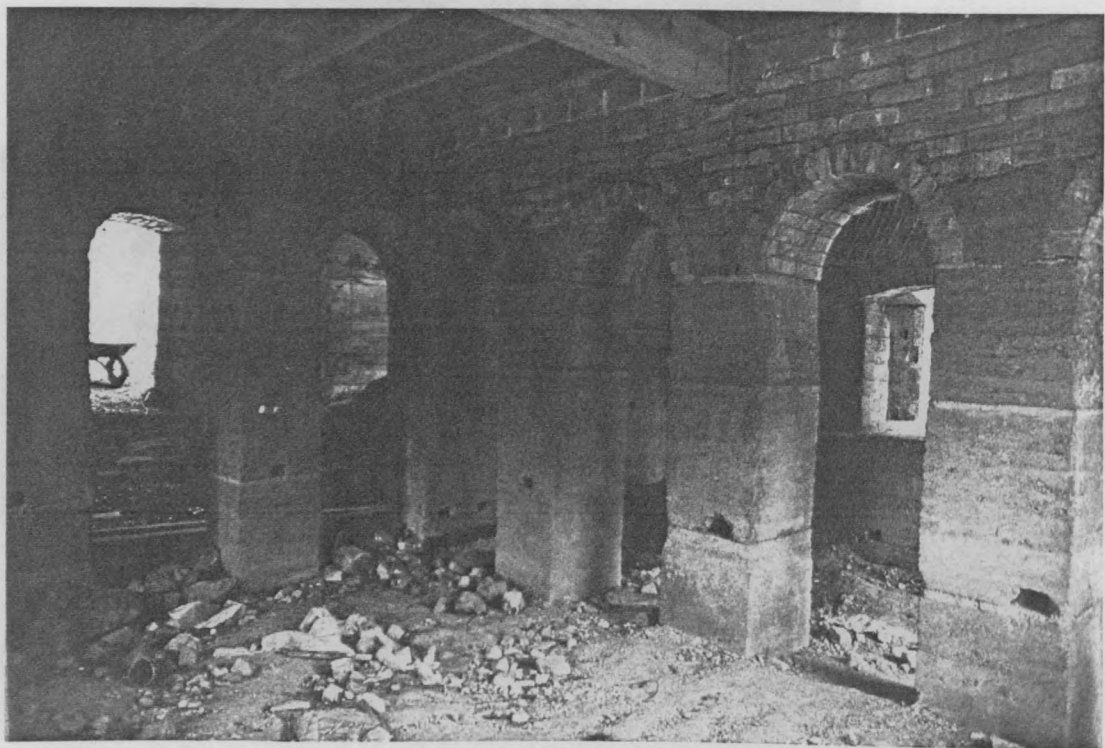


photo CRATERRE

MAISON DE M. RAHIER A LIMIO (CORSE) (CHORETTI CONSTRUCTEUR)

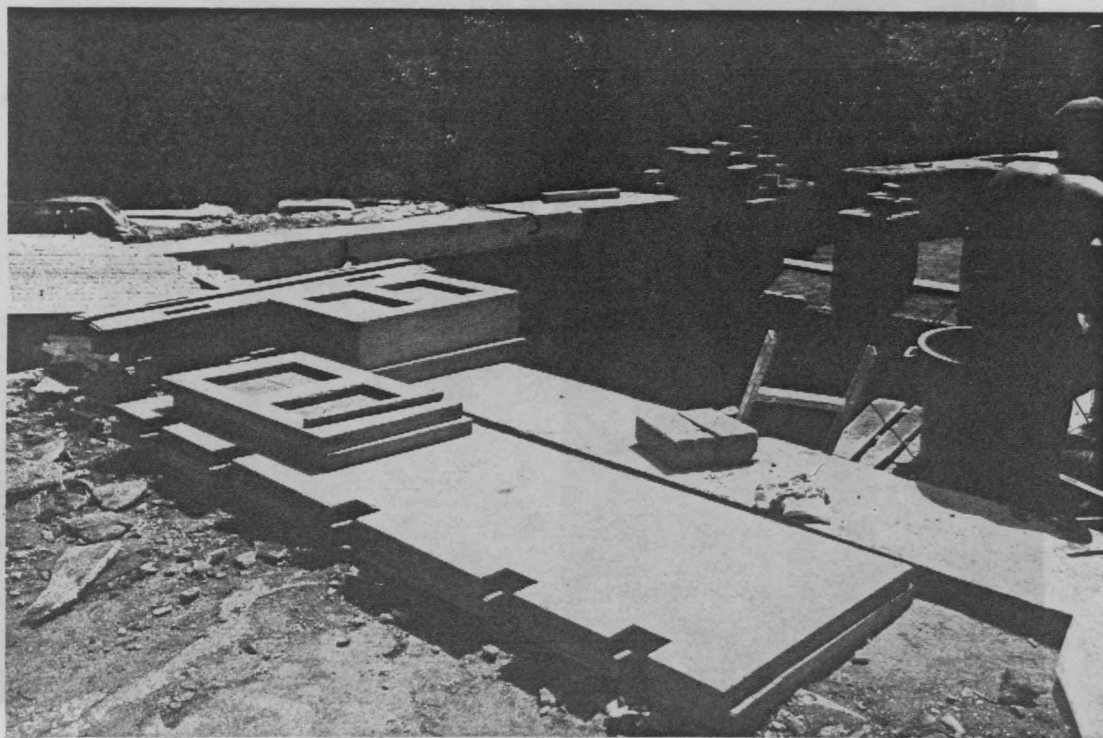


photo CRATERRE

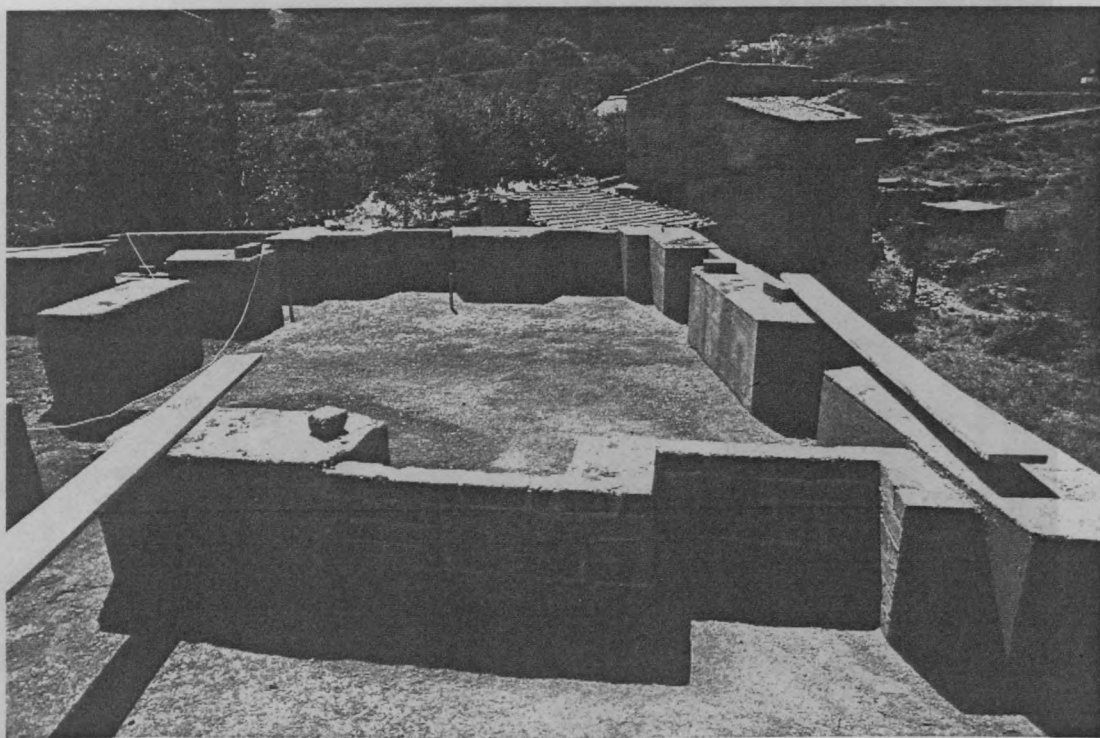


photo CRATERRE

MAISON DE M^r PLANTIER A LUMIO (CORSE). C.MORETTI CONSTRUCTEUR

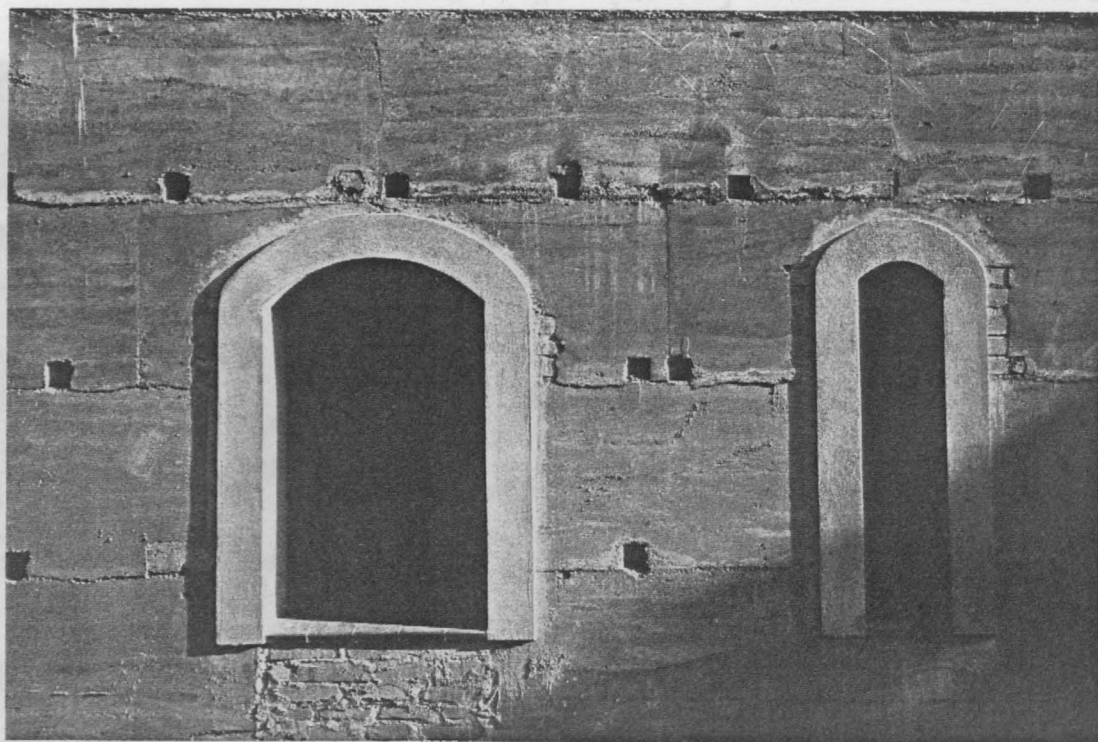


photo CRATERRE

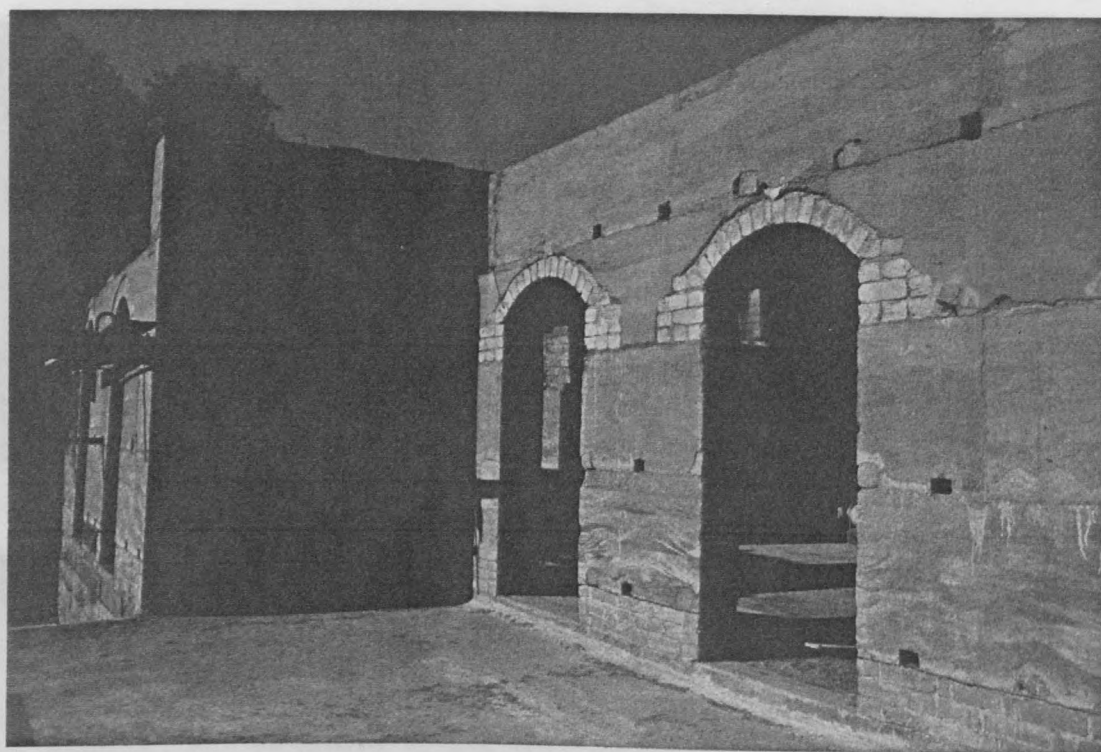


photo CRATERRE

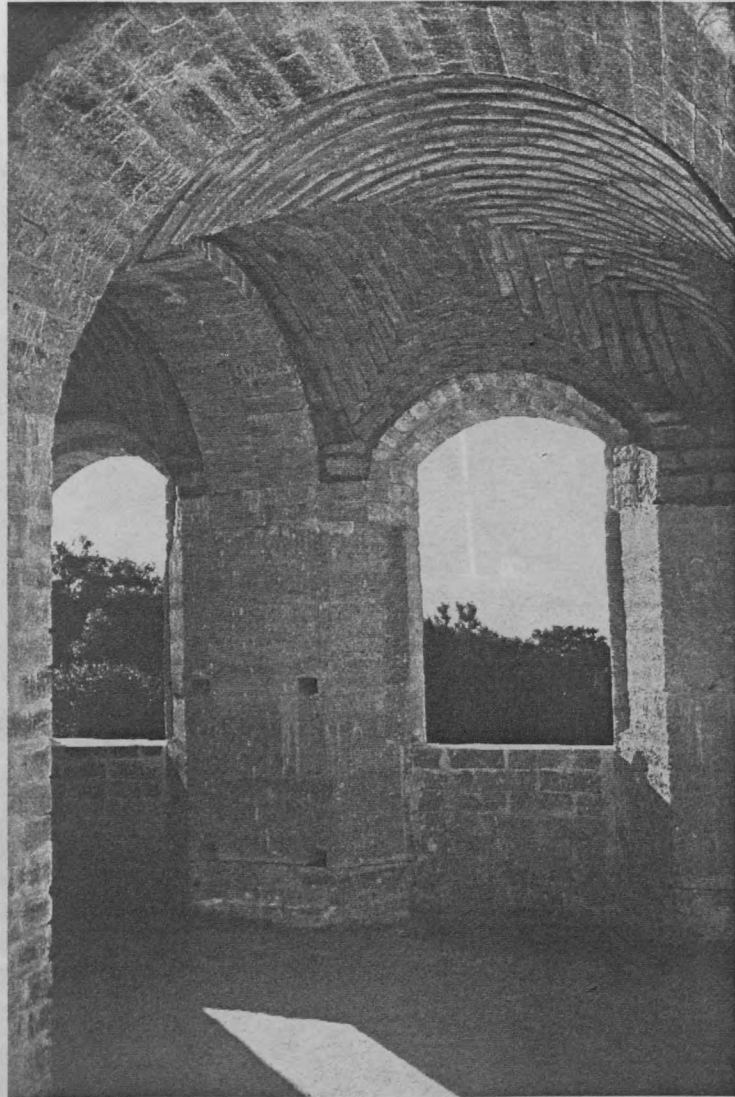


photo T. JOFFROY

MAISON DE M^r RANTIER A LUNIG (CORSE) CROSETTI ARCHITECTE



photo T. JOFFROY

REALISATIONS D'ENTREPRISES

Après la disparition des pratiques traditionnelles de pisé vers la fin des années 50 dans un pays où elles étaient pour l'essentiel de l'art du charpentier et de praticiens d'auto-construction en milieu rural, on ne peut situer en retour ces pratiques d'entreprises, très timides, que vers la fin des années 70 et surtout au début des années 80. La construction de la maison de Monsieur Huguet, charpentier à Corvalin que l'on évoque principalement de l'ère autoconstructrice est aussi le fait d'un homme de métier pratiquant son art. Ce chantier a permis pour être aussi présent de faire des actions d'entreprises dans les ateliers privés de cette réalisation pour à grande échelle de l'autoconstruction.



Photo T. JOFFROY.

• REALISATIONS D'ENTREPRISES

- Au-delà de la disparition des pratiques traditionnelles du pisé vers le début des années 50 dont on sait qu'elles relevaient pour l'essentiel de l'art du charpentier et de pratiques d'autoconstruction en milieu rural, on ne peut situer un retour des pratiques d'entreprise, très timide, que vers la fin des années 70 et surtout le début des années 80. La construction de la maison de Monsieur Huguet, charpentier à Corbelin que l'on évoquait précédemment au titre autoconstructeur est aussi le fait d'un homme de métier pratiquant son art. Ce chantier pourrait donc être aussi présenté au titre des actions d'entreprise mais le caractère privé de cette réalisation nous a plutôt conduit à l'évoquer au titre de l'autoconstruction.

• RESTAURATION

De fait, jusqu'à la réapparition de l'acte d'entreprise associé à la construction de nouvelles maisons en pisé, les pratiques d'entreprises furent pour majorité associées à la restauration du patrimoine bâti en pisé ancien. Le courant de réhabilitation ou de restauration de maisons principales ou secondaires a également touché les régions chargées d'un patrimoine bâti en pisé. Il est tout à fait fréquent d'observer les bâtisses en pisé, en Bresse, en Auvergne, dans les Dombes ou dans les Terres Froides du Dauphiné, bardées d'un échafaudage. On peut y voir le mur de façade piqué, gratté, dépoussiéré en vue d'une réfection de l'enduit. On peut aussi y observer une modification de la taille des ouvertures avec une réfection plus ou moins heureuse des tableaux de baies. La restauration des vieux bâtiments en pisé agit sur un état pathologique plus ou moins patent. Dans le cas où les dégradations sont négligeables (enduit cloqué ou fissuré, décollé par plaques, par exemple) la restauration est aisée. Ces situations concernent des bâtiments dont la conception était suffisamment élaborée pour ne pas occasionner des dégâts importants. On y peut constater en général l'existence d'une très belle toiture entretenue et d'un soubassement bien conçu qui protège le bâtiment des actions néfastes de l'eau. Les "bonnes bottes" et le "bon chapeau" sont là. Malgré tout on a pu constater très souvent que les réfections d'enduit n'étaient pas des plus réussies. Combien de maisons en pisé ont reçu récemment un enduit au ciment qui s'avère être catastrophique par la suite : rétention d'humidité par manque de perméance, propagation rapide d'une pathologie humide dévastatrice. On peut donc affirmer ici que le savoir-faire en matière de réfection d'enduits sur l'habitat en pisé n'est pas de mise en toutes régions. L'emploi des enduits traditionnelles à la chaux naturelle éteinte ou au pire à la chaux hydraulique naturelle

exige un certain savoir-faire qui s'est enfui de la mémoire des constructeurs actuels. Il s'agit bien là d'une rééducation nécessaire. Lorsque la pathologie des habitats en pisé est avancée, du fait d'une dégradation de la toiture (découverte de tuiles, cheneaux détériorés par exemple) ou du fait d'un soubassement de hauteur insuffisante ou poreux, les travaux de restauration s'avèrent plus délicats. On peut alors fort malheureusement observer que les techniques de restauration employées sont souvent peu compatibles avec le matériau d'origine. C'est en effet à grande force de béton et d'agglos que les entrepreneurs restaurent. Tout simplement parce que le savoir-faire "pisé" n'existe pratiquement plus et parce qu'il est moins contraignant d'en appeler à l'emploi des composants actuels. Ainsi on peut observer sans peine un nombre incalculable de restaurations ratées et portuses, par leur triste facture, d'une nouvelle forme de pathologie à court et à moyen terme. De quoi décourager les nouveaux propriétaires.

Il est donc apparu très vite la nécessité de rééduquer les entreprises de restauration. On rappellera à cet égard l'intéressant travail de Pascal Scarato, architecte D.P.L.G. sorti du laboratoire terre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble qui initia une démarche d'étude de la pathologie du pisé et des techniques de réhabilitation et de restauration avec son diplôme présenté en 1982, intitulé : "Les conditions actuelles de la réhabilitation des constructions en pisé, région du Dauphiné". Cette étude caractérise le pisé dans sa réaction à l'eau et à l'humidité, au gel-dégel et considère l'influence de la mise en oeuvre sur la pathologie structurale et de surface. L'auteur développe un diagnostic eau et un diagnostic humidité ainsi qu'un diagnostic structure et surface avec une évocation de toutes les formes de dégradations qu'il a pu observer sur le bâti traditionnel. Viennent ensuite diverses monographies avec une description de la pathologie, un énoncé des causes de désordre et une suggestion des remèdes à employer. Ce travail prend enfin en compte tous les éléments de construction et les systèmes constructifs avec des suggestions de restauration adaptées au matériau pisé et à la technique de mise en oeuvre. Actuellement, l'auteur a rejoint le groupe "Pisé, terre d'Avenir", en Auvergne qui continue de développer cette recherche sur les conditions de réhabilitation et de restauration du pisé tout en s'activant en vue de diffuser l'information auprès des professionnels, architectes et entrepreneurs. Ce groupe confirme aujourd'hui l'acquisition d'un savoir-faire dans ce domaine d'application dont le marché est somme toute très important.

D'autres travaux dans ce sens ont été récemment produits avec une information générale sur la pathologie du pisé et les techniques de restauration, inclus à l'exposition de 15 planches que diffuse le C.A.U.F. de l'Ain et le Groupe Pisé de l'Ain. Enfin un troisième document sur ce chapitre a été récemment produit par la CAPEB de l'Ain également réalisé par le Groupe Pisé de l'Ain, qui expose une

description de la pathologie classique et les remèdes à y apporter sous forme de tableaux assez didactiques et bien conçus. Ce travail est notamment l'oeuvre de maçons-entrepreneurs bressans (Messieurs Louis Barthoux et Guy Buet) qui ont été très souvent amenés à restaurer des bâtiments anciens en pisé et qui connaissent bien les problèmes posés et les solutions adaptées.

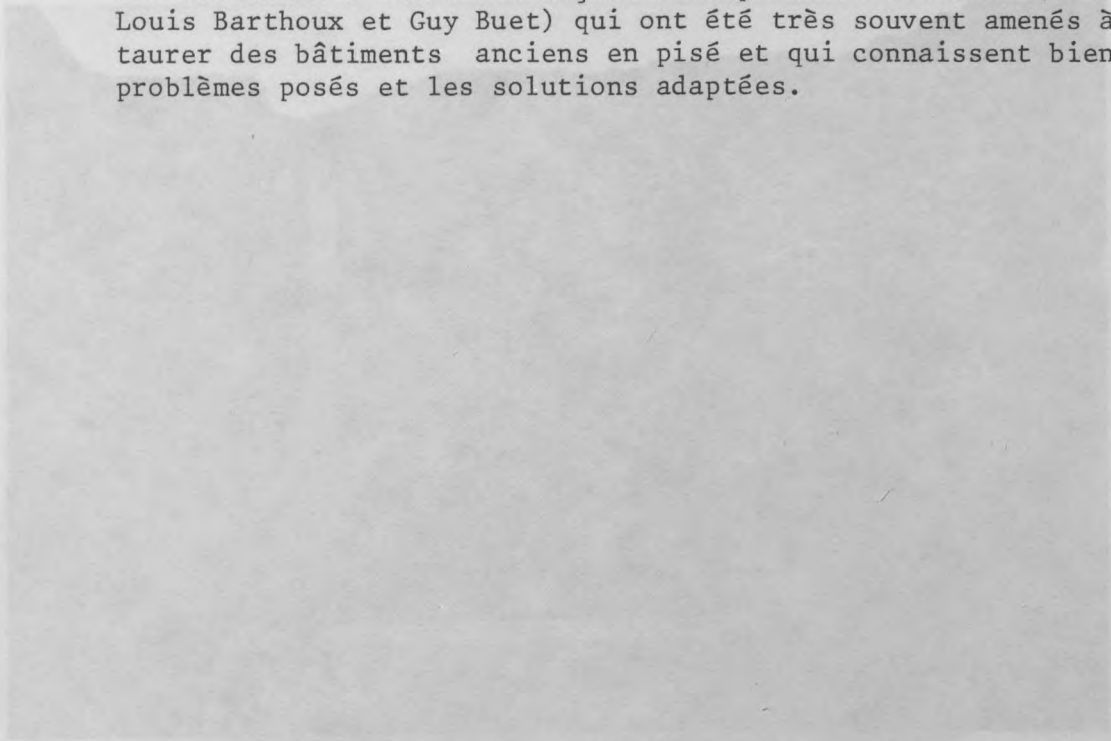


Photo 1. 2011010

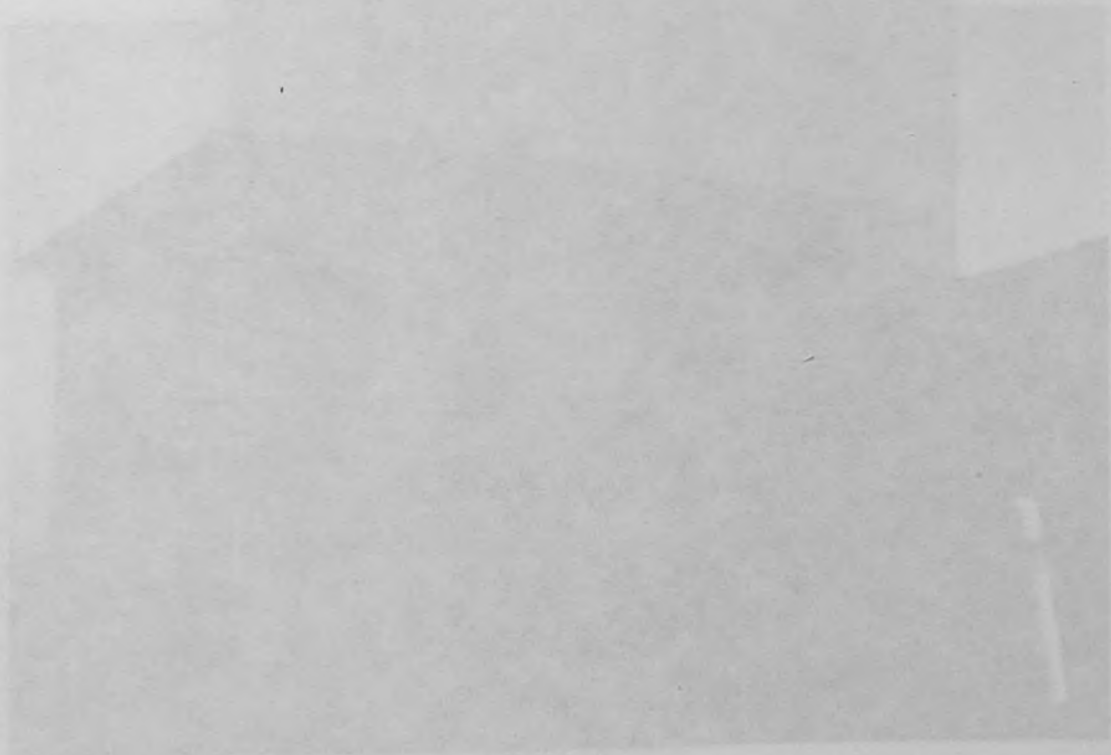


Photo 2. 2011010

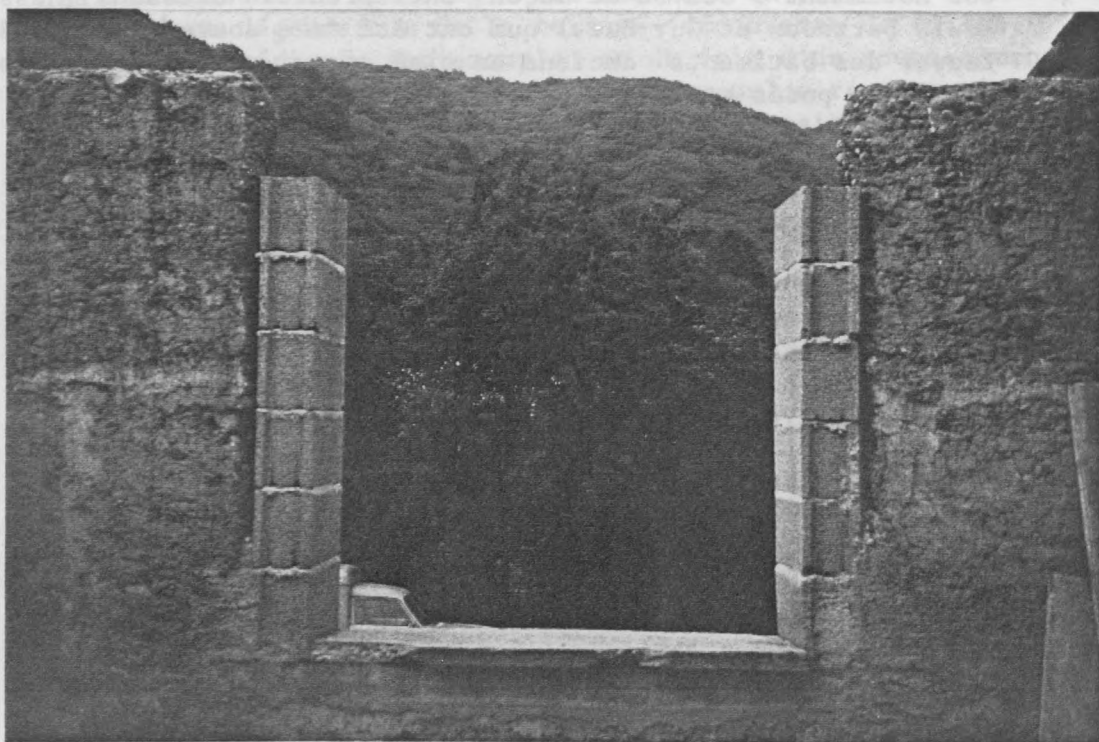


photo P. SCARATTO

CHANTIERS DE RESTAURATION

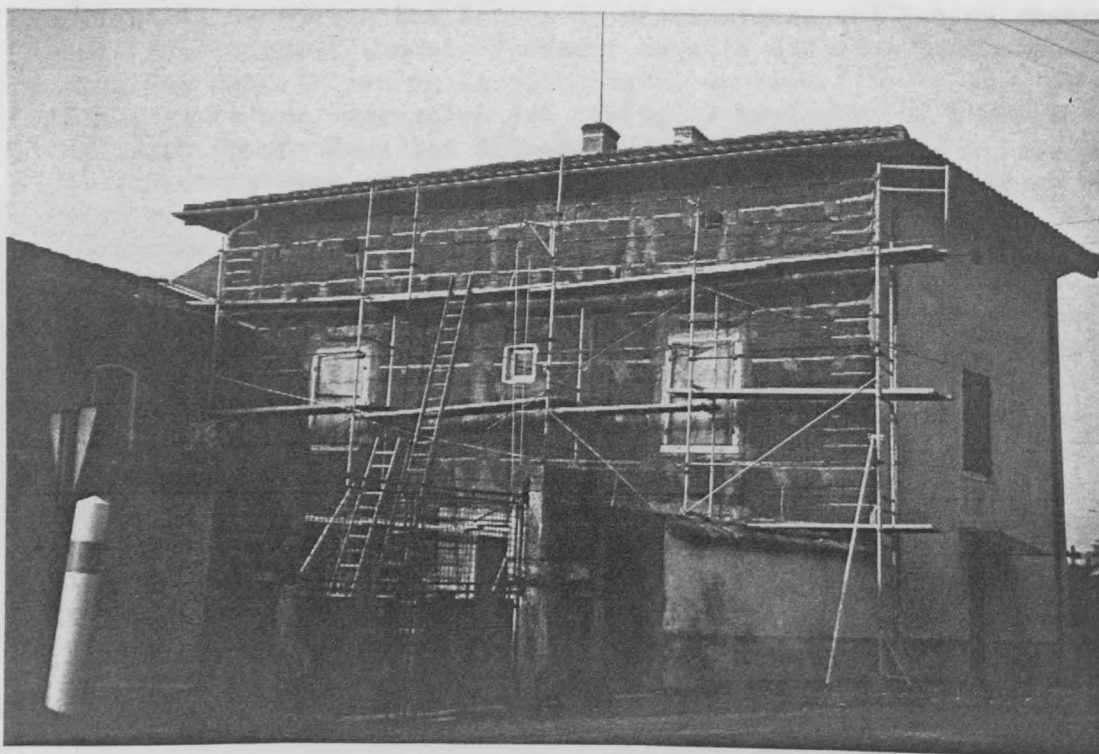


photo P. SCARATTO.



photo P. SCARATTO.

● REALISATION RECENTES D'ENTREPRENEURS

On connaît peu d'entrepreneurs, en France, qui se sont récemment lancés dans la construction de maisons en pisé. Les initiatives connues émanent, là encore, de la région du Dauphiné. Deux chantiers ont été menés à bien par un charpentier de l'Isère, Monsieur Guinet, résidant à Chimilins qui a successivement réalisé une extension d'hôtel-restaurant aux Avenièrès et une maison privée à Dolomieu. Le premier chantier était une nouvelle tentative de pratique du pisé et Monsieur Guinet eut à retrouver certains gestes et un savoir-faire qu'il avait oublié avec le temps, bien qu'il ait pratiqué cette technique autrefois. Il eut notamment quelques difficultés à contrôler la teneur en eau de son pisé. Son deuxième chantier, réalisé au cours de l'été 1984 a adopté des dispositions constructives assez identiques à celles qui furent employées à Saint-Siméon-de-Bressieux par Monsieur Rolland, en 1982 : premier niveau en béton banché, semelle de démarrage du pisé dressée sur la dalle béton du 1er niveau, en agglos de béton avec interposition d'une isolation en polystyrène, pignons réalisés en agglos de béton. La banche employée, en bois fut de conception traditionnelle, ainsi que le damage du pisé, manuel, à l'aide d'un pisoir en bois. Cette réalisation est de belle facture et démontre un bon recouvrement d'un savoir-faire par son auteur. Monsieur Guinet s'est récemment informé des nouvelles techniques employées à l'Isle d'Abeau et entend bien s'adapter aux possibilités actuelles d'emploi de coffrages métalliques modulaires et de fouloir pneumatique lorsqu'il aura l'occasion de réaliser un prochain chantier.

Une autre entreprise régionale du Dauphiné a développé depuis quelques années des recherches sur la réactualisation du pisé. Il s'agit de l'entreprise "Terre et Soleil", de Villefontaine, dirigée par Monsieur Jacques Gumbau. Cet entrepreneur fut autrefois sensibilisé à la construction en terre pour avoir vécu son enfance en Colombie et avoir par la suite participé à diverses expériences dans le cadre du programme algérien de construction de villages agricoles (années 70). Lorsqu'il s'est installé dans la région lyonnaise il a été assez vite conquis par l'héritage du patrimoine bâti en pisé régional et s'est aussitôt engagé dans une démarche de réactualisation du pisé. L'entreprise "Terre et Soleil" compte à ce jour un total de cinq chantiers en pisé non stabilisé ou stabilisé : la construction d'une maison à St-Victor-de-Morestel, Isère, en 1982, la construction d'une maison à Ceyreste dans les Bouches-du-Rhône en 1984, la construction des îlots C et H du "village Terre" de l'Isle d'Abeau et une assistance technique pour la réalisation d'une banche dans le cadre du programme Rexcoop de Marrakech, sur le chantier de 20 logements du site d'Ait Ourir. Les recherches développées par Jacques Gumbau sont pour l'essentiel associées à la conception de nouveaux types de banches à pisé. Dès son premier chantier de St-Victor-de-

Morestel, l'entreprise "Terre et Soleil" utilise un modèle de banche métallique intitulé "Terrax" à structure extérieure et manuable. L'ambition de l'entrepreneur est de faciliter les opérations de banchage en évitant certaines complications de conception du projet. Des essais préliminaires avec des coffrages traditionnels pour béton ne s'étant pas révélés satisfaisants (trop lourds), l'entrepreneur a été amené à mettre au point une banche inspirée de procédés australiens et chinois : un coffrage allégé, manuable et dont la structure extérieure supprime les entretoises. Un mécanisme de serrage et de desserrage instantané contribue à améliorer les rendements au stade du décoffrage et de la remise en place de la banche. Ce chantier a connu malgré tout quelques difficultés, du fait des tâtonnements initiaux et de problèmes d'intempéries, mais il contribuait à engager la problématique de recherche de l'entrepreneur. Par suite, en 1983, Monsieur Gumbau tenta de réaliser un autre chantier à Dolomieu (Isère) où il voulu tester l'emploi de coffrages à béton, intégraux. L'idée, toujours pour améliorer les rendements était de coffrer intégralement la hauteur d'étage sur une demi-périphérie de la maison, avec des panneaux CTBX Marine à armature d'aluminium. Le remplissage des banches devait se faire avec un engin du type manitou à bras télescopique muni d'un godet frontal et le damage à l'aide d'un fouloir pneumatique. 3 personnes devaient suffire pour assurer le chantier. L'entrepreneur n'évalua pas assez certains problèmes de gêne de circulation dans les banches du fait de la hauteur du coffrage et d'un nombre important d'entretoises maintenant les panneaux et ne maîtrisa pas la teneur en eau du matériau, trop humide, du fait d'intempéries. La rapidité d'exécution d'une demi-périphérie de mur de la maison fut assez bonne mais la tenue du mur trop humide ne fut pas assurée. Devant cet échec, le propriétaire de la maison préféra opter pour une réalisation traditionnelle en agglos. Sur son troisième chantier réalisé à Ceyreste en 1984, Jacques Gumbau fut amené à tester plusieurs systèmes de banches manuales à structures extérieures. Le chantier a pu être réalisé dans d'assez bonnes conditions malgré une contrainte de murs très épais et un terrain très pentu qui ne facilitait pas l'organisation du chantier. Les pisés obtenus, stabilisés à la chaux ne furent pas toujours de belle facture du fait de décollements de la terre au décoffrage et de balèvres en bas des banches dues à un écartement des coffrages sous la forte poussée de damage de fouloirs pneumatiques trop puissants. Ces imperfections furent par la suite dissimulées par un enduit grillagé. Jacques Gumbau continue ses recherches sur l'allègement et la facilité de manipulation des coffrages et proposait récemment un coffrage léger entièrement manuable et déplaçable par un seul ouvrier. Ce coffrage dénommé "Terragun" est constitué d'une potence métallique centrale serrant les panneaux à l'aide d'un verrou hydraulique. Le système est ingénieux mais doit être encore mis au point car la force de serrage n'est pas assez puissante pour s'opposer à un écartement des panneaux en leur partie basse sous la poussée du damage. Des calculs de mise au point sont actuellement réalisés en collaboration avec le laboratoire de construction en terre de l'E.N.T.P.E.,

dirigé par Monsieur Philippe Michel. Monsieur Jacques Gumbau a également participé à deux chantiers en pisé du Village Terre de l'Isle d'Abeau que nous évoquerons par la suite. Les recherches de cet entrepreneur sont intéressantes mais on peut regretter une insuffisance de savoir-faire concernant la connaissance du matériau et l'organisation des chantiers qui contribuent à supprimer les avantages des résultats obtenus sur l'amélioration de l'outillage. Gageons que ce savoir-faire pourra être obtenu grâce au cumul des expériences successives qui ont notamment permis à cet entrepreneur d'entrevoir d'autres voies de travail où prévaudrait une collaboration plus étroite entre l'architecte et l'entrepreneur et l'emploi de systèmes constructifs s'accordant avec de meilleurs rendements : pisé à ossature verticale, sans angles, réalisé par succession de trumeaux pour des maisons de plain-pied.

MAISON EN PISÉ PAR L'ENTREPRISE QUINET. A DOLOMIEU.



photo O. CONSIGNY

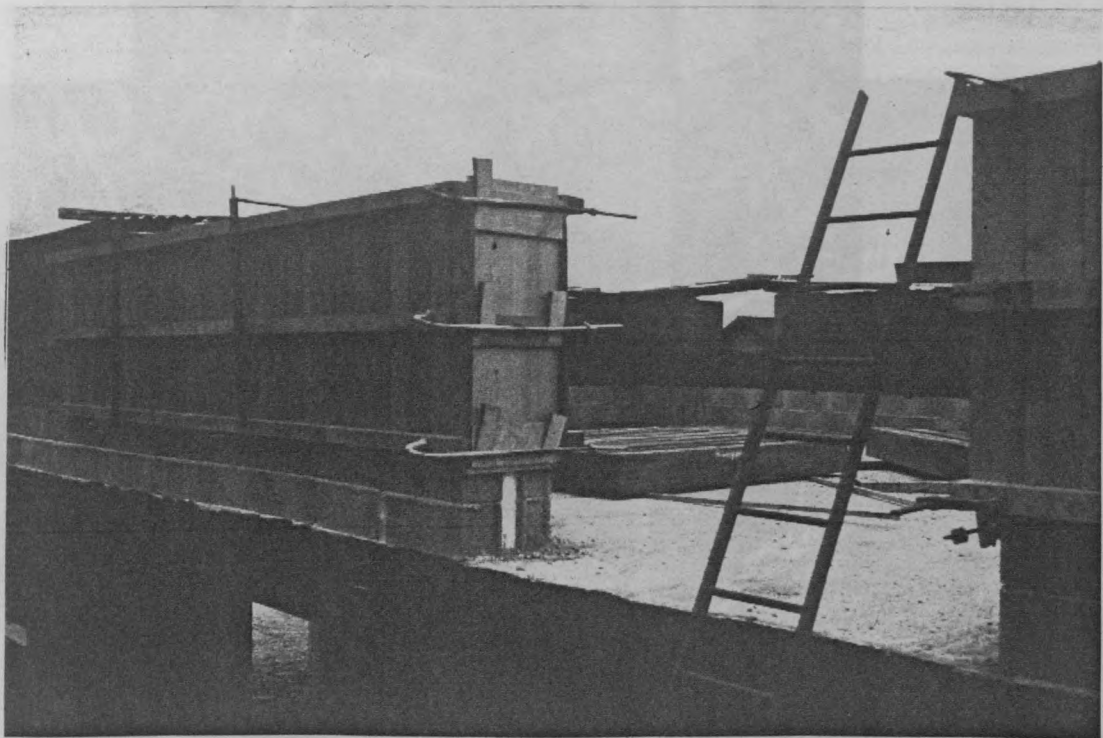


photo CRATERRE



photo CRATERRE

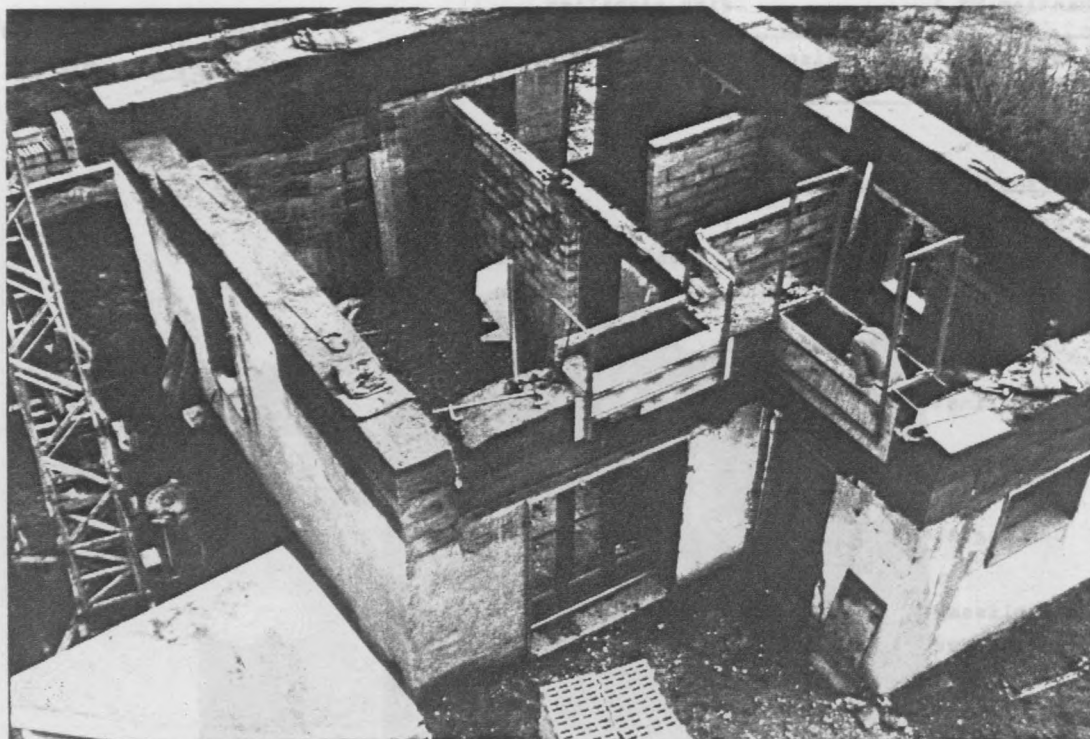


photo J-D GUMBAU.

Commentaires

Cette maison d'habitation rurale, construite sur notre propre initiative et intégralement à nos frais, constitue la première réalisation de l'entreprise dans le domaine du pisé. Elle a donc servi de terrain d'expérimentation pour une meilleure maîtrise de la mise en oeuvre de la terre crue dans les conditions d'un chantier moderne.

Il ne s'est pas présenté de difficultés majeures quant au choix, à l'extraction et au malaxage de la terre. Pour la stabilisation, après des essais divers, nous avons finalement opté pour un liant que nous avons pu acquérir non loin du chantier et à des prix inférieurs à ceux de la chaux et du ciment. Il s'agit du LH 38 dont la composition est la suivante :

- pouzzolanes artificielles 86 à 81 %
- chaux 10 à 15 %
- sulfate de calcium 4 %

Ce produit, mélangé à la terre dans la proportion de 5 %, s'est avéré un excellent liant.

L'essentiel de nos préoccupations a porté sur le coffrage. La conception architecturale, directement inspirée de la maison traditionnelle, et à laquelle nous avons étroitement participé, était de nature à faciliter les opérations de banchage. Tout en tenant compte des exigences de l'habitat moderne, nous avons évité certaines tentations d'ordre esthétique qui auraient compliqué notre tâche d'entrepreneur en terre.

Nous avons renoncé aux procédés traditionnels de banchage qui nécessitent une main d'oeuvre trop abondante. Nous avons d'abord réalisé plusieurs essais avec des modèles de coffrages

utilisés pour le béton. Aucun ne s'est avéré satisfaisant en raison du poids, des inconvénients dus à la multiplication des entretoises et aussi du coût. Finalement, nous avons été amenés à mettre au point nous-mêmes, en nous inspirant des banches chinoises et australiennes, un système de coffrage allégé, manportable et dont la structure extérieure permet la suppression des entretoises. Grâce à sa légèreté et à un mécanisme instantané de serrage et de desserrage, ce coffrage a permis des rendements intéressants. Il a fait l'objet d'un brevet d'invention (voir chantier N° 7).

Pour le compactage, il avait été utilisé, en premier temps, un fouloir pneumatique RAM 30 qui s'est avéré trop puissant eu égard aux banches adoptées. De plus, la location du compresseur obérait trop lourdement les coûts. On a finalement opté pour une dame manuelle de 3 kg. 500.

Il faut noter, enfin, que ce chantier a eu une assez longue durée, en raison, d'une part des essais et des tâtonnements auxquels il a donné lieu, et, d'autre part, parce qu'il a connu de nombreuses interruptions dues au fait que pour assurer la vie de l'entreprise, il a fallu, en même temps, occuper la main d'oeuvre sur d'autres chantiers.

Ces interruptions ont eu, d'ailleurs, un côté positif dans la mesure où elles nous ont obligés à mettre au point les formules les plus adéquates pour la protection des murs contre les intempéries et, particulièrement, contre les phénomènes de dissécatation.

Chantier N° 3 Pisé stabilisé

Construction d'une villa à Ceyreste -
BOUCHES DU RHONE

Maison d'habitation individuelle dans une
zone résidentielle de la côte méditerranéenne

Année de construction : 1984
Architecte : François GAUTHIER
Entreprise : Terre et Soleil

(DOCUMENT TERRE & SOLEIL)



photo CRATERRE-

Données architecturales

- . Conception : Villa moderne
- . Structure : F 6 - quatre niveaux
garage intégré
- . Superficie au sol : 112 m²
- . Superficie habitable : 212 m²
- . Fondations : Béton armé et terre
stabilisée
- . Soubassements : Néant
- . Murs extérieurs : Pisé stabilisé -
60 et 90 cm. d'ép.
- . Dalle : Planchers bois
- . Toiture : Bac acier recouvert
de terre + chape hydro-
fuge - finition pare-
feuille en terre cuite
- . Murs intérieurs : un mur de refend pisé
cloisons en placo-plâtre
- . Ouvertures : précadres et tableaux
bois; menuiserie aluminium
-sur une face : verrière
aluminium
- . Enduits : extérieur chaux
intérieur plâtre

Mise en oeuvre de la terre

- . Période : avril-mai
- . Nature de la terre : argilo-sableuse
sans gros éléments
- . Extraction : livrée par carrière
à 15 km. du chantier
- . Correction
granulométrique : néant
- . Stabilisation : chaux - 5 %
pondéral
- . Malaxage : motobineur sur
chantier et sur
carrière
- . Coffrage : utilisation de banches
manu-portables à
structure extérieure
Terrax, Terrian et
Terragon
- . Remplissage : par grue et par gravité
avec des conditions
topographiques favorables
- . Compactage : fouloir RAM 30 et
petits fouloirs pneu-
matiques "Outiperret
FR 32"
- . Préservation : contre les orages -
bâches plastiques
- . Protection extérieure : enduit à base de chaux
projection mécanique
sur grillage
- . Main d'oeuvre : 7 ouvriers
- . Rendements : 8 à 20 m² par jour
rendement - moyen

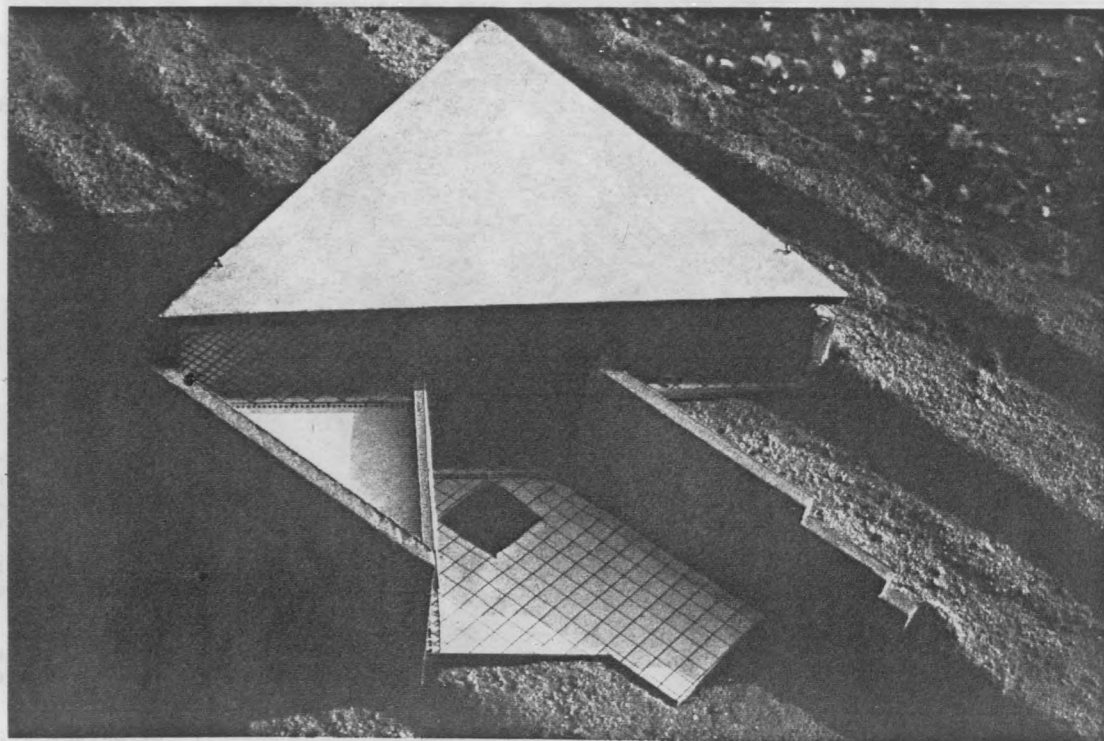


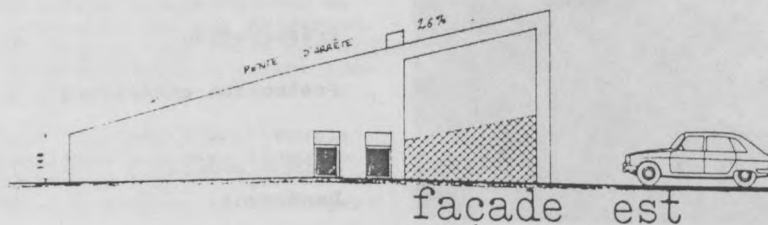
photo CRATERRE

Commentaires

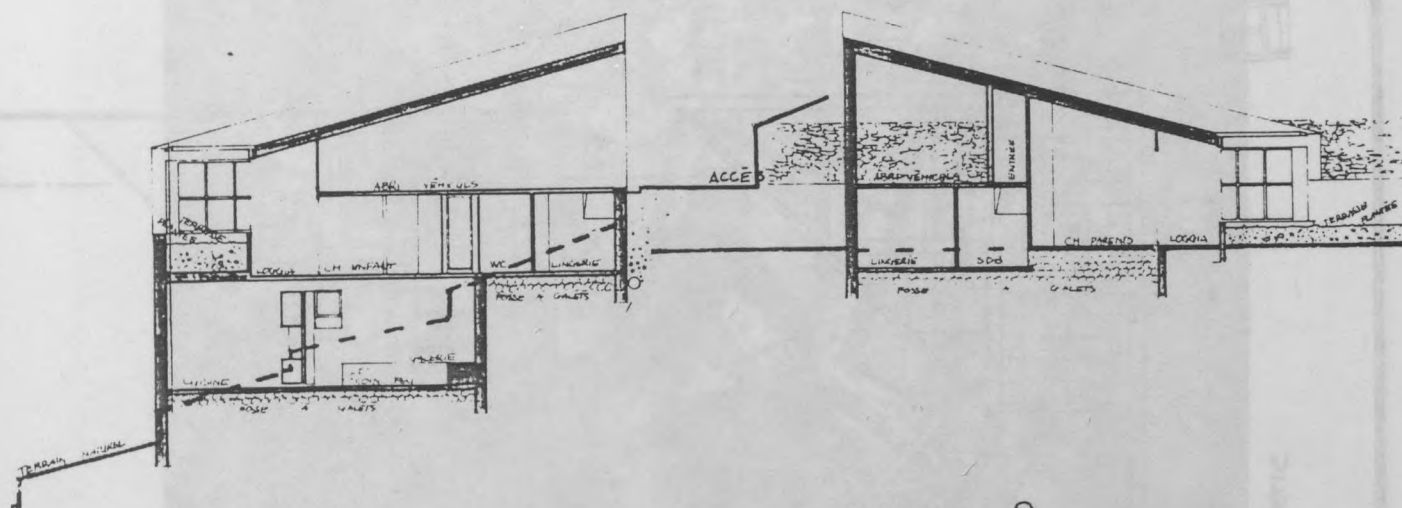
Ce chantier nous a été confié alors qu'une première entreprise avait terminé les fondations mais renoncé à aborder la partie en terre. Nous avons accepté de prendre la suite parce que, pour cette villa relativement vaste, l'architecture avait été pensée en fonction du pisé : grands pans d'un seul tenant, ouvertures limitées, un seul angle, façade en verrière.

La mise en oeuvre de la terre a donc pu être réalisée correctement. On a repris, pour les coffrages, les banches manportables à structure extérieure déjà utilisées sur le chantier N° 1 avec des améliorations qui ont été apportées par l'architecte lui-même. L'épaisseur des murs a facilité les manipulations diverses. La stabilisation a été faite à base de chaux. Les autres opérations n'ont pas posé de problèmes.

Malgré l'éloignement du siège de l'entreprise, ce chantier s'est déroulé dans les meilleures conditions, il n'y a pas eu de tâtonnements et la technique du pisé a été parfaitement maîtrisée. Il faut ajouter que la tâche de l'entrepreneur a été facilitée grâce à une étroite collaboration avec l'architecte et avec le client.



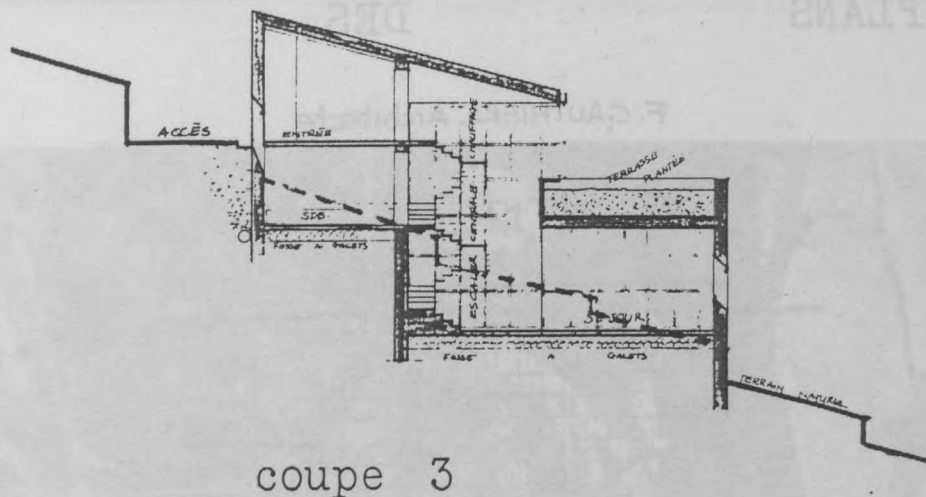
F. GAUTHIER Architecte



coupe 1

coupe 2

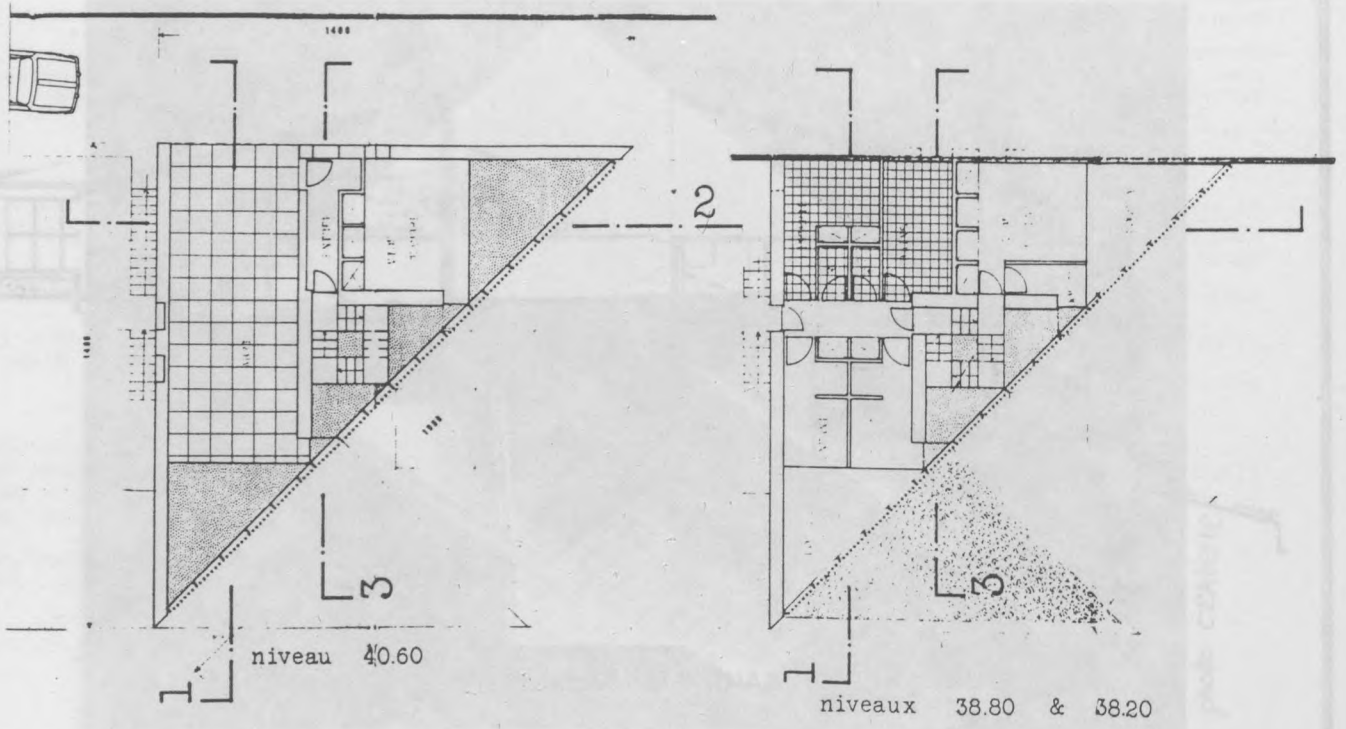
DOCUMENTS F. GAUTHIER Architecte -



coupe 3

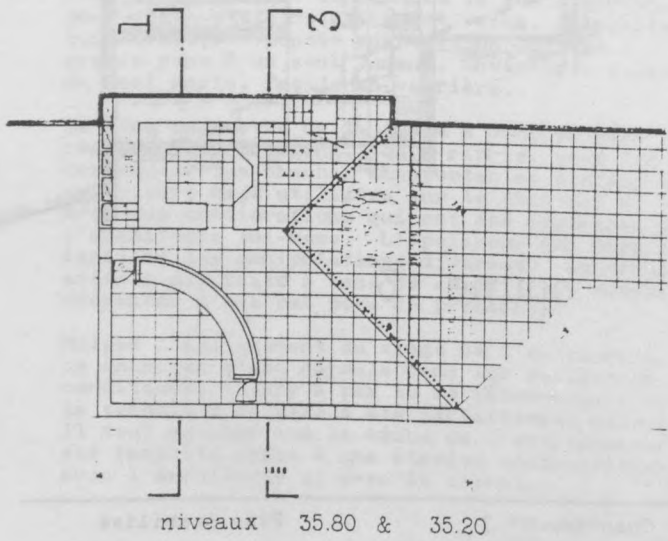
Chantier N° 3 Pisé stabilisé

Construction d'une villa à Ceyreste - BOUCHES
DU RHONE



PLANS DES NIVEAUX

F. GAUTHIER - Architecte



Chantier N° 3 Pisé stabilisé

Construction d'une villa à Ceyreste - BOUCHES
DU RHONE

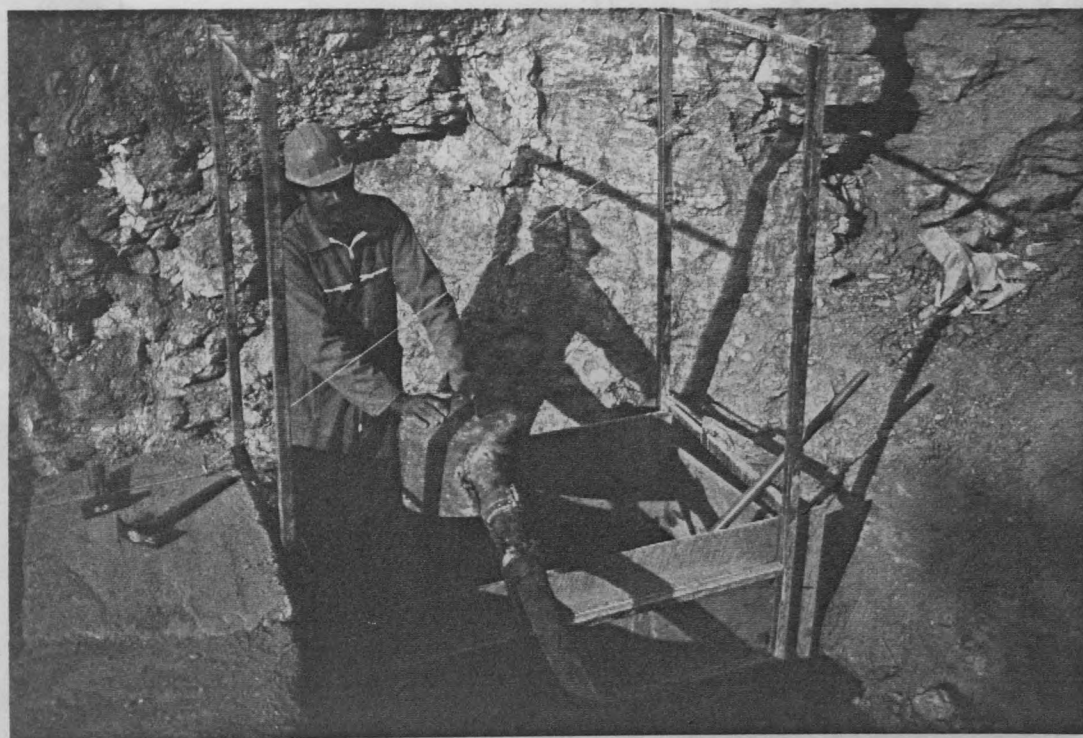


photo CRATERRE

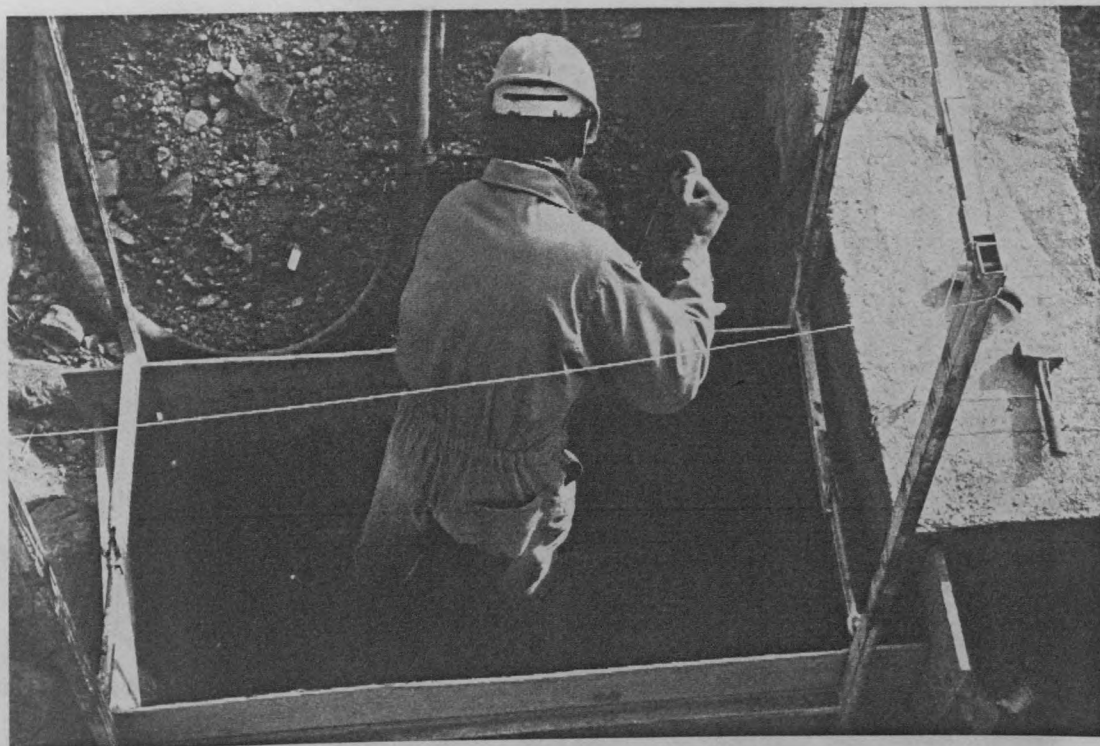


photo CRATERRE

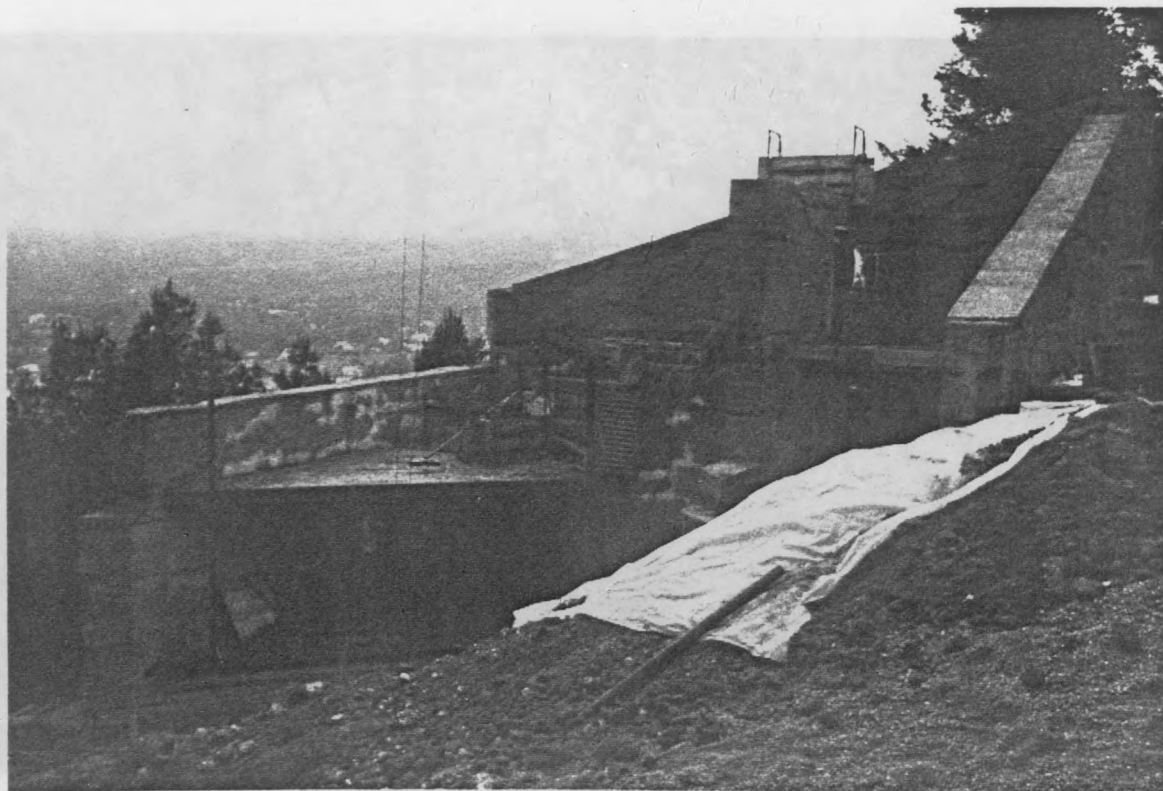


Photo J. GUMBAU

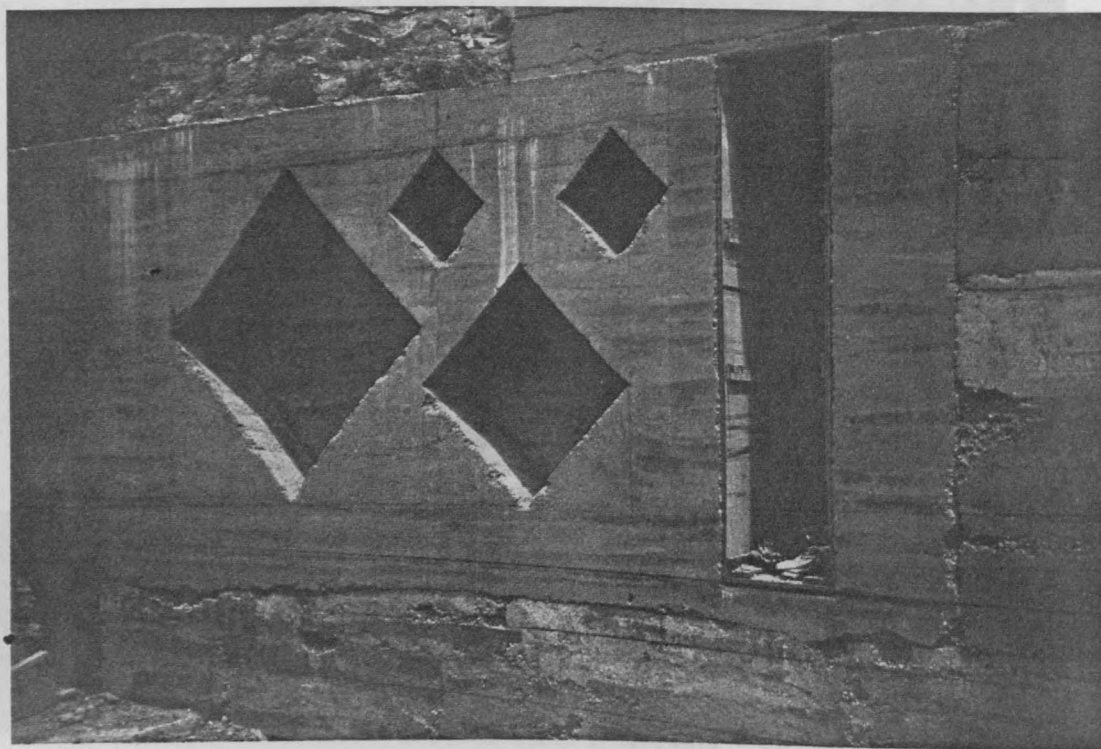
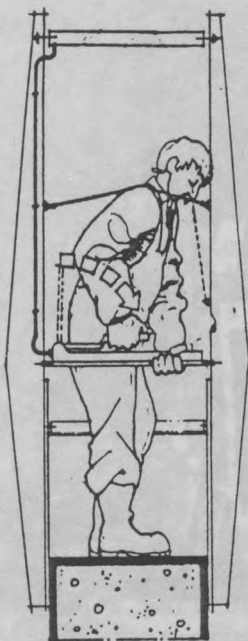
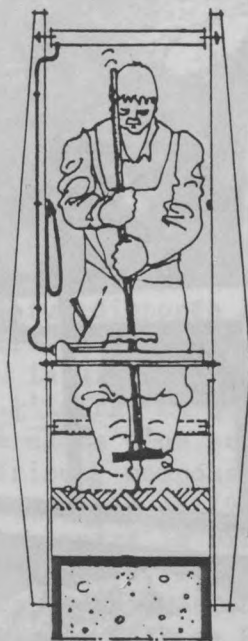


Photo CRATERRE

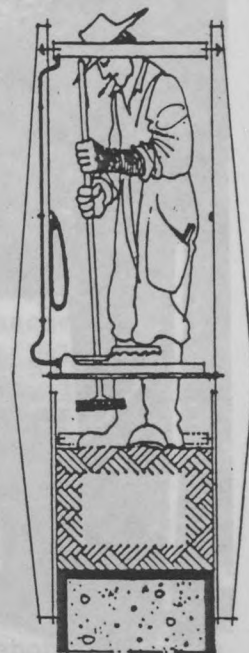
(DOCUMENTS TERRE & SOLEIL)



- MISE EN PLACE -
GUIDAGE POUR MISE A NIVEAU DE PRECISION PAR BRETELLE CUIR A CLIPS AMOVIBLES, ET ROULEAU NYLON OU NEOPRENE.

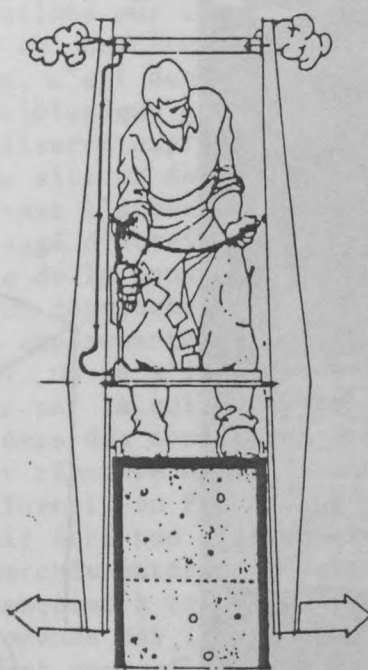


- COMPACTAGE -
L'OPERATEUR ENJAMBE ATSEMMENT LA COMMANDE DE DESINCARCERATION POUR COMPACTER LA TOTALITE DE L'ELEMENT

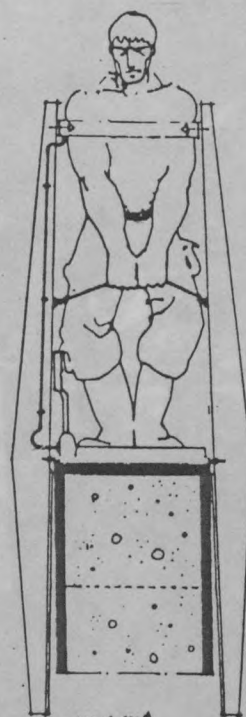


- ELEMENT FINI -

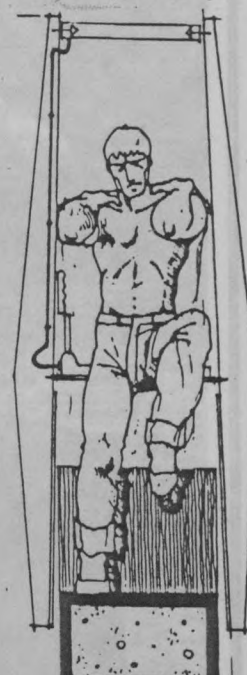
SERRAGE.



- DESINCARCERATION -



- MOBILITE -
ICI EN L'ABSENCE DES ROULEAUX DE GUIDAGE LE "TERRAGUN" SE POSE SUR L'ELEMENT FAIT EN ATTENDANT LA NOUVELLE MISE EN PLACE.



- MANUTENTION -

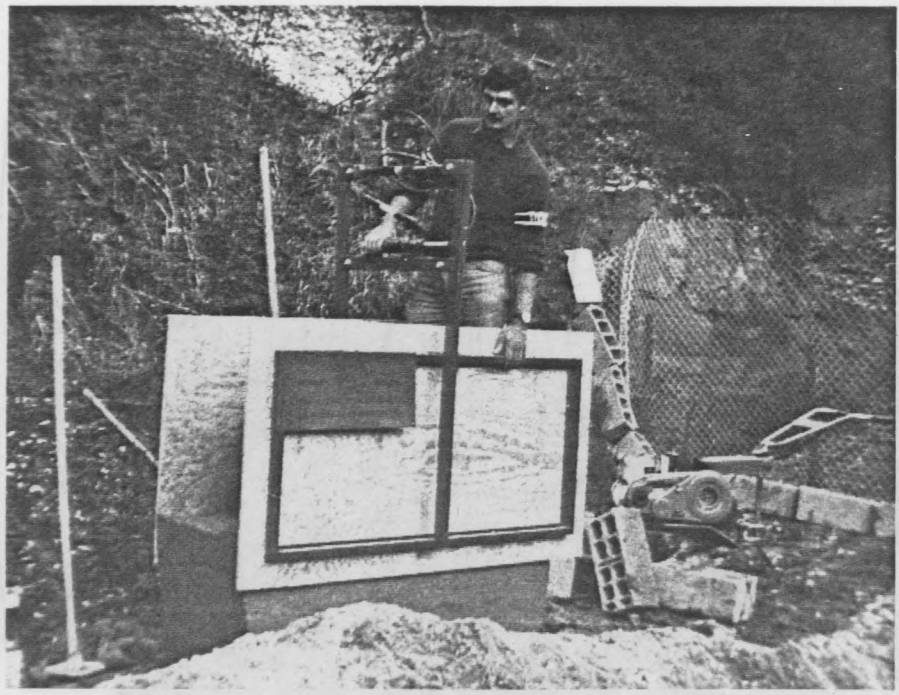


photo J. GUMBAU

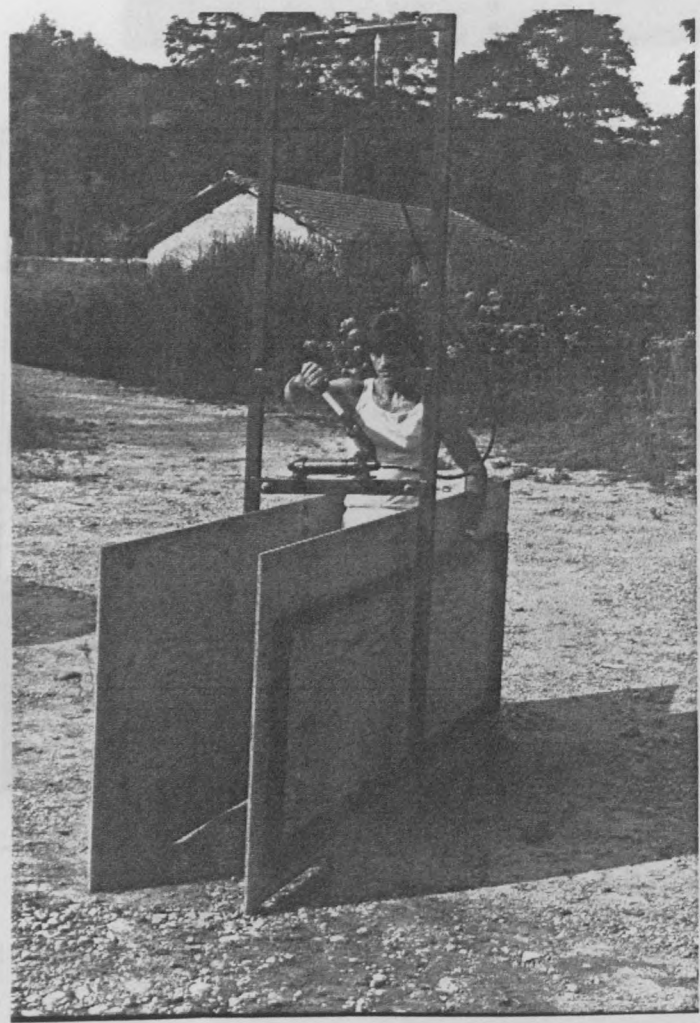
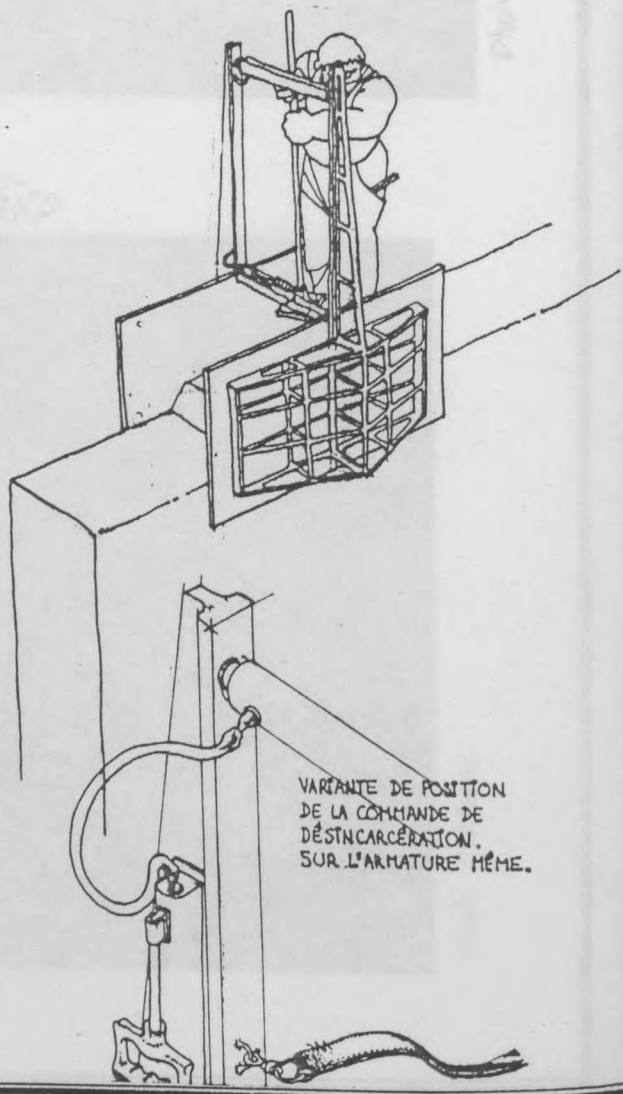


photo J. GUMBAU



• LE VILLAGE TERRE DE L'ISLE D'ABEAU

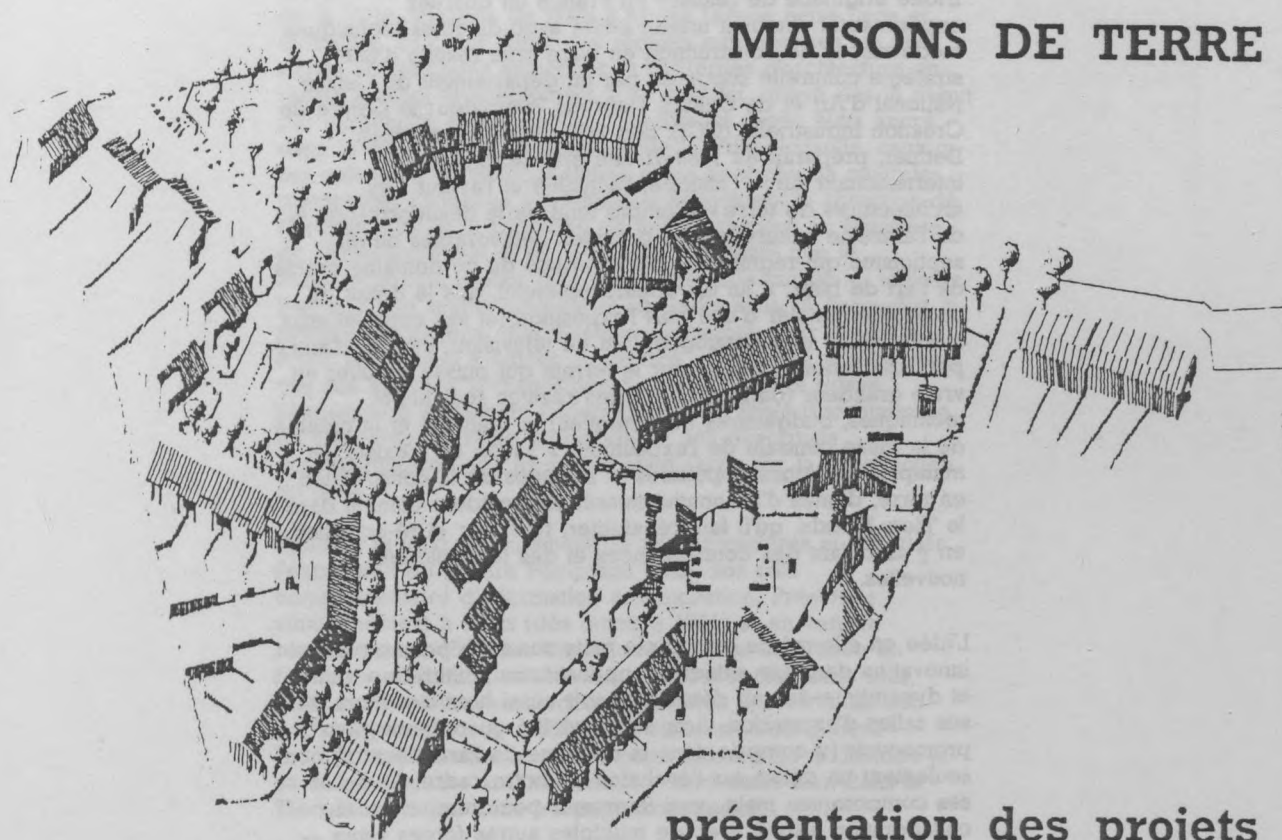
- On ne développera pas ici le contexte du lancement de l'opération expérimentale de l'Isle d'Abeau, portée au départ par Jean Dethier, architecte-conseil du C.C.I. qui concevait l'exposition "des Architectures de Terre" en 1981 et qui entrevoyait d'emblée l'intérêt et même la nécessité d'un prolongement opérationnel de la réflexion et du débat porté par l'exposition. Après une prise de contacts dans la région Rhône-Alpes qui fut disposée à accueillir cette expérience dans le cadre de la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau, engageant ainsi l'aménageur de la ville nouvelle, l'EPIDA, et un constructeur régional, l'OPAC de l'Isère, un concours fut lancé par le Plan-Construction dans le cadre d'un prolongement de la thématique d'appel d'offres "matériaux, composants, techniques de construction et environnement" exprimée en 1979. L'opération de l'Isle d'Abeau fait aussi intervenir, outre la Direction de la Construction, la Direction de l'Architecture, l'Institut français d'Architecture, et plusieurs partenaires techniques dont le CRATerre (assistance technique et architecturale), le CSTB de Grenoble (essais sur matériaux), l'E.N.T.P.E. et l'I.R.I.G.M. (analyse des terres) et SOCOTEC (Contrôle technique), 10 équipes d'architectes sélectionnées sur concours (1981) et 9 entreprises.

Les objectifs de l'opération sont bien sûr associés à une tentative de réactualisation de la construction en terre dans le cadre de possibles applications sur le marché intérieur français et sur le marché extérieur en constituant une "vitrine" des savoir-faire français. De même, c'est dans une approche technique, architecturale économique et sociologique globale que les concepteurs devaient proposer les meilleures expressions de la construction en terre dans les conditions de site et de climat de l'Isle d'Abeau. En matière de coût, considérant l'aspect expérimental de l'opération, il n'était pas envisagé d'atteindre un coût de revient inférieur au prix de référence de la construction sociale : le plan-construction prend en charge un dépassement de coût dans les limites habituelles des réalisations expérimentales, soit 10 % à 15 % (10 % ce sont avérés suffisant). On ne s'illusionne pas, au départ sur la possibilité de réaliser par la suite, au-delà de l'expérience, de l'habitat social en terre dans des conditions économiques satisfaisantes mais on entend pouvoir répondre à une demande culturelle qui se manifeste pour le secteur formel, en France. Le "Village Terre" de l'Isle d'Abeau ne saurait être non plus un exemple transposable sans adaptation sur les marchés extérieurs mais il contribuerait à fortifier la compétence française à travers quelques acteurs sélectionnés qui pourraient être amenés par la suite, à intervenir à l'étranger. Les concepteurs peuvent employer plusieurs techniques de construction en terre (pisé, blocs compressés, terre-paille, adobe) mais on évitera d'utiliser des techniques non encore expérimentées ou n'ayant pas

confirmé des résultats prometteurs. Ce sont finalement les techniques du pisé non stabilisé ou stabilisé, du bloc de terre vibro-compacté et hyper compressé (pour les aménagements extérieurs uniquement) et de la terre-paille qui furent retenues par les architectes. Ceux-ci disposaient au départ, pour concevoir leurs projets d'un document technique de référence élaboré par le CRATerre : "Recommandations pour la Conception des bâtiments du Village Terre de l'Isle d'Abeau" et commandité par le Plan-Construction. Ce document devait fournir aux concepteurs et aux entrepreneurs tous les éléments techniques, économiques et architecturaux utiles à une conception et à une mise en oeuvre raisonnée de leurs projets. S'il s'est avéré que les architectes disposèrent du document et qu'ils ne l'ont pas tous étudié suffisamment, les entrepreneurs, eux, n'en disposèrent pas. En effet, les marchés de gré à gré, sur proposition des architectes ne présentèrent pas, pour la plupart, ce document aux entrepreneurs. La relation architectes-entrepreneurs était donc faussée au départ et entretint des confusions de langage technique qui s'avèrent préjudiciables par la suite, notamment pour les chantiers réalisés en pisé. Cette collaboration indispensable de l'architecte et de l'entrepreneur, en amont de la mise en oeuvre, dès le stade des choix techniques et architecturaux, des systèmes constructifs, n'a pu être possible et ce ne sont finalement que des relations d'ajustement permanent des choix, sur le chantier, qui prévalèrent. Cette situation contribua largement à grever la charge d'entreprise déjà alourdie par le côté expérimental de l'opération et, trop souvent, par un manque de savoir-faire qui obligea à de nombreux tâtonnements. Si l'on ajoute à cette charge des choix architecturaux qui ne furent pas toujours posés en fonction de la logique propre du matériau terre, mais plutôt selon la logique du béton banché, on comprend fort bien qu'il y ait eu quelques difficultés à faire une bonne démonstration technique de rendements d'exécution acceptables, de qualité d'exécution soignée et d'économie des coûts. Malheureusement, ce sont là encore les entrepreneurs qui patirent de cette confusion d'ensemble. Néanmoins, l'opération, pour expérimentale qu'elle est, se situe assez bien dans les objectifs énoncés et le surcoût, lorsqu'il en est, reste dans des limites acceptables. L'opération conserve le mérite d'avoir contribué à une amélioration des savoir-faire de quelques uns des partenaires et d'être effectivement considérée comme une "vitrine" que viennent admirer ou critiquer de nombreuses personnes, dont beaucoup de délégations étrangères.

l'isle d'abeau — ville nouvelle

MAISONS DE TERRE



présentation des projets

(PLAQUETTE EPIDA & SGYN.)

Réalisation : D. GREZES . A LOZACH'MEUR
C. TIRARD

INTRODUCTION par Jean DETHIER

L'idée originelle de réaliser en France un quartier expérimental d'habitat urbain édifié avec diverses techniques modernisées de construction en terre crue résulte d'une stratégie culturelle suggérée par un département du Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou: le Centre de Création Industrielle (CCI). Son architecte-conseil, Jean Dethier, préparait en 1980-81 une grande exposition internationale sur: «l'histoire, l'actualité et l'avenir des architectures de terre». Compte tenu de la désinformation et de l'amnésie culturelle, des préjugés défavorables ou du septicisme qui régnaient alors à propos de ce domaine précis de l'art de bâtir, il lui est apparu essentiel, dès le début du projet, de jumeler d'une part l'exposition (et ses compléments médiatiques: livre-catalogue, film de télévision, etc.) et d'autre part une action concrète sur le terrain qui puisse prouver en vraie grandeur (dans le cadre des réalités sociales et techniques, budgétaires et juridiques) le réalisme et la fiabilité de la thèse centrale de l'exposition: à savoir qu'il existe de multiples traditions populaires et savantes de la construction en terre, dignes d'un nouvel intérêt en Occident comme dans le Tiers-Monde, qu'il faut réhabiliter, revivifier et ré-actualiser en y associant des connaissances et des technologies nouvelles.

L'idée en elle-même est simple mais constitue pourtant une innovation dans son éthique: une institution culturelle vivante et dynamique devrait désormais agir aussi hors des murs de ses salles d'exposition. Agir sur la réalité quotidienne pour y promouvoir (y compris dans le domaine de l'architecture) non seulement un débat sur l'évolution de notre cadre de vie et ses composantes mais aussi intervenir pour susciter — en collaboration étroite avec de multiples autres forces vives — des réalisations pilotes qui puissent à leur tour faire avancer de façon concrète l'expérimentation et la mise en pratique d'idées nouvelles. En bref: susciter des chantiers ayant une force d'innovation qui puisse à la fois inclure et dépasser la dimension culturelle des enjeux de nos sociétés en mutation.

C'est avec cette intention que le CCI a, dès 1980, cherché à détecter dans la région Rhône-Alpes des partenaires pour un

(plaquette EPIDA . SQVN)

LES PROJETS EN PISE

Tout en revenant à la stricte application de la technique du pisé dans le cadre du "Village Terre", précisons d'ailleurs que 3 des projets sont bâtis en pisé et qu'un 4ème l'adoptera également. Cette technique qui est donc largement majoritaire.

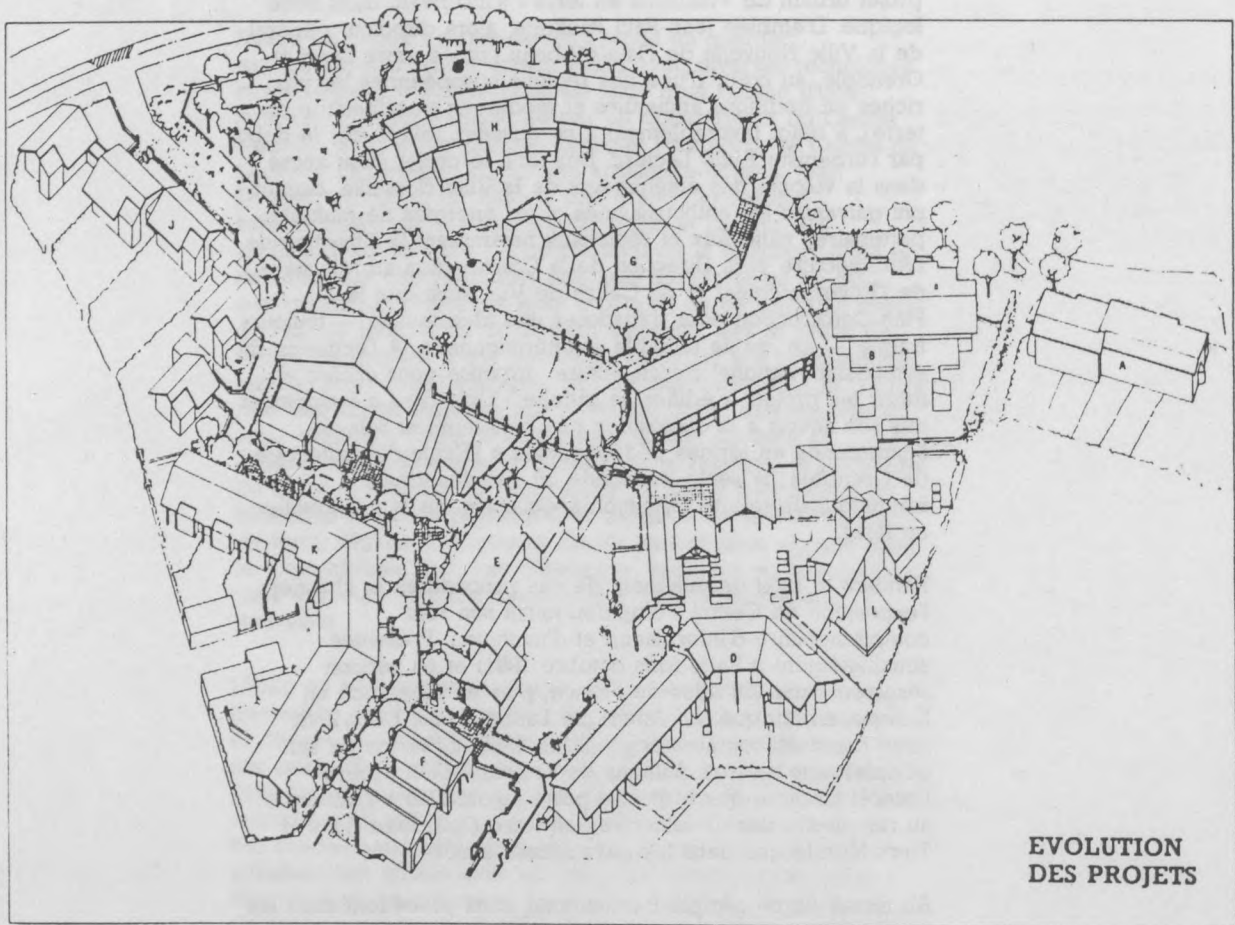
projet urbain de « maisons en terre » s'inscrivant dans cette logique. D'emblée Jean-Paul Paufigue, alors directeur général de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (située entre Lyon et Grenoble, au cœur d'une des régions européennes les plus riches en traditions anciennes et modernes d'architecture en terre), a réagi favorablement à ce dessein, relayé dès le début par l'urbaniste Alain Leclerc. Dès lors, le projet étant ancré dans la volonté des aménageurs de la Ville Nouvelle, ceux-ci ont galvanisé les enthousiasmes et les énergies de multiples partenaires nationaux et régionaux notamment la Direction de l'Architecture et la Direction de la Construction au Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, ainsi que le Plan-Construction pour transposer une idée initiale — toujours fragile — en réalité tangible et opérationnelle. A l'occasion du symposium national d'architecture, organisé pour choisir et mûrir les projets à édifier, le groupe « Craterre » a notamment mis son savoir à la disposition des bâtisseurs et relayé l'expérience en termes pédagogiques à l'Ecole d'architecture de Grenoble: la seule au monde où soit désormais institutionnalisée une formation spécialisée sur la construction en terre.

Pendant le long déroulement de ces procédures et chantiers, l'exposition du Centre Pompidou jouait son rôle complémentaire d'information et d'incitation. Présentée simultanément à Paris (dès octobre 1981) et en version résumée dans 150 villes de France, puis en itinérance en Europe, en Afrique, en Amérique Latine et aux Etats-Unis, cette manifestation aura accueilli en 1985 (au terme de son périple) plus de trois millions de visiteurs. Ceci prouve l'intérêt tangible que le public porte aujourd'hui à l'histoire et au renouveau des architectures en terre aussi bien dans le Tiers-Monde que dans les pays industrialisés.

Au terme de ce périple international, sans précédent dans les annales des musées, on évoque maintenant le projet de « rapatrier » cette exposition pour la transformer en musée (sous l'égide d'institutions locales de la région Rhône-Alpes) où elle deviendrait définitivement le complément qu'elle a toujours voulu être par rapport aux « maisons de terre » de l'Isle d'Abeau.

(plaquette EPIDA & SQVN)

INTRODUCTION par Jean DESTIER



(plaquette EPIDA & SQVN.)

• LES PROJETS EN PISE

Pour en revenir à la stricte application de la technique du pisé dans le cadre du "Village Terre", précisons d'emblée que 5 des projets sont bâtis en pisé et qu'un 6ème îlot adoptera également cette technique qui est donc largement majoritaire.

L'îlot B

Tout d'abord, le projet de l'architecte Jean Vincent Berlottier, de Bourg-en-Bresse, qui fut réalisé par l'entreprise Barberot de cette même ville. Le projet compte 4 logements mitoyens groupés sous un même toit, en R + 2, avec une animation de façade Nord par des volumes cylindriques abritant des celliers, rangements et escaliers, et une façade sud constituée de serres. Du point de vue technique, les fondations sont en béton, réhaussées d'un sous-bassement en béton de 80 cm et les murs sont réalisés en pisé traditionnel, de 50 cm d'épaisseur. Ces murs recevront un enduit au plâtre à l'intérieur et seront bardés de bois à l'extérieur, excepté pour les cylindres qui restent en pisé apparent. La maçonnerie en pisé constitue des murs de refend prolongés par les volumes cylindriques, côté nord, et par des têtes de mur à fruit, côté sud, qui recevront l'ossature bois des serres. Les planchers sont en bois ainsi que la charpente, de facture traditionnelle, certaines solives des planchers, dépassantes, permettent la mise en place d'une ossature bois extérieure maintenue par des clefs en bois qui fait office de chaînage. L'aspect d'ensemble du bâtiment est assez rustique tout en ayant une certaine élégance.

L'entreprise Barberot a opté pour l'emploi de banches en bois traditionnelles, longues et pesantes, qui furent difficiles à manipuler, notamment au fur et à mesure de l'élévation des murs. Le damage était prévu traditionnel au départ, ce qui fut fait pour une première banchée puis l'entrepreneur, réfractaire au début, accepta d'investir dans un fouloir pneumatique. L'entreprise Barberot est notoirement connue dans la région bressane pour son activité de restauration et de réhabilitation de bâtiments anciens et de monuments historiques et c'est donc avec un grand soin qu'elle réalisa ce chantier. Par ailleurs, l'architecte effectua une conception d'exécution suffisamment élaborée pour que l'opération se réalise dans de bonnes conditions. Les pisés obtenus sur ce bâtiment sont de belle facture, malgré quelques détails dont la fonction est plus esthétisante que technique (reprises de chaux aux banchées par exemple) et l'ensemble de cette équipe architecte-entreprise semble avoir acquis un bon savoir-faire qui leur permet sans doute d'envisager d'autres programmes. Ce chantier de l'îlot B a finalement été appréhendé sur un mode

très traditionnel et n'a pas réellement apporté de plus-value quant à une réactualisation résolument inovante. Quelques choix constructifs demeurent intéressants et la conception d'ensemble est assez bien adaptée au pisé ; les résultats sont très satisfaisants dans les limites d'innovation expérimentées.

L'ANNÉE 8

[The text in this section is extremely faint and largely illegible. It appears to be a list or detailed notes related to the project, possibly including dates and specific observations.]

ILOT B

B



Equipe :

Architecte : **Jean Vincent BERLOTTIER**
19 avenue Alsace Lorraine 01000 BOURG EN BRESSE
Tél. (74) 22.53.93.

Structure : **CAILLAUD et CHAPUIS**
3 Avenue d'Arsonval Z.I 01100 BOURG EN BRESSE
Tél. (74) 23.37.99

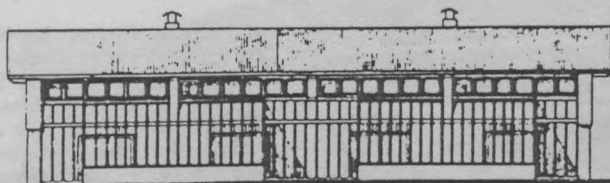
Thermicien : **THERMTEC**
29 rue Pascal 01100 OYONNAX
Tél. (74) 77.15.09

Programme : 4 logements répartis en 2.4P et 2.5P en bande.

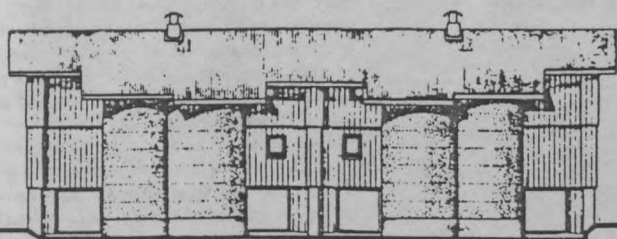
Technique de construction : murs en pisé, planchers en bois.

Entreprises :
Maçonnerie : **BARBEROT** 1 rue de la Citadelle
01000 BOURG EN BRESSE Tél. (74) 21.57.13
Charpente couverture bardage bois menuiseries extérieures :
VIAL PRIAY 01160 PONT D'AIN Tél. (74) 35.65.11

Date de démarrage : 20 Juin 1983.



SUD

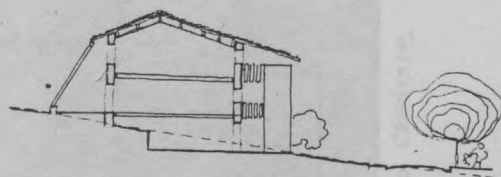
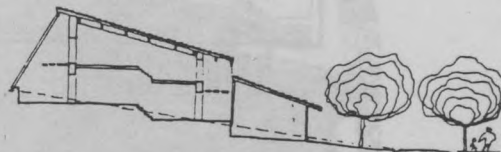


NORD

Architecture.

Les quatre logements sont mitoyens et regroupés sous un seul grand toit découpé. Les façades sont animées au Nord par des volumes cylindriques abritant celliers et rangements, et au Sud par des serres habitables sur séjour.

L'étude de l'implantation des logements a amené l'équipe à proposer deux solutions : une solution "rampante" qui distribuait les différents espaces de l'habitation suivant la pente, et une solution "verticale" avec les garages sous l'habitation. C'est cette dernière proposition, plus économique de 12 % car nécessitant un moins grand développé de fondations et de toiture, qui a été choisie.

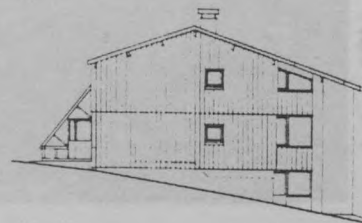
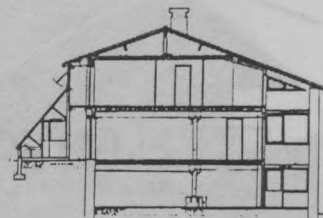


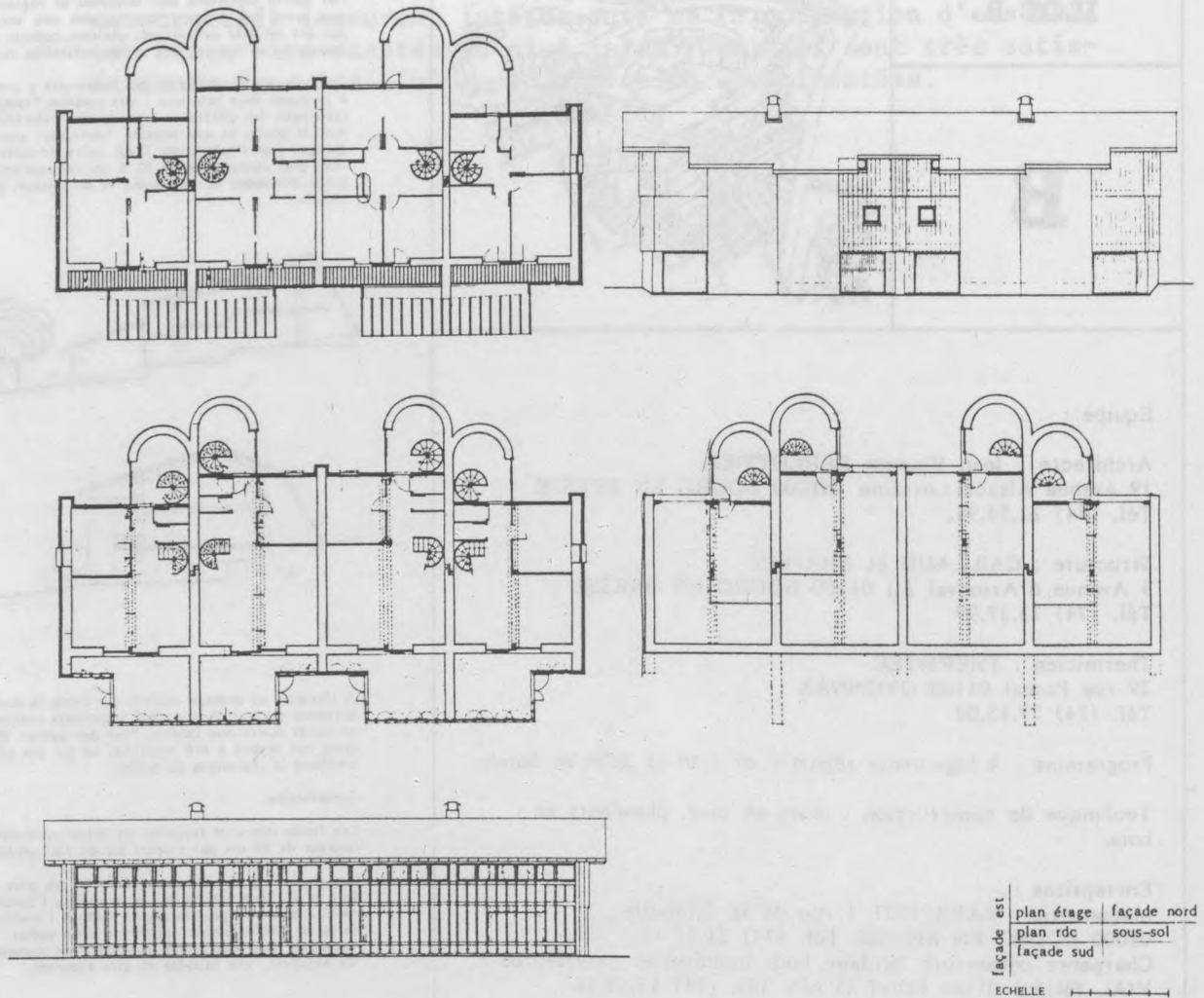
A l'origine un passage couvert sur toute la hauteur du bâtiment permettait aux deux logements centraux d'avoir un accès direct aux jardins. Pour des raisons économiques, cet espace a été supprimé, ce qui par ailleurs a amélioré la thermique du projet.

Construction.

Les fondations sont réalisées en béton cyclopéen sur une hauteur de 80 cm par rapport au sol fini extérieur.

Les murs en pisé traditionnel font 50 cm pour les niveaux R-1 et R. Pour économiser le matériau, l'épaisseur est réduite à 40 cm pour le niveau R+2. A l'intérieur, la terre est généralement recouverte d'un enduit plâtre. Cependant quelques parois, notamment les panneaux derrière les escaliers, sont laissées en pisé apparent.





actualités
**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

NUMERO
19

(ARTICLE A. PELISSIER in ACTUALITES n°19
REVUE PLAN CONSTRUCTION & HABITAT)

Ilots B et L (Jean-Vincent Berlotier)

Avec l'îlot B, Jean-Vincent Berlotier a voulu créer un « Palais de l'Autarcie ». Si cette volonté s'est avérée difficile à réaliser sur le plan des fonctions de l'habiter pour des raisons économiques, il semble qu'elle ait abouti à de meilleurs résultats avec la tentative de faire renouer les entreprises locales avec le savoir-faire du pisé.

Les essais in-situ ont permis de tester les capacités du pisé. Au vu des résultats sur les premiers murs, on est frappé par la très grande présence de la terre dans les parois courbes encadrées de béton de chaux pour la protection des angles. Cette force d'expression est remarquable.

Bien que second du concours restreint, J.-V. Berlotier a conçu le projet de la parcelle dominante, qui sera marqué d'un belvédère balayant largement le paysage. L'architecte éprouve de grandes difficultés à conclure le montage de l'opération, et pour des raisons d'économie, le bloc sera préféré au pisé.



photo CRATERRE



photo CRATERRE

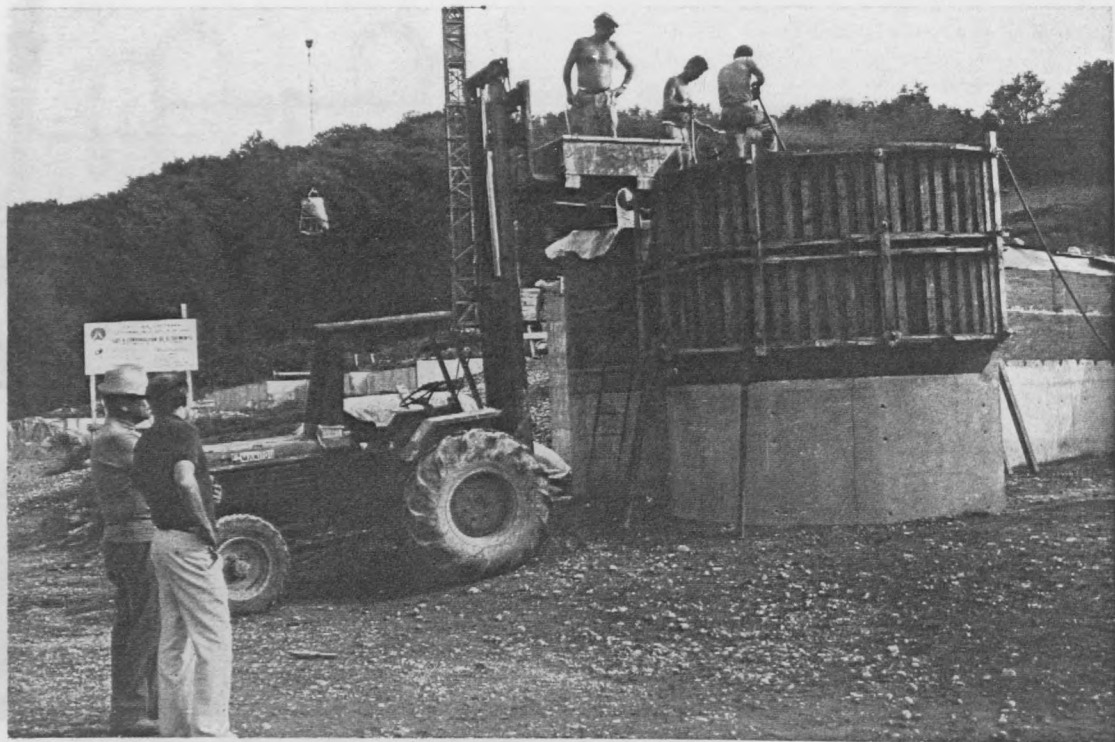


Photo CRATERRE -

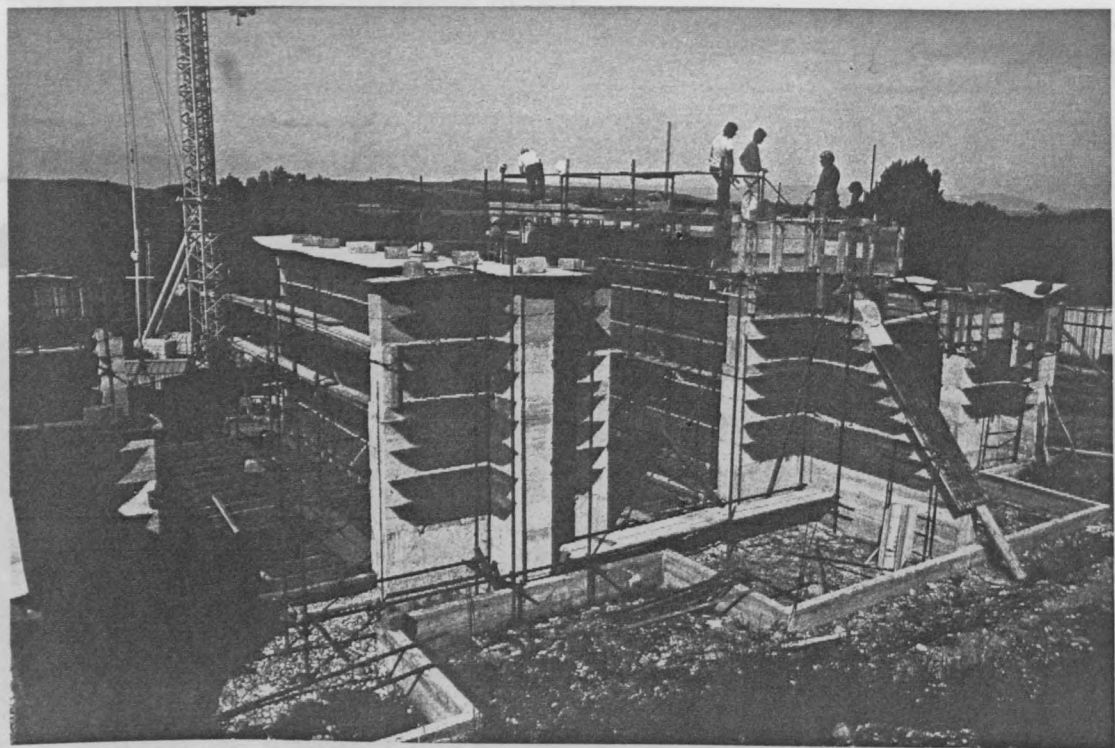
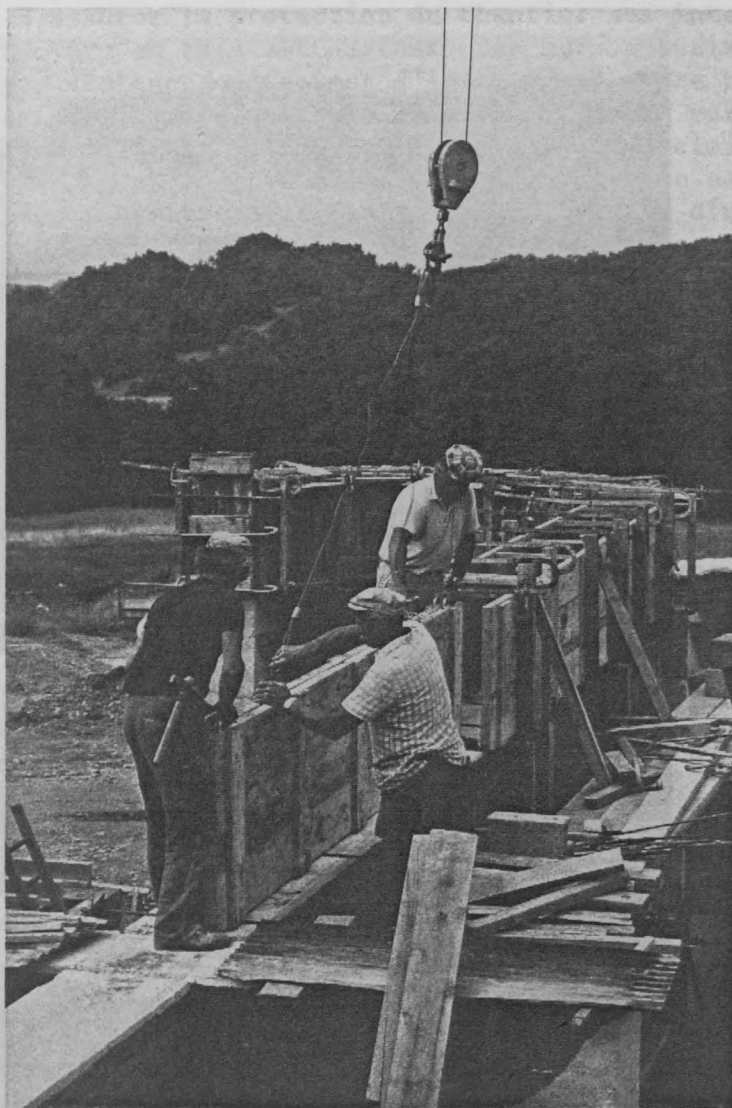


Photo T. JOFFROY

D'ART

L'architecte Serge Luyt a également choisi le pise et s'est
inspiré de l'aspect des grands bâtiments agricoles de la région
pour grouper les logements autour d'une seule toiture. L'idée
qui a prévalu à la conception de ce projet est celle des "bonnes
boîtes et du bon bois" qui a été exprimée par la conception
générale d'une structure en bois supportant la toiture et



(photo T. JOFFROY)

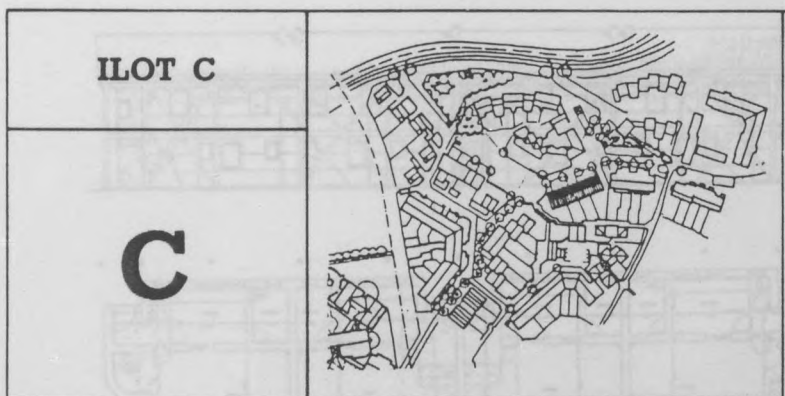


photo T. JOFFROY

L'îlot C

L'architecte Serge Jauré a également choisi le pisé et s'est inspiré de l'aspect des grands bâtiments agricoles de la région pour grouper 4 logements mitoyens sous une même toiture. L'idée qui a prévalu à la conception de ce projet est celle des "bonnes bottes et du bon chapeau" qui a été exprimée par la conception préalable d'une structure en bois supportant la toiture et destinée à assurer la protection du chantier aux intempéries. Cette structure en bois est distante des murs extérieurs en pisé de 1 mètre, distance qui permet d'insérer une serre pour chaque appartement en façade sud. Le pisé est utilisé en murs extérieurs porteurs des planchers du niveau 1 alors que les cloisons sont réalisées en blocs compressés. L'idée du parapluie est ingénieuse mais on peut regretter ainsi l'emploi pléthorique d'un double système structural. Par ailleurs, la présence de cette structure en bois s'est avérée gênante pour la manipulation du matériel de chantier, pour la circulation aux abords et pour une libre circulation transversale, ne favorisant pas une bonne distribution des matériaux et une bonne coordination des oeuvres. Il est aussi vrai que le terrain de cet îlot est exigu, cerné de toute part et qu'il ne facilite pas les accès et les mouvements. Si la façade Nord est assez bien conçue, rectiligne avec seulement deux retours d'angles extérieurs et deux retours d'angle au centre du panneau à l'endroit des accès des logements centraux, la façade sud pâtit de cas de figure de murs en "T" et en "Z" qui furent difficiles à exécuter. On remarquera aussi que le dessin de ce projet, en rez-de-jardin, donne une part importante à de petites ouvertures dont certaines sont trop voisines et exigent la construction d'un petit trumeau. Un problème majeur s'est donc posé pour ce projet qui fut le calepinage des banchées et qui n'a pas trouvé de solution très satisfaisantes malgré une tentative de simplification par l'emploi de joints secs aux allèges des plus grandes baies. L'entreprise Marquis Construction qui exécuta le début du projet s'en tira malgré tout fort bien et manifesta une volonté d'adaptation de la technique en imaginant des banches métalliques assez légères et manipulables avec un palan fixé à la charpente. La nécessité de réaliser régulièrement des joints secs aux allèges obligea à employer très souvent des portes dans les banches qui contribuèrent à ralentir considérablement l'exécution. Le pisé, damé au fouloir pneumatique fut malgré tout de belle facture pour la façade Nord. La façade Sud souffre de la complexité de sa conception qui obligea à de trop fréquentes manipulations de banches et un aboutage des banchées dont la longueur, trop petite, du fait d'une conception sous forme de petits trumeaux, contribua à réduire leur résistance. L'entreprise "Terre et Soleil" qui a repris la fin du chantier a en partie fait les frais d'une

conception un peu trop complexe qui n'apparaissait pas immédiatement au vu du dossier de plans (trop sommaire) et aussi d'un manque d'adaptation de sa part pour définir une banche et un calepinage qui auraient été mieux adaptés. Dans ce type de projet, le calage préalable des tableaux de baies en bois, inclus dans l'épaisseur des banches qui auraient pu être alors plus longues (1/4 de la périphérie de projet) auraient sans aucun doute facilité le travail. Mais il est vrai que la livraison sur le chantier des cadres en bois prit trop de délais pour permettre cette procédure. Pour cet îlot, problèmes donc de conception architecturale, de manque d'adaptation et de savoir-faire de l'entreprise et problème majeur de coordination des oeuvres qui n'ont pas facilité la tâche.



Equipe :

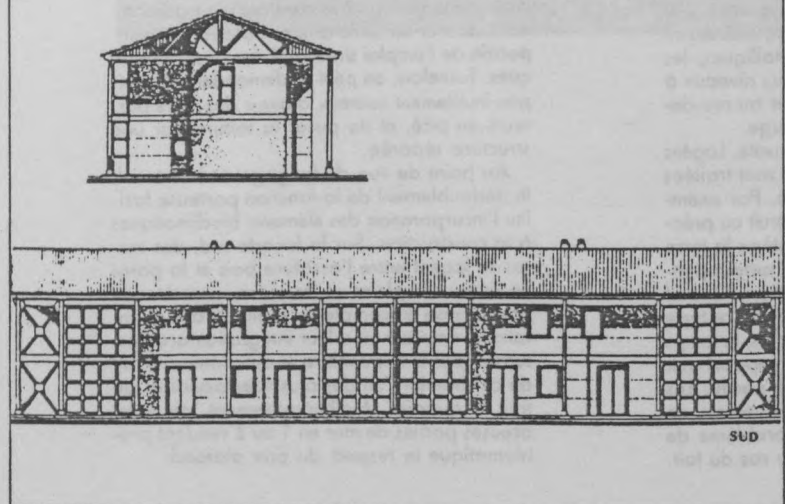
Architectes : Serge JAURE, François CONFINO
Jean-Pierre DUVAL
11 rue Docteur Serres 30100 ALES
Tél. (66) 52.39.65.

Thermicien : GEFOSAT, Thierry SALOMON
6 rue d'Alger 34000 MONTPELLIER

Programme : 4 logements répartis en 2.4P et 2.5P en bande.

Technique de construction : ossature extérieure en bois,
murs en pisé, planchers en béton.

Chantier : entreprise générale MARQUIS 30400 MONTFRIN
puis repris par l'entreprise TERRE ET SOLEIL.
Date de démarrage : 1er Juin 1983.



Architecture.

A l'image des grands bâtiments agricoles de la région, les 4 logements sont groupés sous un même grand toit.

Fidèle à la règle de constructions en terre ("bonnes bottes et bon chapeau"), une structure bois supportant la toiture est construite en premier permettant d'édifier murs et planchers à l'abri des intempéries.

Cette structure extérieure est distante des murs d'un mètre. Elle permet ainsi d'insérer en façade Sud, et pour chaque appartement, une serre d'agrément. A l'étage un balcon donne dans cette serre qui s'élève sur deux niveaux.

A l'origine, deux passages traversaient le bâtiment et permettaient l'accès direct aux jardins privatifs situés au Sud. Ils offraient par ailleurs la possibilité d'agrandir les deux logements centraux à l'étage sans rajouter d'excroissance. L'analyse économique du projet a amené l'équipe à supprimer ces passages afin de réduire le prix de revient. La juxtaposition des appartements ainsi obtenue améliore d'autre part la thermique du projet.

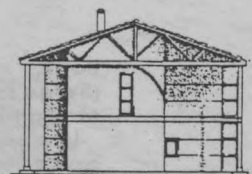
Afin d'avoir un plus grand dégagement des jardins privatifs, les quatre places de garages couvertes ont été transférées de l'autre côté de la voirie sur l'ilot G.

Construction.

Le projet utilise la terre sous deux de ses formes : le pisé banché (40 cm d'épaisseur) pour les murs porteurs, assurant ainsi une bonne isolation thermique, et les blocs compressés pour les cloisons. Le pisé laissé apparent sur la façade extérieure est protégé par la toiture débordant largement. Les briques creuses de terre stabilisée des cloisons sont enduites sur les deux faces.

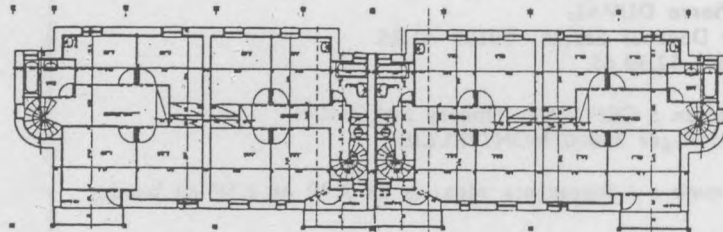
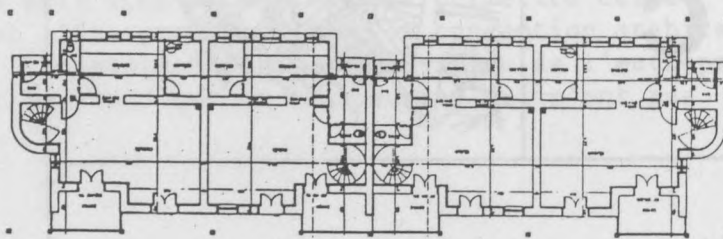
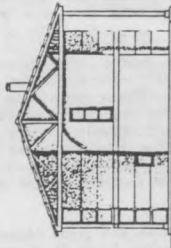
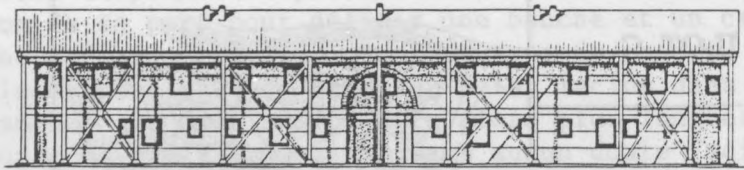
Les planchers sont en système "PPB".

Les abris de jardin sont construits en blocs compressés avec une charpente traditionnelle.



façade est
façade nord
plan étage
plan rdc
façade sud
façade ouest

ECHELLE



actualités
**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

NUMERO
19

(ARTICLE A. PELISSIER)

**Ilot C
(Serge Jauré, avec François Confino
et Jean-Pierre Duval)**

Le projet de Serge Jauré frappe par sa grande simplicité. Entérinant le principe du bâtiment-îlot, il emprunte la forme générale aux hangars agricoles de la société industrielle. Sous un large toit à deux faibles pentes soutenues par des poteaux de bois provisoirement contreventés par des câbles métalliques, les maisons accolées logent leurs deux niveaux à la typologie d'aire : la partie jour au rez-de-chaussée et la partie nuit à l'étage.

Le toit confère à l'ensemble son unité. Logées à la même enseigne, les maisons sont traitées avec un esprit de rationalisation. Par exemple, le grand toit débordant, construit au préalable sur sa propre ossature, protège la terre après le chantier, bien sûr, mais surtout pendant toute la phase de construction. Quand l'on sait le temps perdu avec la pluie, ce type de solution est avantageux. Toutefois, le temps gagné en début de chantier, par rapport aux autres opérations en pisé, a été perdu. Les murs de terre étant damés mécaniquement, on n'a pas résolu correctement le problème de l'achèvement du mur parvenu au ras du toit.

Pendant quelque temps, on a effleuré l'idée de finir les murs par des blocs, ce qui était insatisfaisant moralement et esthétiquement. On a choisi de damer la terre à la main pour finir, mais cette imprévoyance est regrettable.

La dissociation de la fonction porteuse entre l'armature bois-métal, qui porte le toit, et les murs de pisé, qui portent les planchers, provoque un dédoublement de la façade qui incite à une double lecture : l'image d'une ossature industrielle intégrant la construction traditionnelle du mur en terre affiche l'aspect contemporain de l'emploi simultané des deux techniques. Toutefois, on peut se demander s'il n'est pas inutilement coûteux d'avoir des murs porteurs en pisé, et de poser la toiture par une structure séparée.

Au point de vue du langage architectural, le dédoublement de la fonction porteuse facilite l'incorporation des éléments bioclimatiques à la construction. Sur la façade sud, des serres se logent entre l'ossature bois et la paroi en terre. Les pleins et les vides, occasionnés par la prise en compte du climat et des orientations, trouvent ainsi leur intégration architecturale sous le toit unitaire et autonome qui fait de ce chantier l'un des plus spectaculaires de tout le quartier. Malheureusement, de nombreuses parties de mur en T ou Z rendent problématique le respect du prix plafond.



photo CRATERRE -

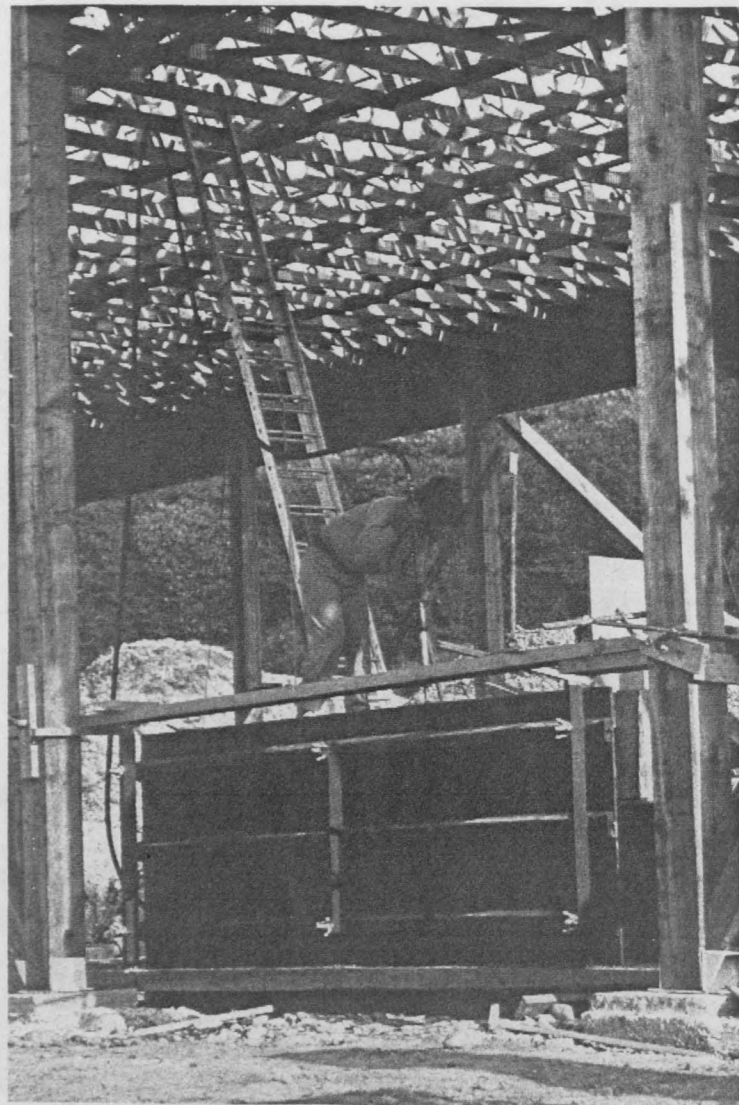


photo CRATERRE -

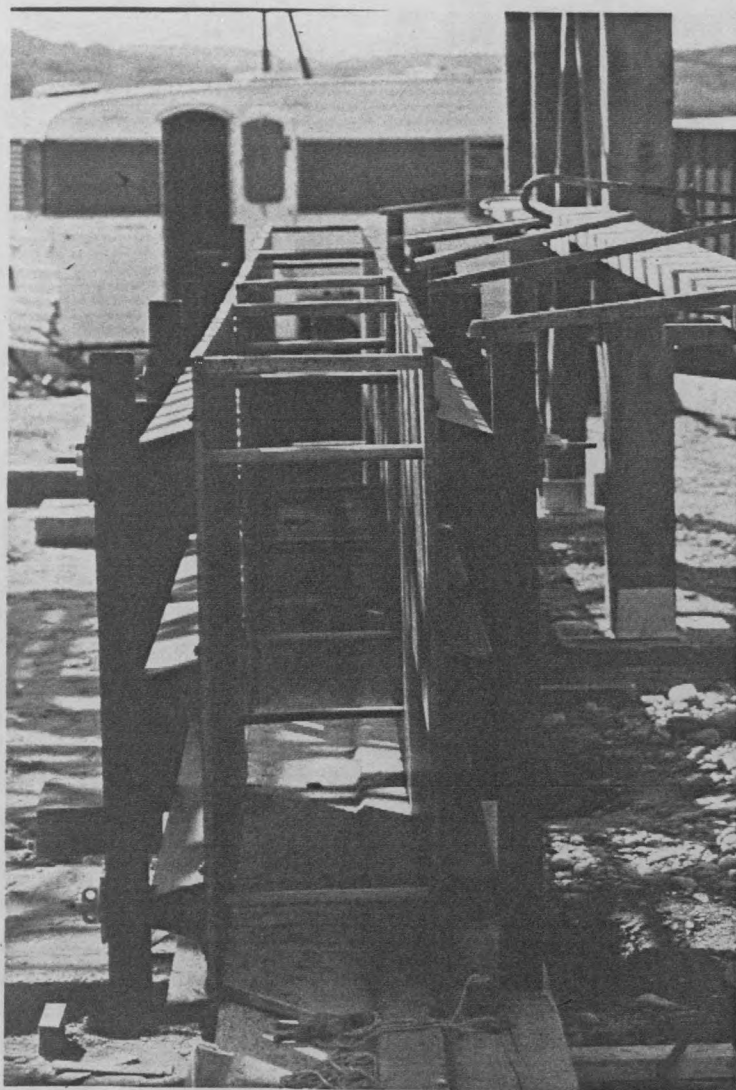
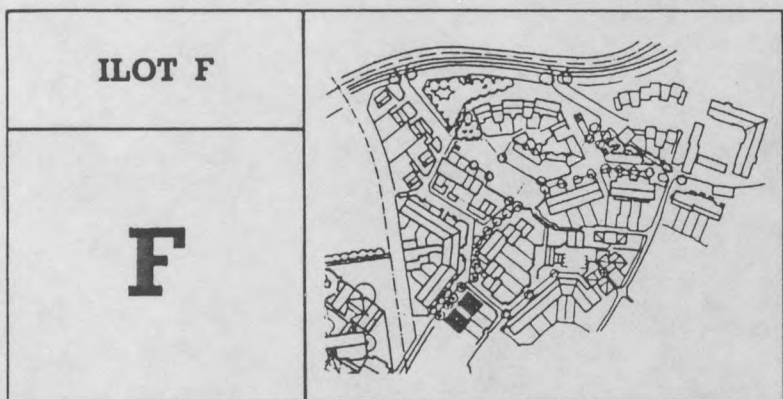


photo CRATERRE.

Ilôt F

Le projet en pisé des architectes Gilles Perraudin et Françoise Jourda, exécuté par l'entreprise Buet-Parnaud est sans aucun doute celui qui a fait la meilleure démonstration d'une réactualisation possible du pisé dans le contexte actuel. Ce projet, bien conçu et exploitant les limites propres de la construction en pisé, est constitué de 4 logements organisés en 2 bâtiments, séparés par un espace protégé, une sorte de petite cour. Chaque bâtiment abrite 2 logements mitoyens sous deux toitures distinctes à 2 pans. Ces toitures sont ainsi constituées de 2 faitages et d'une noue centrale avec de larges débords de rives. L'ossature de cette toiture est traitée en charpente métallique. La structure des bâtiments est constituée de murs extérieurs et de murs de refend porteurs, en pisé, de planchers en bois et d'une charpente métallique recouverte de feuilles de plastique translucide qui constituent une toiture-serre avec stockage sur le plafond plat du dernier niveau. La structure en pisé est traitée de façon très simple, murs droits avec grands retours en façade Nord-Ouest et sans retour en façade Sud-Est, mur de refend également droit avec un retour en "T" en façade Sud-Est et une tête de mur libre en façade Nord-Ouest. Cette conception volontairement simplifiée du gros oeuvre en pisé a permis une belle performance d'exécution de la part de l'entreprise. Guy Buet a opté pour l'emploi d'un coffrage intégral type béton, à panneaux modulaires de petite taille, ajusté par hauteur de banchée. Coffrant successivement chaque mur en assurant un roulement du coffrage de mur à mur successif, les rendements obtenus furent très performants. Cette entreprise est allée jusqu'à réaliser 25 m² de murs en pisé (coffrés 2 faces) soit près de 12 m³ en une seule journée ce qui porte les rendements, pour 3 hommes, à 4 m³/jour ou 0,5 m³/heure, une performance qui égale celles réalisées par des piseurs expérimentés dans d'autres pays où le pisé est en voie de réactualisation (U.S.A. notamment). Le damage a été pneumatique et l'élévation de la terre pratiquée à l'aide d'un manitou qui élevait dans un premier temps des seaux, puis à l'aide d'une grue câblant un godet à déversoir. Les pisés obtenus sont d'une facture exceptionnelle et l'ouvrage en est embelli. Dans le cas de ce projet, on peut confirmer que le pisé peut être actualisable pour peu qu'il y ait à la base une bonne conception architecturale, simple (tout en étant esthétique), une volonté d'entreprise de réaliser un travail soigné et d'adapter une technologie de mise en oeuvre efficace (bien servie par le projet il est vrai) et surtout un dialogue permanent entre l'architecte et l'entrepreneur avec des dossiers d'exécution soignés, une discussion permanente des choix techniques entre les partenaires et un souci de rentabilisation du constructeur. (Appel à la préfabrication des éléments de précadre de baies, en béton).

:



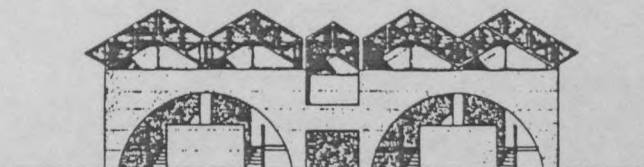
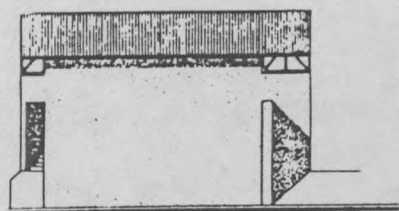
Equipe :

Architectes : **Françoise JOURDA et Gilles PERRAUDIN**
17 rue Justin Godart 69004 LYON
Tél. (7) 839.12.77

Programme : 4 logements de 4P répartis en 2 maisons mitoyennes

Technique de construction : murs en pisé, planchers bois, charpente métallique.

Chantier : entreprise : **BUET-PARNAUD**
01290 PONT DE VEYLE
Date de démarrage : 20 Juin 1983.



Architecture.

Les 4 logements sont organisés en 2 bâtiments, séparés par un espace "protégé" (sorte de petite cour à l'échelle des 4 maisons), regroupant chacun 2 habitations mitoyennes, maisons aux toitures distinctes (2 faitages et une noue centrale par bâtiment).

A l'origine cet espace couvert abritait 2 chambres supplémentaires, au dessus d'un passage. Les plans définitifs ne reprennent pas ce principe.

Les logements conçus sur une trame étroite de 4,00 m, s'organisent verticalement sur 3 niveaux en 5 espaces successifs différenciés par leur fonction domestique, leur adaptation climatique et leur principe constructif.

Les volumes créés reprennent par leur masse et leur traitement architectural (diversité des matériaux) les caractères des hangars agricoles alentours. Le principe d'une façade épaisse (double peau) permet notamment l'organisation d'espaces tampons et de terrasses adaptées aux contraintes d'ensoleillement et de climatisation.

Construction.

Le projet a utilisé différentes technologies qui vont de la terre à la structure métallique en passant par le bois, manifestant un certain désir d'eclectisme constructif.

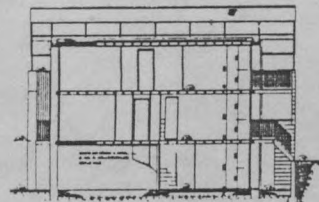
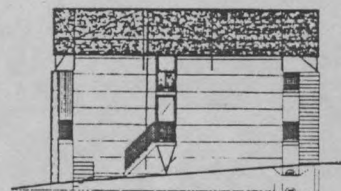
Les refends porteurs organisés sur la trame de 4,00 m sont en pisé de 40 cm d'épaisseur, banché sur un soubassement béton de 80 cm de hauteur.

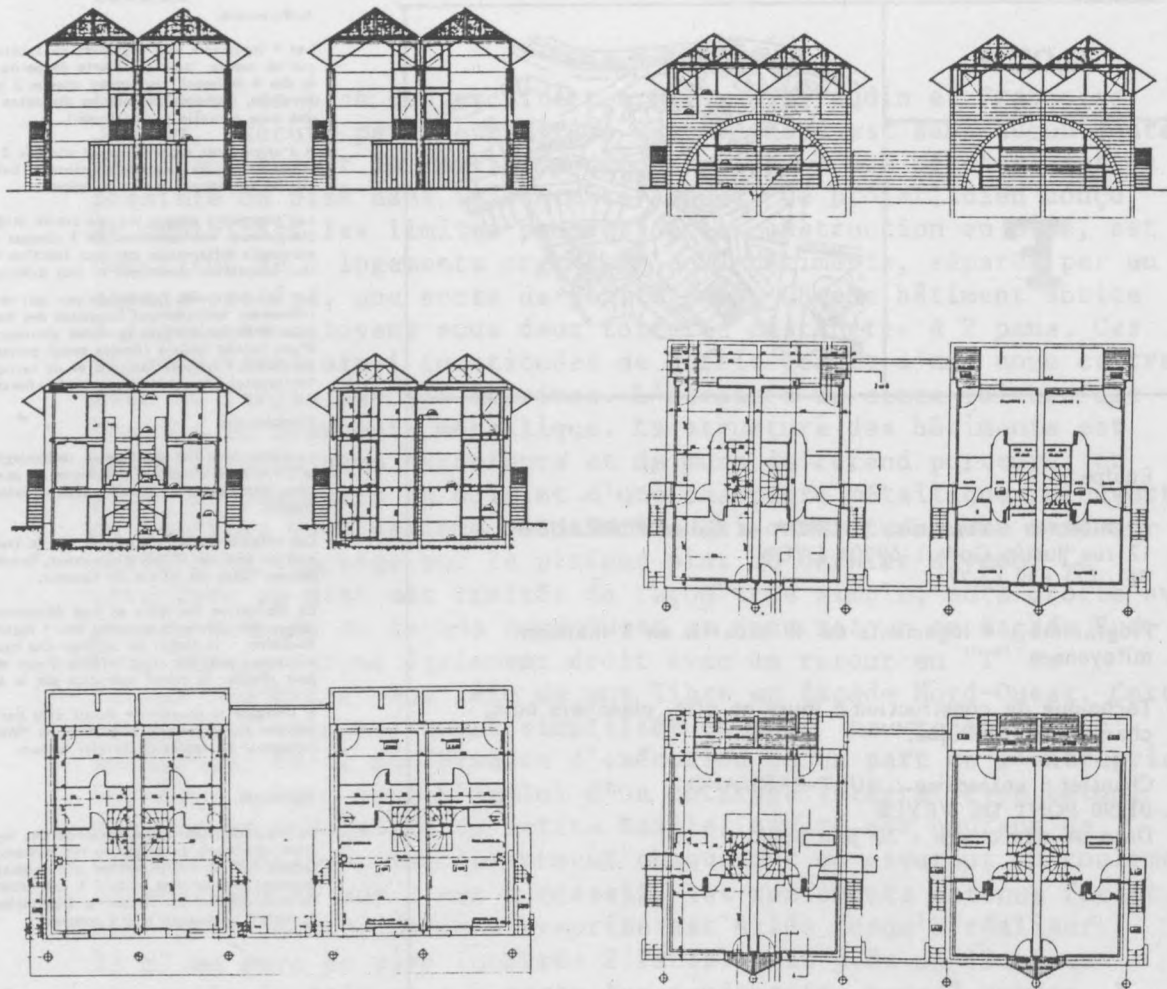
La réalisation des murs en pisé nécessite une mise en oeuvre des éléments porteurs des 4 logements par roulement : le temps de séchage des hauteurs d'assise exécutées pour les trois refends d'une maison est utilisé pour réaliser la même opération sur la seconde.

A l'origine la couverture devait être partiellement réalisée en verre pour constituer un "mur trombe" horizontal au dessus du dernier niveau.

Thermique.

La régulation thermique naturelle des logements est un point important du projet où les espaces tampons en façade N.O et S.E jouent un rôle essentiel. L'aspect compact des volumes associé à une isolation intérieure du pisé amènent un niveau de déperdition minimum. Le mur "trombe" en toiture a été conservé.





actualités
**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

NUMERO
19

(ARTICLE A. PELISSIER)

Ilot F

(Françoise Jourda et Gilles Perraudin)

Le projet présenté par l'équipe lyonnaise est celui dont le parti-pris architectural s'affiche le plus clairement. « Ce projet refuse l'alternative passéiste-culturaliste versus moderniste-internationaliste. Il prétend montrer que la seule voie d'un réel ancrage culturel passe par le prolongement d'une manière de penser traditionnelle, c'est-à-dire rationaliste. Ainsi, la rigueur du travail et de l'expression aboutit à l'apparenter aussi bien au mégaron mycénien qu'aux hangars agricoles, par les archétypes qui le fondent. C'est donc une architecture "vernaculaire-internationale" ».

Quant à la terre, il s'agit de démontrer qu'un matériau traditionnel peut être mis en œuvre et revalorisé par une problématique

actuelle. Pour cela, il faut utiliser les qualités du matériau et les faire ressortir. S'ils ont choisi le pisé, c'est d'abord pour le confort réel qu'il apporte aux maisons. Les échanges hygrothermiques entre l'intérieur et l'extérieur s'effectuent naturellement. L'inertie du pisé permet de conserver la chaleur l'hiver et de rafraîchir les pièces d'habitation l'été. Certainement, cette thermique traditionnelle s'accommode mal du coefficient G qui implique une isolation thermique. On peut toutefois se demander deux choses : isoler thermiquement une maison, n'est-ce pas faire disparaître l'un des avantages de la terre ? Plus généralement, n'économiserait-on pas de l'énergie en laissant l'intérieur respirer au rythme des variations de température externe, en faisant donc s'adapter les habitants aux changements, plutôt que de déterminer une température interne constante peu significative dans les milieux peudenses ?



Avec Jourda et Perraudin, la terre retrouve ses lettres de noblesse, au même titre que les autres matériaux utilisables aujourd'hui. Un dialogue s'instaure d'une part entre le béton (« les boîtes ») et la terre, d'autre part entre la structure métallique (« le chapeau ») et la terre. Bien plus, la terre coulée entre des bandes assemblées par clés est modulée au rythme de 2,50 m, redivisée en 1 m et 1,5 m. De plus, la longueur des bandes a été remarquablement utilisée pour permettre la meilleure économie de gestion des coffrages.

La matière terre obtient un aspect brut. Une sorte de patine fait ressortir la constitution du matériau et les cailloux. Cette volonté d'afficher la nature de la terre met les auteurs totalement à l'aise face au problème du changement de carrière. Alors que certains s'effraient de recourir à une autre terre si la carrière initiale s'épuise, donc d'employer un matériau d'une apparence différente, Jourda et Perraudin comptent utiliser cette « histoire du chantier » dans leurs parois : elles changeront de couleur et de texture, si un jour la terre est plus caillouteuse, et si un autre jour elle devient plus sableuse. L'emploi du module des bandes confèrera un côté marquetterie à la construction.

Du point de vue constructif la fonction porteuse du pisé est employée à la fois pour les planchers et pour la toiture. Le béton est utilisé comme complément, soit dans les fonctions que la terre ne peut pas remplir (pilotis), soit pour renforcer les parois en terre, au niveau des planchers, dans les angles de murs, pour les retraits et les saillies.

Valoriser la terre nue en la modulant sous la forme d'énormes blocs compacts, c'est aller

dans le sens d'un pur brutalisme. Enduire la terre, c'est la farder, lui enlever son authenticité pour ainsi dire rurale et naturelle. Les architectes s'insurgent contre l'idée de François Cointereaux qui, pour revaloriser le matériau aux yeux des acheteurs, propose de donner à la maison en terre l'apparence d'une maison en pierre. Sans porter de jugement sur ce parti, on peut remarquer que tout un pan du travail architectural consiste à transcrire des constructions en un autre matériau que celui d'origine, des temples grecs aux sheds du high tech.

Le mérite des architectes lyonnais réside dans cette capacité à provoquer des interrogations sur la nature de l'architecture à partir de la mise en œuvre du matériau terre. Du quartier en terre, c'est le projet qui nous parle le plus d'architecture. En toute simplicité.

Si l'on retrouve ici l'évidence de l'architecture traditionnelle, c'est moins pour ancrer les maisons d'aujourd'hui dans une Histoire que pour permettre une lisibilité des espaces : l'urbain/le privé, l'extérieur/l'intérieur, le ciel/le sol. La position centrale du bloc des services (cellier, toilette, bain, escalier) permet aux pièces de s'ouvrir et de se prolonger sur l'extérieur. Selon la technique chère aux auteurs des « poupées russes » ou des « tranches napolitaines », les « espaces saisonniers », habités quand le climat l'autorise, font une transition entre le dedans et le dehors. Au sud-est, la succession des terrasses, abritées par une pergola derrière un écran en forme d'arc, profite du soleil sans l'inconvénient du vent. Au nord-ouest, la véranda derrière les pilotis s'offre en balcon à la rue.

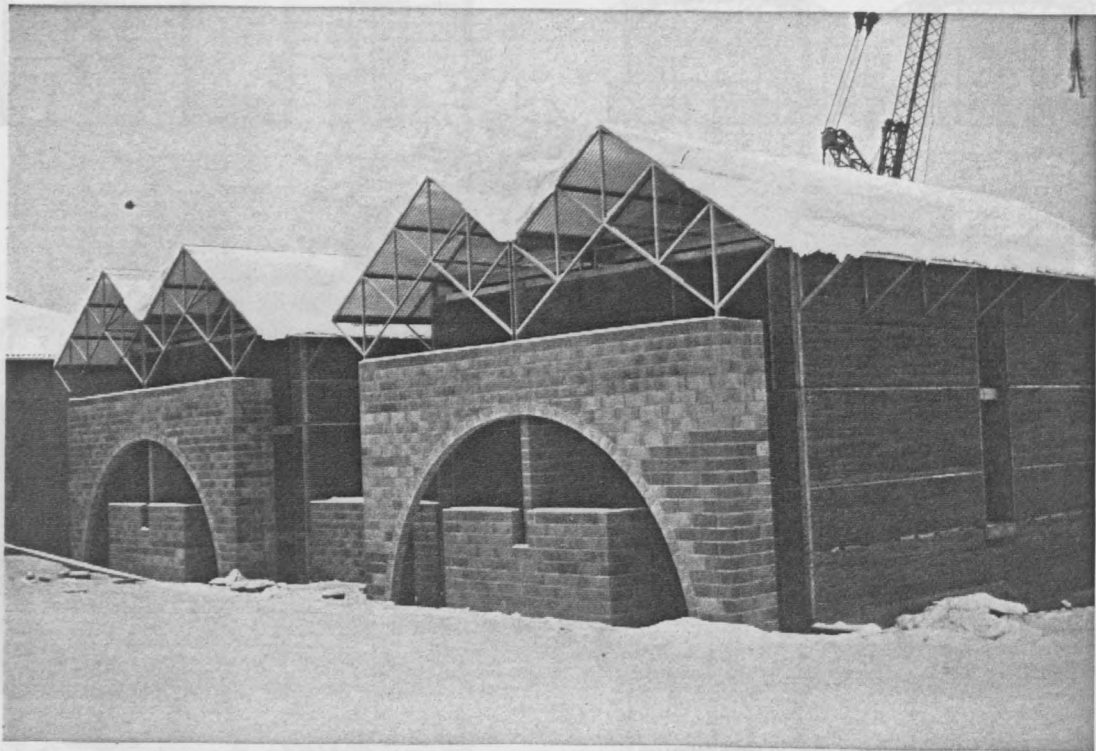


Photo CRATERRE

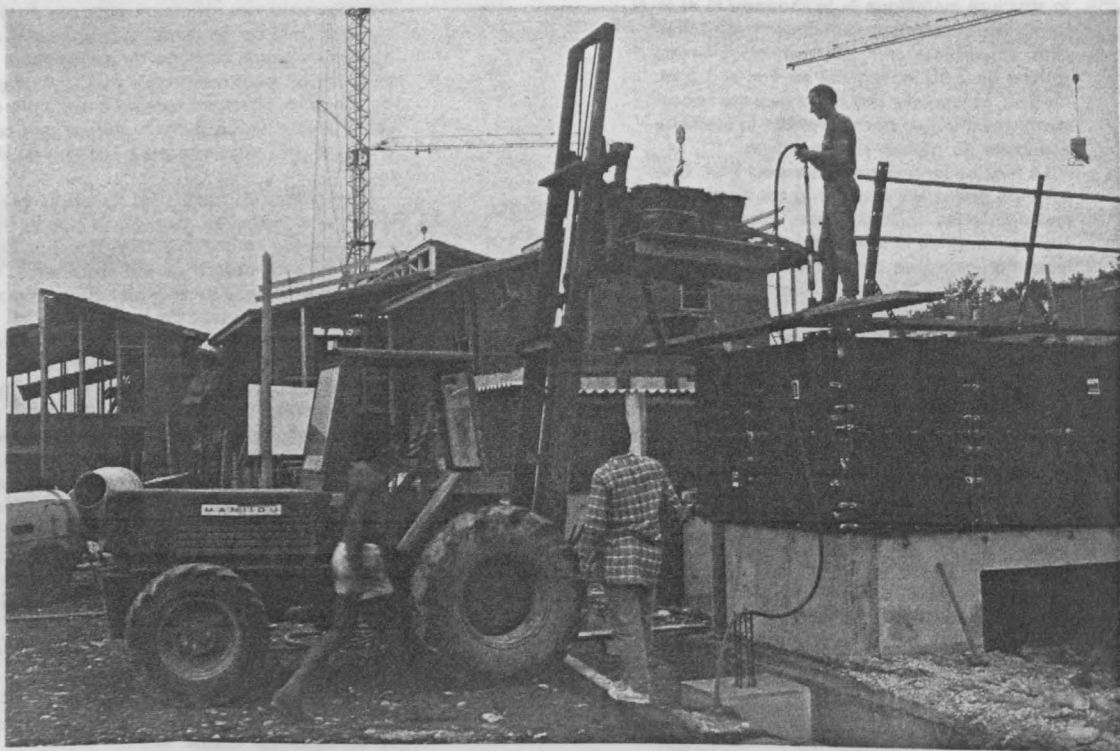


photo CRATERRE

ENTREPRISE BUET.

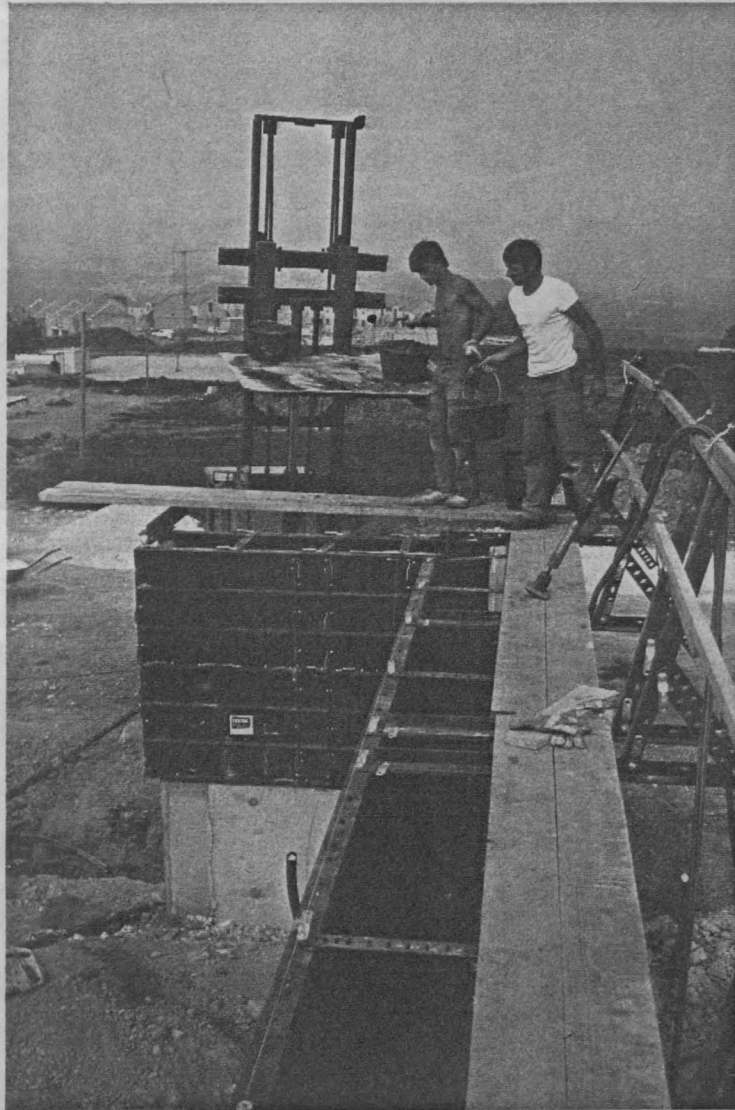


photo CRATERRE.



Photo CRATERRE.



photo CRATERRE

Ilôt H

Le projet de André Ravereau et de Michel Charmont réalisé par l'entreprise "Terre et Soleil" mérite d'être évoqué plus longuement car l'enseignement est important. Il s'agit de 5 logements répartis en bande prévus en pisé et en agglos de béton dont la conception exprime pour l'essentiel une volonté d'implantation justifiée par des exigences d'exposition aux agents climatiques et aux vues. Un jeu d'avancées et de reculs des volumes construits contribue à donner la meilleure exposition aux espaces libres (jardins) et à les protéger du vent. Chaque logement constitue un volume cubique (orthogonalité pour faciliter la mise en oeuvre du pisé) et un volume trapézoïdal en parpaings (garages). Le pisé constitue la peau extérieure des volumes d'habitation et les murs de refend intérieurs, dans chaque logement ont été supprimés au profit de poteaux en bois, porteurs, pour libérer une souplesse d'utilisation de l'espace. Les murs en pisé de 45 cm d'épaisseur sont consolidés par des jambages en béton de chaux (aux tableaux de baies) et des angles traités de la même façon, avec un soubassement en béton. Cette conception est fort bien adaptée au pisé avec une possibilité de réaliser les murs en 5 tours de banchées sans grandes complications de retours d'angles ou de croisements de murs. Le projet est de surcroît bien servi par un dossier d'exécution particulièrement soigné, complet, qui a exigé un grand surcroît de travail pour les architectes particulièrement soucieux d'une bonne exécution. Mais, malgré ces bonnes cartes, le jeu a été faussé sur le chantier. D'une part, la rigueur des architectes a pu s'avérer être, paradoxalement, une contrainte pour l'entreprise. Les choix techniques, parfaitement prévus sur le plan théorique mais manquant parfois de souplesse par rapport aux moyens de l'entreprise ont été exécutés de façon laborieuse. L'idée, par exemple, d'un précadre de baies en préfabrication lourde, en béton moulé vibré, n'a pas pu être assumée par l'entreprise. Elle aurait effectivement permis une exécution plus facile du pisé si les coffrages avaient été prévus à cet effet. La maison pouvait être en effet réalisée par tours successifs de banchées telle la méthode du colombin du potier. Seuls quelques rares cas de figure de petits retours d'angles auraient pu poser quelques difficultés mais ceux-ci pouvaient être éventuellement modifiés sans porter préjudice à l'esthétique de l'architecture. La banche employée par l'entreprise "Terre et Soleil", légère et manuable, à panneau CTBX et armature en poutrelles d'aluminium n'était pas adaptée à ce projet, non pas dans sa conception, plutôt avantageuse, mais dans sa dimension en longueur qui ne s'accordait pas au calepinage du projet. Si l'on ajoute un manque de savoir-faire de l'entreprise qui ne maîtrisait pas le contrôle de la teneur en eau (terre trop mouillée) et surtout une organisa-

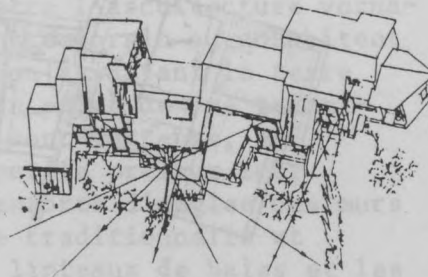
tion déficiente du chantier par manque de M.O. qualifiée, on ne peut que déplorer les résultats obtenus, au grand découragement des architectes. Ce chantier a de plus souffert des intempéries et des rigueurs de l'hiver car les négligences de coordination des oeuvres de l'entreprise n'ont pas permis qu'il soit couvert à temps. Cet exemple est une contre démonstration technique où la conception architecturale n'est pas à remettre en cause, ni la vigilance des architectes, mais où le manque de savoir-faire de l'entreprise associé à un investissement limité en moyens nécessaires (du fait de la petite taille de l'entreprise) et à une organisation négligente du chantier, mal suivi par un défaut de compétences, sont les facteurs d'un résultat désolant.

ILOT H	
H	
<p>Equipe :</p> <p>Architectes : André RAVEREAU Rafanel Lentillères 07200 AUBENAS et Michel CHARMONT 25 rue Garibaldi, 69006 LYON Tél : (7) 889.17.58</p> <p>Structure : Yves DELHOUME 231 Cours Emile Zola 69100 VILLEURBANNE Thermique : Jean LAVIGNE 35 rue Marie Reynoard 38100 GRENOBLE Mètreur : Michel DELABASSE 64 Avenue Lacassagne 69003 LYON</p> <p>Programme : 4 logements répartis en 2 4P et 2 5P en bande.</p> <p>Technique de construction : murs en pisé et en parpaings de béton, planchers en bois</p> <p>Chantier : entreprise TERRE ET SOLEIL Boulevard de Villefontaine 38290 VILLEFONTAINE Date de démarrage : printemps 1984.</p>	

Architecture.

Dans ce projet, une attention particulière a été portée à l'étude de l'implantation des logements soumise aux exigences de l'exposition (soleil et vents) et des vues. Les constructions ont été recherchées en "adossement" aux limites Nord et Nord-Ouest de leur parcelle afin de réserver la totalité des espaces libres aux meilleures expositions (jardins). Un jeu d'avancées et de reculs des volumes construits contribue à la séparation de ces espaces entre eux et à la protection des vents.

Des prolongements extérieurs aux habitations ont été réservés pour d'éventuelles extensions.



La première proposition de l'équipe isolait un des logements dans l'angle Nord de l'ilot et regroupait les trois autres en partie Sud.

Le remaniement du parcellaire à la suite du concours de l'ilot K et les problèmes de coût des logements ont amené l'équipe à refaire leur projet.

Les constructions qui s'étaient auparavant sur le terrain ont été regroupées. D'autre part une recherche a été faite pour systématiser les cellules qui au départ étaient toutes différentes.

Le nouveau projet est donc constitué de cinq logements juxtaposés : 3 4P en position centrale ayant des plans identiques, 1 5P et 1 6P à chaque extrémité. Chaque logement comprend un volume cubique (retour à l'orthogonalité pour faciliter la mise en oeuvre du pisé) et un volume trapézoïdal en parpaings.

Afin d'avoir une plus grande souplesse d'utilisation de l'espace, les murs de refends intérieurs ont été supprimés au profit de poteaux porteurs en bois.



actualités
PLAN CONSTRUCTION & HABITAT

NUMERO
19

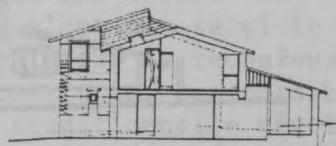
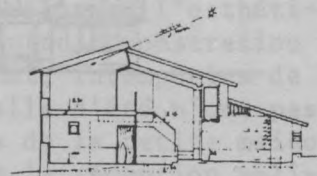
Ilot H (André Ravereau, avec Michel Charmont)

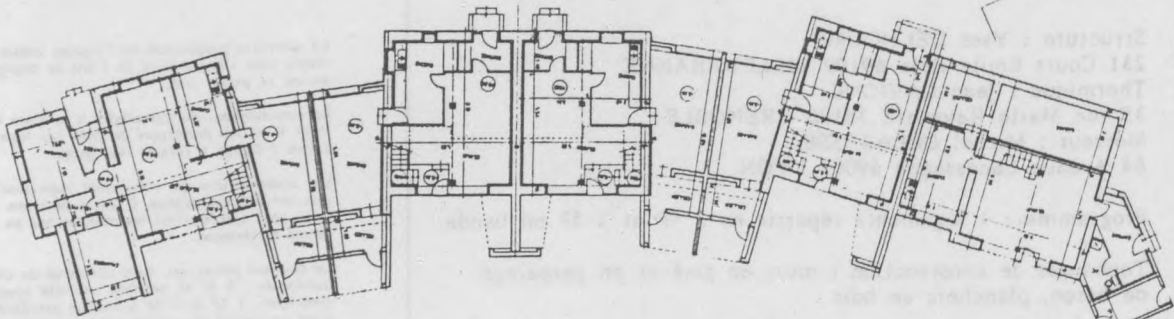
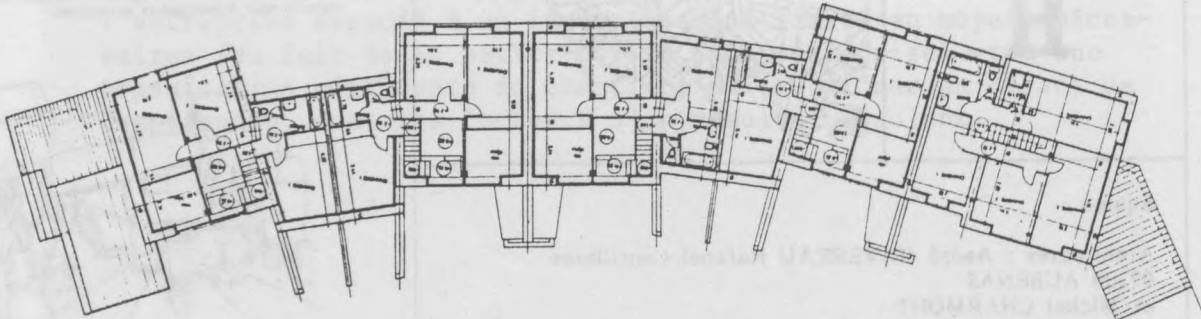
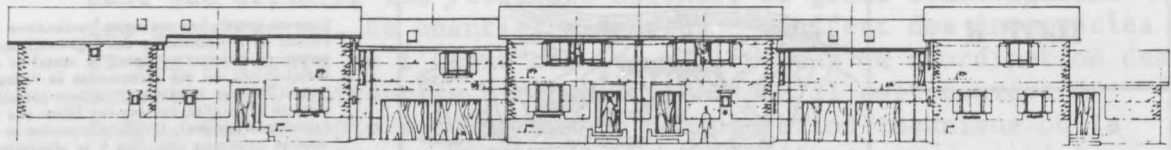
André Ravereau explique sa volonté de travailler la terre par son désir de mettre en oeuvre ce matériau. Il apporte une riche expérience du tiers-monde. Le centre de santé en adobe de Mopti (Mali), dont il fut le cosignataire, fut très apprécié sur place et lui valut le prix Aga Khan.

L'imbrication des espaces extérieurs privés avec les espaces intérieurs devrait trouver les suffrages des habitants de l'Isle-d'Abeau.

André Ravereau a pensé le bioclimatisme de l'échelle globale au détail. Il en est venu progressivement à un mode de groupement limitant les déperditions calorifiques par une compacité retrouvée grâce à la mitoyenneté. La mise en oeuvre de la terre manifeste le souci d'utiliser le matériau avec compétence et pertinence. L'architecte s'affirme ici homme de synthèse et de maîtrise. Le marché du second groupe de maisons confié à l'équipe a été signé sans dépassement aucun du prix de référence du logement social.

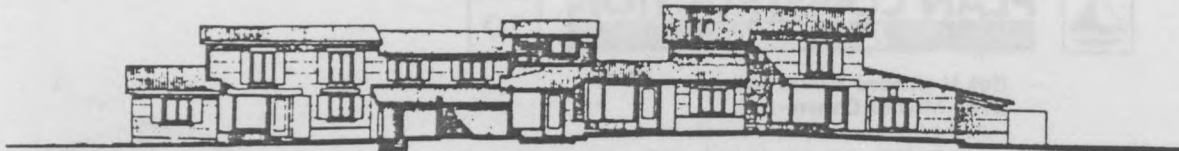
(article A. PELLISSIER)



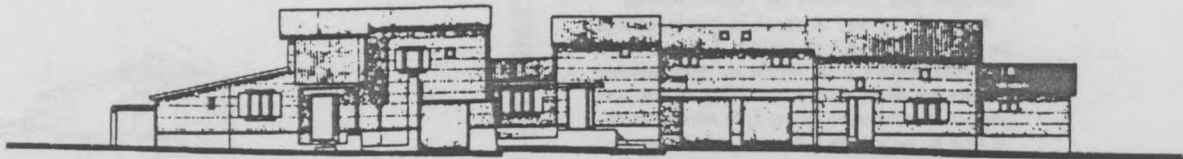


façade nord
plan étage
plan rdc

ECHELLE



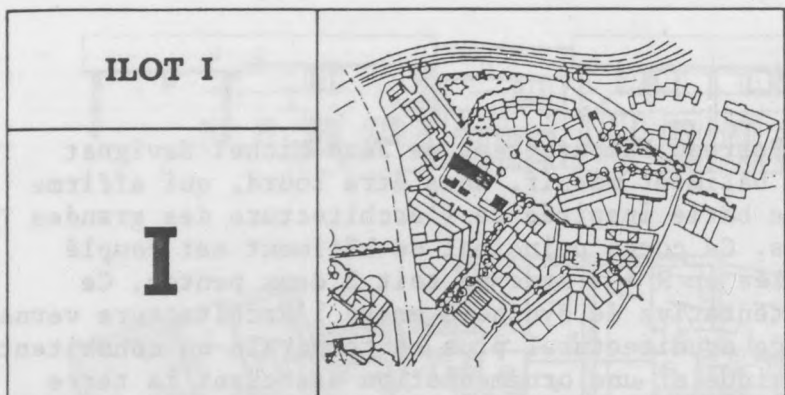
SUD



NORD

Ilôt I

Le projet de Odile Perreau Hamburger et de Jean Michel Savignat consiste en un long bâtiment massif, sans être lourd, qui affirme une volonté de masse bâtie inspirée de l'architecture des grandes fermes environnantes. Ce corps principal de bâtiment est couplé avec une maison isolée en R + 1 avec un toit à deux pentes. Ce projet exprime une tentative de synthèse entre l'architecture vernaculaire et un langage architectural plus contemporain ou cohabitent une volumétrie classique et une ornementation associant la terre au bois, à la céramique et aux enduits. D'un point de vue technique, les murs en pisé de 45 cm d'épaisseur sont porteurs, en banchées successives de 80 cm de hauteur dont le premier tour repose sur un soubassement en béton. Des renforts d'angles des murs en pisé sont traités à la chaux, de facture traditionnelle et régionale. Les planchers sont en bois, les linteaux de baies et les chaînages des niveaux sont en béton armé, alignés au mur intérieur des murs en pisé, sur 25 cm d'épaisseur. On peut regretter pour ce projet que l'ensemble de la maçonnerie porteuse n'ait pas été réalisée en pisé. En effet, les murs de refend intérieurs, en mitoyenneté des logements, sont en béton banché et une partie de la façade sud est en agglos traditionnels, bardés de clins en bois. Le pisé constitue donc une peau extérieure, interrompue en partie Ouest de la façade Sud, dont la fonction est essentiellement thermique (inertie de la masse des murs). L'entreprise Marchand, de Beaurepaire, qui a soumissionné le marché de ce chantier a abordé la construction en des termes volontairement traditionnels. Cet entrepreneur régional est allé jusqu'à faire cavalier seul en amenant sur le chantier sa propre terre. Une terre qui s'est avérée être de qualité médiocre, contrairement à celle qui fut sélectionnée pour les autres entreprises, et sujette à un important retrait au séchage. Ce mauvais choix de la terre associé à un emploi de coffrage traditionnel en bois de trop grande longueur et un damage manuel parfois déficient a occasionné plusieurs fissurations de retrait. Le pisé a donc l'apparence d'un matériau faïencé qui dévalorise l'esthétique du bâtiment et qui contribue à faire une contre démonstration technique. Il est vrai que les rigueurs du climat, intempéries de printemps ajoutées d'une sécheresse exceptionnelle d'été n'ont pas aidé le travail de l'entreprise. Certains pisés de la petite maison jumelée au grand bâtiment ont du être refusés à la réception obligeant l'entreprise à une refectation partielle de l'ouvrage. On constate dans ce cas l'intervention d'un entrepreneur traditionnel, réfractaire à toute forme d'innovation et dont le savoir-faire, quoique revendiqué de tradition familiale, était mal assuré (le cas patent du choix d'une mauvaise terre), qui n'ont pas servi le projet. Ce projet, non par son architecture, mais par la technique de mise en oeuvre employée est une contre démonstration des possibilités d'une réactualisation du pisé : facture traditionnelle révolue, abondance de main d'oeuvre et rendements d'exécution en m³/heure/homme relativement peu démonstratifs malgré un temps d'exécution global de l'édifice assez rapide du fait d'une équipe nombreuse.



Equipe :

Architectes : Jean Michel SAVIGNAT,
Odile PERREAU HAMBURGER, M. MUNTEANU
41 rue Madame 75006 PARIS
Tél. (1) 548.72.21

Thermicien : P.A. BERNARD
Ingénieur structure : André MIZRAHI 29 rue de l'Industrie
92700 COLOMBES

Programme : 5 logements répartis en 1 bâtiment comprenant
deux 4P et un 5P et une maison individuelle de 5P.

Technique de construction : mur en pisé non stabilisé,
plancher en bois, chainage et linteaux en béton.

Entreprises :
Pisé et charpente : MARCHAND à REVEL-TOURDANT
38270 BEAUREPAIRE
gros-oeuvre : PELLER 38440 St JEAN DE BOURNAY

Date de démarrage : Juin 1983

Architecture.

Le projet est scindé en 2 volumes :
- un long bâtiment perpendiculaire aux courbes de
niveaux, qui regroupe 4 logements mitoyens organisés sur 2
et 3 niveaux. Ce volume est couvert par une succession de
long pans à larges débords qui lui confère le profil d'un
"chat qui fait le gros dos".
- une maison isolée en R + 1 couverte par un toit à 2
pentes.

Les garages, implantés en limites d'îlots, sont indépen-
dants des bâtiments et ferment les jardins sur la rue.
L'aménagement des limites de ces espaces extérieurs et
l'ensemble des façades des bâtiments sont l'expression
d'une tentative de synthèse entre l'architecture vernaculaire
et le vocabulaire contemporain, tant par la volumétrie
que par l'ornementation associant bois, terre, cérami-
que et enduits (percements, encadrements, lignes d'assise
et traitement des angles du pisé, jambes de forces des
passées de toiture, revêtement en céramique de l'arc sur
la façade Sud).

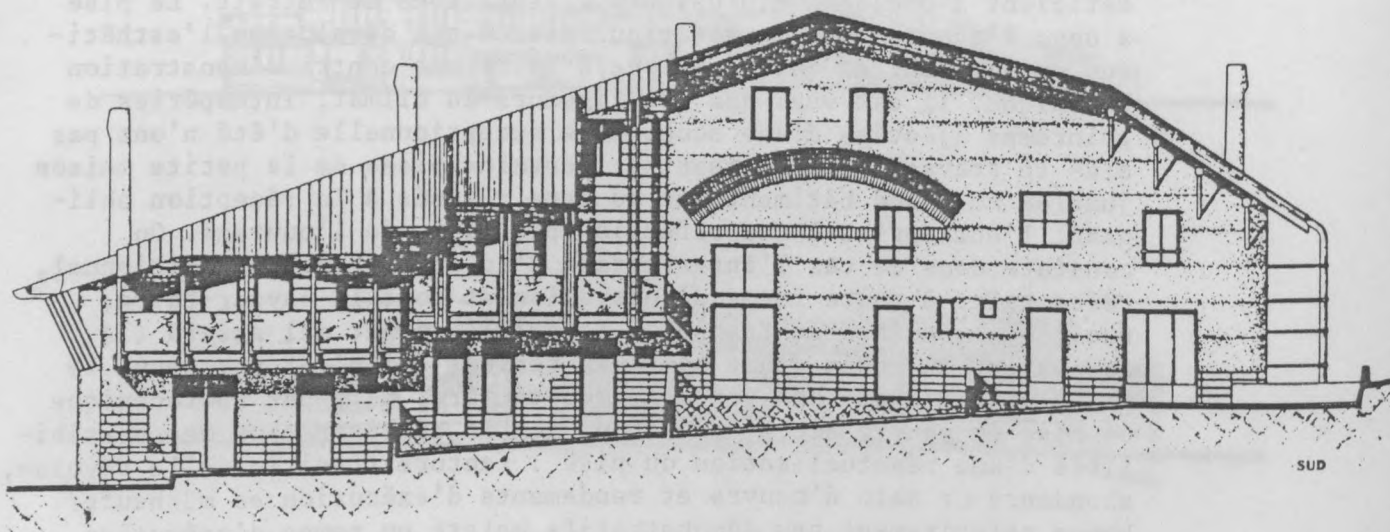
Construction.

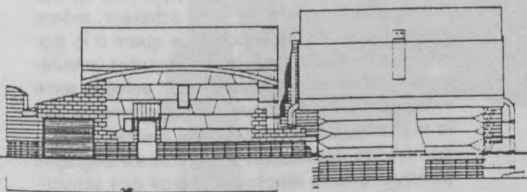
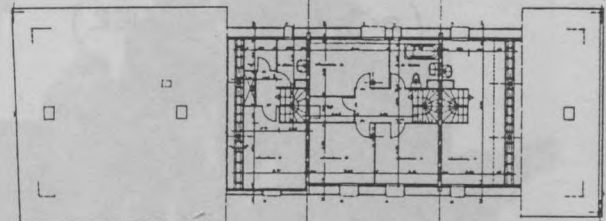
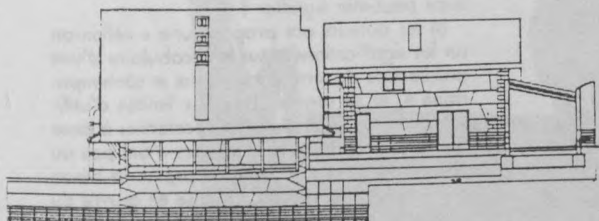
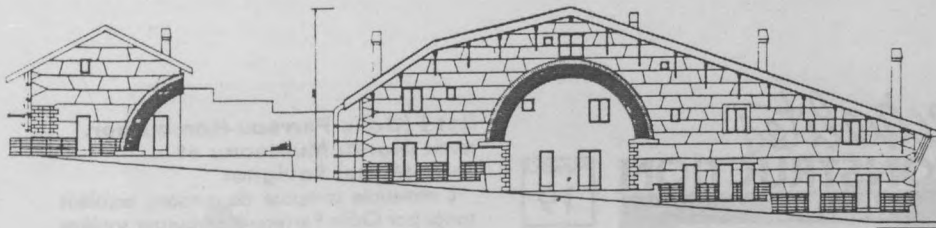
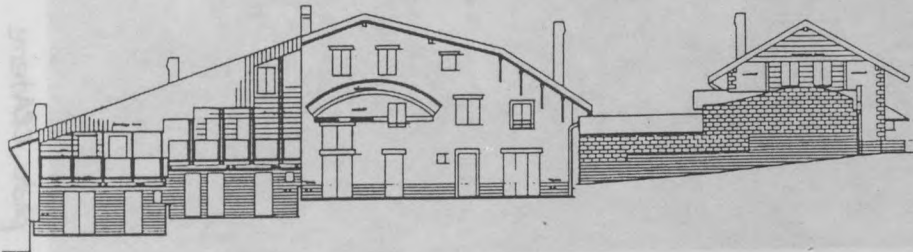
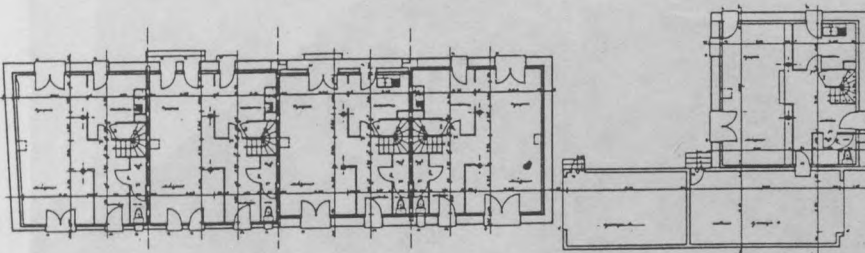
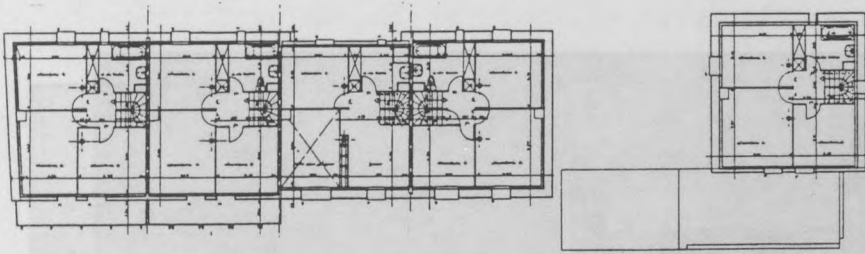
Le projet est construit en pisé avec des murs porteurs de
45 cm d'épaisseur, coulés par lits de 80 cm de hauteur,
reposant sur un soubassement en béton. Les renforts d'an-
gles sont en mortier de chaux. L'ensemble est protégé par
une toiture largement débordante en tuiles canal et sup-
portée par une charpente traditionnelle.

Les planchers en bois sont réalisés avec des solives
scellées dans des chainages en béton et reprises en leur
milieu par deux poutres (moisant deux poteaux bois)
limitant leur portée.

Les linteaux et les chainages sont en béton armé de
0,25 m d'épaisseur, alignés au nu intérieur du mur.
A partir du premier niveau la moitié Est de la façade Sud
est réalisée en maçonnerie traditionnelle avec un bardage
extérieur posé à clin. Les balcons sont portés à partir
des passées de toitures par des tirants et des poutres
moisées. La voûte plein cintre en façade nord de la
grande maison, prévue au départ en briques de terre appa-
reillée, a finalement été réalisée en béton et l'arc en
façade est revêtu de céramique posée sur un voile courbe
en béton.

En façade sud de la grande maison et en façade nord de la
petite, les arcs sont dessinés en céramique dans le pisé
(le mur est engravé créant ainsi une réservation dans
laquelle est posée la céramique). Le pisé et la céramique
posés au même nu participent au même titre que les
encadrements d'ouvertures, les pièces de bois et les
soubassements en parpaings apparents, à l'illustration de
la volonté d'un certain éclectisme constructif.





ECHELLE



photo CRATERRE



actualités
**PLAN CONSTRUCTION
& HABITAT**

NUMERO
19

(article A. PELISSIER)

**Ilot I (Odile Perreau-Hamburger,
avec Mantu Munteanu et
Jean-Michel Savignat**

L'immeuble composé de maisons accolées conçu par Odile Perreau-Hamburger soulève un problème propre à notre époque et au post-modernisme : comment l'architecture de terre peut-elle signifier ?

Si les auteurs ont proposé une « réflexion sur les significations et sur le vocabulaire d'une architecture de terre européenne et contemporaine », ils se sont heurtés aux limites d'utilisation du matériau terre. Leurs colonnes à base de disques en terre et leurs arcs n'ont pas pu être réalisés dans le matériau prévu. Le béton a été appelé en renfort. La mise en œuvre du pisé en banchées successives laisse à désirer : quelques fissures sont déjà apparues, qui ne peuvent qu'inquiéter le futur acheteur, même si elles n'ont aucune importance quant à la stabilité de l'édifice. Enduire les façades, annihilerait l'intérêt de la confrontation entre la terre et le bois. Mais on peut aussi s'interroger sur la durabilité du colmatage des fissures. La responsabilité des maîtres d'œuvres est engagée puisque la terre employée n'était pas satisfaisante. Cette pathologie heureusement superficielle a beaucoup appris aux techniciens.



photo crA terre



photo crA terre

● BILAN GENERAL DE L'EXPERIENCE

Ce chantier et ceux précédemment évoqués qui connurent des difficultés permettent de mettre en évidence quelques blocages majeurs qui desservent une réactualisation démonstrative du pisé.

- Tout d'abord, la limitation d'un savoir-faire que l'on dirait "actuel", par opposition au savoir-faire traditionnel. Car pour des conditions actuelles de chantier, il ne s'agit pas seulement de faire une simple transposition de méthodes et de techniques héritées de la tradition au prix de quelques petites améliorations. Les contraintes actuelles des chantiers contemporains exigent des changements importants dans les pratiques qui doivent revoir les matériels, l'organisation du travail et surtout les choix techniques et architecturaux. Un seul des entrepreneurs de l'Isle d'Abeau, Guy Buet, servi par un projet bien conçu, a pu faire ce saut technologique et une très bonne démonstration d'actualisation. Un seul suffit pour prouver le possible.
- Une lacune qui doit être encore comblée, malgré l'existence d'une littérature technique et architecturale, en données techniques plus actualisées et en recommandations pratiques. L'Isle d'Abeau montre que la littérature technique n'a pas été synthétisée par la plupart des architectes ni par la plupart des entrepreneurs : lisibilité difficile ou négligences des lecteurs ? Une conclusion à cet égard n'est pas patente. Un effort doit toutefois être fait dans le sens d'une production de recommandations pratiques mettant en valeur des règles de l'art de bâtir et des recommandations de conception architecturales majeures. Moins d'importance doit être accordée à la théorie pure sur les matériaux et à une approche de type ingénierie lourde qui concerne finalement les laboratoires et non les bâtisseurs et plus d'importance doit être accordée à la pratique du matériau (savoir-faire de terrain basée sur des manipulations simples) et à la pratique architecturale.
- Une absence de référence sur les coûts qui résulte d'un manque de cumul des expériences d'entreprise. Ce problème ne peut être que difficilement solutionné car la réactualisation du pisé est encore embryonnaire et car le savoir-faire fait défaut. Pour des conditions idéales de savoir-faire accompli et de chantiers bien conçus et bien organisés, des coûts de références peuvent être avancés mais ils sont sujets à de trop grandes variations sur le terrain, du fait d'imprévus ou de négligences ou du fait d'intempéries (problème majeur des conditions d'environnement climatique).

- En l'état actuel, le niveau du savoir-faire de la plupart des entreprises oblige à des recherches tâtonnantes, sur le chantier, qui grèvent les coûts d'exécution. Cette recherche est tout à l'honneur des entrepreneurs qui font preuve de leur motivation mais elle leur coûte énormément dans les limites budgétaires des marchés actuels. Il s'agit donc bien de développer une recherche en amont des chantiers à tous les niveaux de la production du pisé, c'est-à-dire au niveau des décideurs et des aménageurs, des maîtres d'ouvrages, des architectes et maîtres d'oeuvres, des entrepreneurs et des maçons et autres ouvriers de l'art de bâtir. Cette formation doit être une formation "Terre" spécifique. Des propositions existent aujourd'hui qui pourraient contribuer à élever le niveau des savoir-faire (C.E.A.A., stages CAPEB et publications didactiques).
- Des exigences trop poussées de la part des partenaires des opérations qui conviennent aux techniques éprouvées mais qui pénalisent les techniques nouvelles ou réactualisables. A ces exigences, s'ajoute l'absence d'un dialogue codifié entre les architectes et les entrepreneurs par manque de références technique et architecturale, de recommandations pratiques. Des études sont actuellement développées dans ce sens qui devraient fournir à terme des références pratiques et un discours codifié très utiles. Mais, accordera-t-on le temps nécessaire, aux chercheurs et aux praticiens pour élaborer ces éléments indispensables ? Ou bien une certaine lassitude sera-t-elle plus forte et tuera-t-elle l'embryon prometteur dans l'oeuf ?
- Le contexte actuel n'est pas en faveur d'une dépense en expérimentation et de l'acceptation d'un délai d'adaptation ou de réactualisation qui exige beaucoup d'investissements des partenaires. La recherche veut des résultats patents immédiats ou à très court terme et suit trop souvent les modes d'une réflexion technologique de pointe qui pénalisent inévitablement les recherches taxées de marginalité ou ne portant des fruits qu'à moyen terme. Parallèlement, les acteurs de la production du bâtiment traversent une période de crise qui tend à exclure la recherche ou même l'expérimentation, coûteuses. L'époque est à la rentabilisation à outrance qui refuse le droit aux tâtonnements de l'adaptation. La politique du "tout tout de suite" pénalise les petites entreprises qui n'ont pas les moyens d'effectuer une mutation radicale et qui ont déjà du mal à survivre. Dans ce contexte, la réactualisation d'un pisé compétitif est ardue et l'on entrevoit une nouvelle technologie du pisé réservée à un secteur de production formel où l'économie du temps et de l'argent n'est pas une contrainte.

Il faut donc envisager d'autres voies pour la réactualisation du pisé.

- Tout d'abord, fondamentalement, développer les moyens d'une acquisition et d'une diffusion des savoir-faire. En développant une formation spécialisée de haut niveau qui soit à même d'épanouir une connaissance historique, technique, architecturale, culturelle, économique et une conscience positive du rôle de chacun des acteurs de la filière terre réactualisée. Conscience positive voulant dire ici conscience des véritables problèmes posés et des solutions faisables qu'il convient d'apporter à tous les niveaux de réflexion amont (au stade de la conception) et aval (au stade de l'exécution). Cette conscience positive contribuera alors à alléger les difficultés, les contraintes et les risques qu'affrontent les acteurs actuels d'un renouveau de la construction en terre, à leurs dépens. Conscience positive aussi du public, au-delà des seuls professionnels, en développant une médiatisation de l'information afin de mieux situer la demande par rapport aux potentialités réelles de la technologie. La demande autant que l'acte de concevoir et de bâtir doivent être à la mesure de la technologie et non pas projeter des conceptions ou des logiques héritées d'autres technologies aux potentialités différentes.

- Au niveau plus pratique de l'opération, il convient de favoriser un compromis progressif entre les pratiques traditionnelles du pisé et des pratiques plus actuelles. Il faudrait, pour ce faire, éviter dans le contexte des économies industrialisées de poser des paris économiques et architecturaux qui imposent aux maîtres d'oeuvres et aux entrepreneurs des acrobaties techniques et financières. C'est là un investissement nécessaire, en conscience positive, que doivent surtout déployer les maîtres d'ouvrage et les promoteurs d'opérations. Un peu plus de "fair-play" est nécessaire qui accepte le délai d'une démonstration à venir, au-delà de la seule réalisation de prototypes dans des conditions techniques et économiques par trop exigües. Les paris économiques et architecturaux pourront être gagnés par la suite lorsque l'expérience et le savoir-faire seront acquis. Donnons le temps nécessaire à cette maturation qui viendra au-delà d'une formation et d'une adaptation adolescente. Ne gâchons pas les possibilités actuelles, qui se font jour et qui résultent d'un gros investissement d'efforts en amont. La construction en terre peut devenir une technologie actuelle et les moyens sont aujourd'hui rassemblés (recherches techniques et scientifiques, cumul progressif des expériences, formation spécialisée, diffusion des connaissances) pour dépasser le stade des essais et des erreurs. Il faut aussi favoriser l'épanouissement d'une réalité constructive d'un dialogue préalable et permanent entre les chercheurs, les architectes les entrepreneurs, les aménageurs, les élus locaux, le public qui pourrait être ciblé par le réemploi des technologies de la construction en terre. Ce dialogue, au plan pratique doit prendre en compte les moyens réels des entrepreneurs. On doit notamment s'efforcer de communiquer tous les moyens nécessaires et les atouts indispensables.

Il faut encore promouvoir des prolongements à l'expérience de l'Isle d'Abeau car la démonstration, potentiellement atteinte à bien des égards n'est pas achevée. L'état actuel de la démonstration a exigé beaucoup d'investissements de la part de tous les acteurs du projet et cet effort, à lui-seul, cautérise les égratignures. L'Isle d'Abeau est riche d'enseignements, notamment en ce qui concerne l'organisation d'un chantier expérimental de cette taille. 64 logements en terre, de type HLM, c'est là tout un programme qui aurait sans doute gagné en qualité et aujourd'hui en crédibilité, si l'on avait adopté des dispositions qui évitent certaines cacophonies. Trop d'acteurs et des terrains d'expérimentation trop petits pour chacun qui n'autorisaient pas ou peu de marge d'erreur, qui toléreraient à peine l'adaptation et les tâtonnements inévitables. Trop d'acteurs et tout ce que cela suppose de difficultés à coordonner l'opération, de possibilités à imposer une somme faramineuse de contraintes de tout ordre. D'autres opérations sont nécessaires qui incluraient le coût amont de la formation et d'un dialogue préalable entre les partenaires, qui définiraient une envergure de programme qui peut être tout aussi ambitieuse, voire plus, mais qui autoriseraient un amortissement des investissements de chacun et notamment des concepteurs et des bâtisseurs par une plus juste répartition des oeuvres permettant cette rentabilisation nécessaire des efforts. Peut être aussi, envisager d'autres formules de financements, de crédits ou de contrats en régie qui soient moins pénalisantes pour les bâtisseurs que des contrats d'appel d'offres classiques ou de marchés de gré à gré encore difficiles à évaluer par manque de références de coûts. Enfin, et il faut encore insister sur ce point, un choix d'acteurs techniques dotés d'un bon niveau de savoir-faire, tant sur le plan des concepteurs que des entrepreneurs, afin que les choix techniques et architecturaux, économiques, soient des choix correctement raisonnés qui excluent trop de négligences et trop de fantaisies, qui soient innovants dans les limites du raisonnable ou du faisable pour s'affranchir du recours à une tradition dépassée et favoriser une réelle modernisation, autant des systèmes constructifs que des modes de mise en oeuvre, et faire ainsi une démonstration patente d'actualité. L'Isle d'Abeau a montré que cela est possible et c'est sans doute le possible qu'il faut valoriser en évitant de s'apesantir sur les ratés dont finalement le chantier a peu à rendre compte. L'Art est difficile et l'innovation courageuse, souvent portée par une certaine gratuité de l'acte pesante, non pas tellement sur le plan éthique (beaucoup l'ont prouvé) mais sur le plan des moyens.

II.4. FORMATION, COURS, STAGES

PISE, LABORATOIRE VIVANT D'UNE FORMATION

La formation sur la construction en terre, nécessaire en amont de toute tentative d'actualisation technologique, inclut et développe de façon tout à fait privilégiée la technique du pisé. Cette technique est en effet très riche d'enseignements qui peuvent la poser comme un outil de formation de référence. D'une part, dans le contexte géographique de la région dauphinoise, qui sert de laboratoire vivant à la formation de l'Ecole d'Architecture de Grenoble. Les visites sur le terrain avec un itinéraire sur la tradition de la construction en pisé régionale et sur l'observation de la pathologie classique, restituent une somme d'informations colossale et d'une qualité remarquable. D'autre part, parce que le pisé de la région Rhône-Alpes témoigne d'une très large typologie d'architectures et de systèmes constructifs où le pisé élémentaire comme le pisé le plus élaboré peuvent être étudiés. Enfin, parce que le pisé, sous sa forme traditionnelle est une technique qui a pu être portée à des sommets de qualité tout en n'exigeant que peu de moyens matériels mais essentiellement un savoir-faire. C'est ce savoir-faire qui a pu donner un héritage architectural souvent exceptionnel, avec comme seul matériau la terre crue, pilonnée à la main dans de simples coffrages. Ce savoir-faire et ses différents degrés d'élaboration sont directement lisibles sur l'architecture régionale en pisé qui révèle ainsi les règles de l'art de bâtir et la pratique des métiers. L'outil didactique est là, sur le terrain, qui transmet la mémoire des savoir-faire sur le pisé et plus largement sur la construction en terre car toutes les techniques, malgré leurs différences, exigent l'application de règles de l'art similaires, contenues toutes entières dans le pisé qui est sans doute l'une des techniques terre les plus élaborées et aussi des plus difficiles à maîtriser.

STAGES TERRE DE L'ECOLE D'ARCHITECTURE

Depuis l'année 1982, le laboratoire terre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, encadré par les chercheurs-enseignants du CRATerre, propose un stage de formation spécialisée sur la construction en terre. Ce stage, dans sa conception originelle était destiné d'une part, aux étudiants-architectes de l'Ecole de Grenoble, inscrits en dernier cycle d'études au laboratoire-terre et d'autre part, à des étudiants-architectes et professionnels étrangers.

Le cursus originel prévoyait deux sessions de 3 semaines de cours théoriques et pratiques, soit 6 semaines, ce qui représentait un programme jusqu'alors jamais égalé dans aucune autre école d'Architecture ou Université. L'accueil réservé à ce stage fut impressionnant, chaque session rassemblant plus d'une vingtaine de candidats dont les 2/3 venaient de pays étrangers tant européens (Belgique, R.F.A., Italie, Suisse) que du Tiers-Monde (Afrique, Amérique latine). L'enseignement de ce stage, basé sur des cours théoriques et des conférences animées de montages audiovisuels, sur des manipulations pratiques des matériaux, des outils et des systèmes constructifs, permettant la construction de prototypes de structures, donnait une vision assez complète mais encore trop générale des pratiques de la construction en terre. Néanmoins, les étudiants qui désiraient pousser leurs études pouvaient prolonger ces sessions de stage par un travail personnel, ce qui donna l'occasion à certains d'entre eux, d'élaborer un travail de fin d'études ou une thèse sur un thème choisi en accord avec les enseignants. Ce stage initié en année 1982 fut reproduit en 1983 et 1984 avec une amélioration progressive du contenu des cours qui allait peu à peu permettre d'envisager la mise en place d'un Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de Terre (C.E.A.A.).

AUTRES FORMATIONS

CAPEB, 1983

Divers contacts entretenus avec les métiers de la Construction sur la plan régional et l'Association Maisons Paysannes du Dauphiné, ont permis d'envisager, en 1983, un programme de formation générale sur la construction en terre, destiné à la CAPEB Rhône-Alpes. Cette courte session de trois jours permis d'accueillir près d'une soixantaine de maçons, artisans, entrepreneurs, qui purent être ainsi informés sur la diversité d'un patrimoine bâti en pisé

insoupçonnable pour beaucoup d'entre eux, sur les applications contemporaines (projets actuels en France, à l'étranger), sur la pathologie du pisé et les techniques de restauration (avec le concours de "Pisé, terre d'Avenir"), sur le comportement thermique du matériau (avec le concours du C.S.T.B. de Grenoble), sur les techniques d'enduits (avec le concours des chaux Balthazar et Cotte et de l'I.R.I.G.M.). Cette session CAPEB a confirmé l'existence d'une demande de formation spécialisée au plan régional Rhône-Alpes et pour un milieu de professionnels de la construction, aguerris, qui sont très souvent confrontés à une pratique de la construction en pisé, notamment par la restauration de bâtiments anciens.

PROMOCA, 1983, 84

Le Groupe PROMOCA de l'Ecole d'Architecture de Grenoble a plusieurs fois manifesté son intérêt pour le thème de la construction en terre. D'une part, afin d'offrir une information sur un thème spécialisé dans le cadre d'une formation sur les techniques de construction, d'autre part, pour élargir les perspectives des candidats à l'éventuelle possibilité de s'ouvrir aux marchés extérieurs avec des actions dans les pays en développement dans le domaine de l'habitat très économique. Il a été donc envisagé au cours de deux années successives, en 1983 et en 1984, de proposer une formation terre aux candidats du groupe PROMOCA de l'E.A.G. Cette formation donnait les rudiments d'une formation historique et culturelle générale sur les techniques et les architectures dans le Monde, précisant les aspects du patrimoine bâti français, donnait les bases d'une réflexion sur la faisabilité économique de la construction en terre dans les pays en développement et illustre cette approche par l'Etude de cas de l'habitat social mahorais, donnait enfin la possibilité aux candidats de manipuler le matériau en construisant un prototype de structure.

A.N.P.E., 1984

Sur l'initiative de PROMOCA, un stage fut également organisé pour des collaborateurs d'architectes, des métreaux-vérificateurs et des coordinateurs de travaux, des maçons, en recherche d'emploi et inscrits à l'ANPE de Grenoble. Une dizaine de professionnels désireux d'élargir leurs perspectives de recherche d'emploi, ont participé à cette formation dont le contenu fut assez similaire à celle

proposée à PROMOCA. L'un des candidats-maçon de ce groupe eut l'occasion de trouver par la suite un emploi sur le chantier "Village Terre de l'Isle d'Abeau", avec l'entreprise "Terre et Soleil" et fut en mesure de se confronter à la réalité d'une actualisation de la construction en pisé. Ce même maçon s'est aujourd'hui inscrit au C.E.A.A. pour approfondir ses connaissances.

LAKORA, 1983, 1984

L'Association LAKORA organise annuellement une formation sur les métiers de la construction, destinée à des coordinateurs de travaux partant dans les pays en développement sur postes de coopérants techniques. Cette formation est réalisée en association avec le Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (G.R.E.T.). Les candidats à cette préparation d'intervention dans les p.e.d sont pour majorité d'entre eux appelés à être confrontés à la construction en terre dans les pays qui les accueilleront. Les organisateurs du stage de la KORA estimaient qu'il était important de sensibiliser leurs candidats à ces techniques de construction et demandèrent à l'E.A.G. de prévoir une courte session de formation inscrite à leur programme. Cette formation fut plus particulièrement axée sur la faisabilité de la construction en terre pour des programmes d'habitat économique et présentait plusieurs études de cas permettant de poser les véritables problèmes d'une amélioration des parcs immobiliers existants et d'une construction en terre réactualisée, destinée à satisfaire les besoins en habitat des populations démunies. Une visite de chantier "Village Terre" permettait de faire entrevoir aux candidats les possibilités plus actuelles de ce matériau. Quelques manipulations simples sur les analyses des terres et la production de blocs compressés à l'aide d'une presse manuelle étaient destinées à donner quelques rudiments pratiques.

Au-delà du seul stage spécialisé de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, il existe aujourd'hui une demande pour un plus large public de professionnels. C'est dans le but de répondre à cette demande qu'ont pu être réalisées ces diverses tentatives de formation-information extérieure qui ont semble-t-il connu un accueil des plus intéressés. Il est certain que de telles sessions, trop courtes, ne peuvent apporter qu'une information théorique générale et quelques rudiments pratiques mais cette confirmation d'une plus large demande doit aujourd'hui trouver des voies de satisfaction afin d'élever la qualité des réponses qui peuvent être développées sur le terrain.

II.5. PRINCIPAUX DÉVELOPPEMENTS ACTUELS

UN PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE PISÉ

"Les Voies de la Recherche Terre", commanditée à l'A.G.R.A. par le Plan-Construction et définies par un rapport produit en 1983, ont précisé plusieurs axes d'études, de recherche, d'application et de formation relatifs à la construction en pisé. Parmi ces axes, dont certains relèvent d'une priorité assez forte, on relève principalement :

- le développement des recherches concernant les modes de production du pisé. L'orientation donnée à cette recherche doit permettre un inventaire complet de toutes les sortes de pisés régionaux qui existent. Il existe en effet de nombreuses variantes dans les modes de production, tant au niveau amont du choix et de la préparation des terres que de l'organisation de la production et des modes de mise en oeuvre. Ces modes de production variés ne sont pas suffisamment connus, au-delà de quelques techniques traditionnelles qui ont fait l'objet d'observations ou de publications (France, Maroc, pays andins) et les connaissances générales sur l'architecture en pisé mondiale permettent d'évaluer une abondance d'informations qui doivent être encore collectées dans plusieurs pays. Par ailleurs, bien que le compactage de la terre ait déjà fait l'objet d'études détaillées dans le secteur des travaux publics, il existe encore de nombreux paramètres à mesurer, essayer et déterminer dans le domaine du compactage du pisé. On ne maîtrise pas encore par exemple le compactage par vibration qui semble porteur d'un nouvel avenir technique, ni le contrôle des pressions exercées sur les banches pour les différents modes de compactage.
- le développement des recherches sur le matériel et les outils de la production du pisé. Traditionnellement, on a toujours utilisé des coffrages en bois et ce n'est que depuis une dizaine d'années que l'on commence à employer des coffrages métalliques. Ces coffrages sont pour majorité d'entre eux trop lourds et ne rencontrent guère de succès mais diverses recherches sont actuellement menées pour introduire l'emploi de l'aluminium afin d'alléger le poids des coffrages. Ce thème de recherche sur les coffrages doit prendre en compte la totalité des solutions connues et potentielles ainsi que l'ensemble de la problématique de conception par rapport aux problèmes de mise en oeuvre et de conception architecturale (problème de calepinage des banchées p.e.). Il faudrait donc prendre en compte tous les systèmes : coffrages simples, continus ou

intégraux, verticaux et horizontaux, modulaires, continus autogrimpants, coffrages spéciaux mais aussi l'ensemble des techniques de remplissage : engins élévateurs notamment. De même, l'étude de l'outillage du pisé doit aborder les outils de compactage, dames manuelles, pneumatiques, vibrantes. Cette étude de l'outillage doit être rapportée à l'étude des rendements de production, aux problèmes de meilleure facilité de travail qui sont à ce jour les points faibles du pisé.

- Le développement des recherches sur l'architecture du pisé et les systèmes constructifs. La typologie architecturale du pisé est très large et son étude contribue à préciser les performances qu'autorise cette technique. C'est autant sur l'architecture rurale que sur l'architecture citadine en pisé, dans différentes contrées, qu'il importe de développer des observations à différents niveaux d'intérêt : sur le matériau lui-même, sur les techniques de mise en oeuvre, sur les systèmes constructifs, sur la protection de surface, sur la pathologie, sur la typologie architecturale, etc... Une synthèse de l'expérience traditionnelle est indispensable qui puisse à terme fournir une publication de référence sur l'architecture, un catalogue des systèmes constructifs particulièrement utile aux concepteurs, un document de référence sur la pathologie et les règles de l'art de bâtir en pisé. Au-delà de cette synthèse du savoir-faire réalisée grâce à une lecture vigilante de l'architecture, il sera possible d'entrevoir de façon plus raisonnée un avenir de la construction en pisé basé sur une maîtrise des outils de production, de conception et de mise en oeuvre.
- Le développement enfin des recommandations pratiques et d'une normalisation spécifique au pisé qui prendrait place dans un travail plus large sur la construction en terre. Il existe, dans plusieurs pays, des textes de recommandations pratiques ou des pré-normes dont la majorité ne sont pas fondamentalement adaptées au matériau terre car elles sont trop inspirées des exigences posées pour d'autres techniques et matériaux (le béton p.e.). Ces textes exercent un rôle néfaste sur la promotion de la construction en terre. La production de recommandations théoriques et pratiques adaptées pourrait contribuer à lever des barrières techniques et psychologiques jusque là insurmontables. Ces textes doivent être abondamment illustrés et fournir des éléments techniques de haut niveau avec un traitement particulièrement didactique.
- Le développement d'une formation éminemment pratique qui permette une confrontation avec la réalité des problèmes de production, de conception et de mise en oeuvre. Cette formation, au delà d'une assimilation des éléments théoriques indispensables doit laisser une grande part à la manipulation des outils : outils de production et de mise en oeuvre mais aussi outils de conception avec une maîtrise du dessin technique adapté au pisé et des systèmes constructifs.

UN PROGRAMME DE FORMATION

- Au-delà des stages proposés à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, il a été possible de formuler un programme d'enseignement théorique et pratique complet, sur 2 années consécutives, prenant place dans le cadre du C.E.A.A. "Architecture et Construction en Terre". Ce programme de formation spécialisée est unique en son genre et par son contenu de haut niveau, dans l'ensemble des écoles d'architecture et universités ou centres de recherches du monde. Il s'agit véritablement d'une formation universitaire qui doit se conclure par l'acquisition d'un diplôme équivalent à un doctorat.

Cette formation vise à établir 4 principaux niveaux de compétence :

- compétence en matière de décision en formant une capacité à identifier les besoins et à bien cerner la nature et le contenu spécifique des demandes locales. Compétence en matière d'étude de faisabilité technico-économique sur l'emploi de la terre et sa congruité dans la construction d'un habitat économique. Capacité à convenir des solutions appropriées aux situations locales particulières.
- compétence en matière de production en formant une capacité à mettre en place et à encadrer des filières de production de composants et de matériaux de la construction en terre. Capacité à encadrer et à former sur les terrains d'application des techniciens, artisans, maçons et tâcherons pour la gestion et le fonctionnement des unités de production, pour le suivi d'opérations.
- compétence en matière de conception de projets en formant une capacité à assurer diverses programmations d'habitat se concluant par des projets architecturaux. Capacité à assurer le support et l'encadrement technique et architectural en vue de concevoir des projets adaptés à la demande, aux besoins et aux conditions locales.
- compétence en matière de réalisation en organisant une capacité à encadrer et à former les acteurs de la construction, à suivre techniquement les opérations, à mettre en place diverses structures appuyant les opérations ou gravitant autour d'elles : coopératives bâtiment, fournitures, ouvrières, etc...). Coordination de chantier et formation de coordinateurs de chantiers.

Pour ce faire, l'enseignement du C.E.A.A. aborde l'ensemble de la production de la construction en terre, avec divers thèmes intitulés :

- Construire avec la terre : diversité, universalité et histoire
- La Terre : pédogénèse, nature, composants, propriétés et classification.
- Identification des Terres : prospection, analyses de terrain et de laboratoire, étude des propriétés fondamentales de texture, plasticité, compressibilité, cohésion, propriétés minéralogiques et chimiques, géotechniques.
- Stabilisation : principes et mécanismes, densification, fibres, ciment, chaux, bitume, résines, produits naturels, synthétiques et commerciaux.
- Convenance des terres pour les différentes techniques.
- Essais d'identification, de performance et de qualité, de contrôle et d'acceptation.
- Caractéristiques mécaniques, statiques, hydriques, physiques, thermophysiques, normes et recommandations.
- Modes d'utilisation : 12 modes sont étudiés.
- Procédés de production, pour 3 principales techniques : adobe, pisé et bloc comprimé.
- Éléments de conception : pathologie eau et structure, fondations, soubassements, murs, ouvertures, pavements et planchers, toitures plates et inclinées, voûtes et coupoles, plomberie et électricité, rénovation et préservation.
- Construction para-sinistres avec l'étude des séismes, des inondations, des cyclones et des systèmes constructifs adaptés.
- Protection de surface : enduits, badigeons et peintures, bardages et tous systèmes de protection connus.

La part d'enseignement accordée au pisé est largement égale à celle qui concerne les deux autres techniques principalement connues que sont l'adobe et le bloc de terre comprimée. Au-delà des chapitres plus directement consacrés au matériau terre lui-même qui énoncent un enseignement commun à l'ensemble des techniques et à la pratique générale du matériau, c'est en abordant le thème de la "Convenance des terres" que le pisé est approché de façon plus spécifique. L'étude des modes d'utilisation de la terre précise la correspondance entre l'état hydrique de la terre à pisé (Terre peu humide et humide) et la texture du matériau pisé (graveleux, sableux, limoneux). Sont ensuite développés, pour le pisé, les critères de choix de la terre en fonction de la texture, de la plasticité, de la compressibilité et de la cohésion. L'étude du pisé est poursuivie avec la caractérisation du matériau selon diverses exigences de résistance à la compression sèche et humide, à la traction, à la flexion, au cisaillement et suivant les divers coefficients et valeurs de caractérisation mécanique, physique, chimique, thermique, de résistance à l'érosion de la pluie, du gel-dégel, de caractérisation acoustique. Cette étude des caractéristiques renvoie également aux textes de recommandations et de normes actuellement connus. C'est ensuite au chapitre "procédés de production" que le pisé est développé avec l'étude des phases de préparation de la terre et l'organisation de la production, du produit pisé, des différents principes de coffrages avec les systèmes de maintien des banches et l'organisation des coffrages, les types de coffrage et leur configuration, les coffrages d'angle et les outils de compactage. Enfin, le chapitre "Eléments de conception" aborde la pathologie de la construction en terre avec une référence privilégiée accordée au pisé et l'ensemble des systèmes constructifs pour tous les oeuvres de la construction en pisé.

L'enseignement du post-diplôme (C.E.A.À.) de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, fait non seulement intervenir les experts du groupe CRATerre mais un nombre important d'experts nationaux et internationaux dans différents champs de préoccupations techniques, architecturales, culturelles, scientifiques, socio-économiques. Cette collaboration avec de très nombreuses compétences diversifiées est volontaire, pour le plus large épanouissement des perspectives de réflexion et pour anticiper sur la mise en place d'un cursus de formation de très haut niveau qui devraient, à terme, intégrer les compétences les plus pointues dans le domaine terre, au plan national, européen et international (pays occidentaux et pays du Tiers Monde) dans le cadre du futur Institut International de la Construction en terre qui devrait prendre place dans la Ville nouvelle de l'Isle d'Abeau.

ECOLE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE



F 38100 GRENOBLE 10 GALERIE DES BALADINS T 76/233172

ARCHITECTURE DE TERRE

PROPOSITION CEAA TERRE DEPOSEE A LA D.A. (MULT).



decembre 1983

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

L'INSTITUT INTERNATIONAL DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

Ce projet, en cours d'élaboration, a été créé à l'initiative du Centre de Création Industrielle (C.C.I.) et du CRATerre. Devront à terme y être associés plusieurs écoles d'architecture et d'ingénierie, centres de recherches universitaires, centres culturels, scientifiques et techniques et toute personne physique ou morale dont les activités se rapportent à la construction en terre. Les efforts aujourd'hui déployés pour créer cet Institut sont soutenus par des élus locaux et l'aménageur de la Ville nouvelle de l'Isle d'Abeau, par plusieurs institutions finançant et contrôlant le développement de la Recherche dans le domaine de l'architecture, de la construction et de la technologie : la Direction de l'Architecture, la Direction de la Construction du M.U.L.T., le M.R.T. et le M.R.E.

LES PARTENAIRES DEJA ENGAGES

- Centre de recherche et d'Application Terre (CRATerre)
- Ecole d'Architecture de Grenoble (E.A.G.)
- Université Scientifique et Médicale de Grenoble (U.S.M.G.)
 - . Institut de Recherche Interdisciplinaire de Géologie et Mécanique (I.R.I.G.M.)
 - . Institut Universitaire de Technologie "I" (I.U.T. "I").
 - . Institut Dolomieu de Géologie Minéralogie
- Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (E.N.T.P.E.)
- Centre de Création Industrielle (C.C.I.)
du Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B. Grenoble)
- Ecomusée Nord-Dauphiné
- Syndicat d'Agglomération nouvelle de l'Isle d'Abeau (S.A.N.)
- Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (E.P.I.D.A.)
- Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Isère (O.P.A.C. Grenoble)
- SOCOTEC Bourgoin-Jallieu

Beaucoup d'autres partenaires investis sur le plan politique et institutionnel, technique et scientifique, culturel et médiatique sont aujourd'hui sollicités pour se joindre à cette association qui engage d'ores et déjà une étude de faisabilité du projet de l'Institut. L'ouverture sera ménagée au réseau national et international (Europe, Tiers Monde).

VOCATION DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

La vocation de l'Institut International de la Construction en Terre sera d'organiser et de coordonner les multiples actions engagées par plusieurs équipes (depuis plus de 10 ans pour certaines d'entre elles), et de déployer à plus grande échelle des activités théoriques et pratiques sur le matériau terre, l'architecture et la construction en terre :

- Dans le domaine social et culturel, en prenant en compte l'ensemble des données des sciences humaines (histoire, anthropologie, ethnologie des techniques) dans les problématiques d'application sur projet ; ceci afin de consolider la cohérence et l'efficacité des actions engagées. Mais aussi, la prise en compte de l'étude des blocages culturels et psycho-sociologiques qui s'opposent à une logique de développement adapté de l'emploi des matériaux locaux dans les pays en développement.
- Dans le domaine de la recherche technologique et scientifique, en accord d'intérêt scientifique avec les partenaires régionaux, nationaux et internationaux.
- Dans le domaine des applications technologiques : divers projets en cours, en France et à l'étranger : briqueteries, projets d'habitat, études de faisabilité, lancement de filières terre, etc...
- Dans le domaine de l'enseignement : formation spécialisée et multi-disciplinaire post-diplôme à l'E.A.G. (approuvée en mai 84 par la Direction de l'Architecture), avec les partenaires techniques et scientifiques du réseau national et international. Formation post-universitaire, professionnelle et permanente.
- Médiatisation : diffusion des connaissances et du savoir-faire, avec le C.C.I. du Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou, l'Ecomusée Nord-Dauphiné et d'autres partenaires de la médiatisation et de la communication.

A la mesure de ces ambitions, l'INSTITUT INTERNATIONAL DE LA CONSTRUCTION EN TERRE devrait être structuré, à terme, en plusieurs composantes :

L'UNIVERSITE DE LA TERRE

Enseignement et information :

à tous niveaux :

- formation permanente (techniciens, artisans, entreprises)
- formation post-diplôme à l'E.A.G.
- formation scientifique, technique et culturelle

Recherche technique et scientifique :

- recherche fondamentale sur le matériau terre
- recherche technique et architecturale

Applications technologiques :

- études d'évaluation et de faisabilité
- lancement de filières terre
- projets de logements

Echanges scientifiques et culturels :

- séminaires et colloques nationaux et internationaux (voir annexes)
- accueil de chercheurs et stagiaires étrangers, etc...

MUSEE INTERNATIONAL DES ARCHITECTURES DE TERRE

- Exposition permanente "Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire"
- Accueil et production d'expositions temporaires sur divers aspects ou enjeux de la construction en terre
- Actions diverses d'animation muséographique et culturelle
- Ateliers des Arts de la Terre (créations contemporaines et artisanales).
- Musée de plein air d'architectures en terre (regroupepent en grandeur nature d'une vingtaine d'archétypes internationaux et régionaux d'architectures domestiques en terre : ensemble à vocation culturelle, touristique et en partie d'hébergement des étudiants de l'Institut).

CENTRE DE DOCUMENTATION DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

- Médiatisation et diffusion des connaissances et du savoir-faire
- Banque de données : bibliothèque et médiathèque
- Revue spécialisée multidisciplinaire
- Collection d'ouvrages techniques, scientifiques et culturels.

AMBASSADE DE LA TERRE

- Echanges multilatéraux Nord-Sud
- Réception Délégations étrangères
- Axes de coopération technologique et culturelle avec le Tiers-Monde

REALISATIONS EN TERRE EXEMPLAIRES

- Le Quartier Terre de l'Isle d'Abeau (64 logements individuels réalisés par l'O.P.A.C. Isère, actuellement en voie d'achèvement).
- Des résidences pour cadres d'entreprises régionales
- Les bâtiments en terre de l'Institut
- Un ensemble touristique
- Autres réalisations d'habitat.

Pour une stratégie de la terre

INSTITUT INTERNATIONAL DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

*créé à l'initiative du Centre de Recherche et
d'Application Terre (C.R.A. Terre France, Bel-
gique, R.F.A., Pérou) et auquel seront associés*

- *des Ecoles d'Architecture et d'Ingénierie*
- *des Centres de recherche universitaires*
- *des Centres culturels, scientifiques
et techniques*
- *toute personne physique ou morale dont les
activités se rapportent à la construction en terre.*

Centre de Documentation de la Construction en Terre

UN ATOUT DE L'ISERE, UNE CHANCE POUR RHONE-ALPES, UN ENJEU POUR LA FRANCE, UN DEFI INTERNATIONAL

L'

Ecole d'Architecture de Grenoble, en collaboration avec le Centre de Recherche et d'Application Terre (C.R.A.Terre) est la seule au monde à dispenser un enseignement permanent et interdisciplinaire de type post-universitaire (post graduate) centré sur les multiples aspects et enjeux de la construction en terre. Soucieuse de prolonger son enseignement par des pratiques opérationnelles, cette institution a participé, à Mayotte (Sud-Est africain) à la construction en terre de 1 500 logements sociaux, de bâtiments publics et administratifs (écoles, mairies, coopératives...). En France, dans le domaine des technologies nouvelles de la construction en terre, l'Isère et la région Rhône-Alpes offrent une concentration remarquable de compétences. C'est dans ce contexte très actif qu'a été menée dans la ville nouvelle de l'Isle-d'Abeau, entre Lyon et Grenoble, une grande première internationale : la construction d'un quartier-pilote de 72 logements sociaux en terre.

Cet événement a polarisé le dynamisme de multiples partenaires régionaux et nationaux : le Centre de Création Industrielle du Centre National d'Art et de Culture Georges-Pompidou, le Plan Construction et la Direction de l'Architecture du Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, l'EPIDA, l'Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Isère (OPAC de Grenoble), 10 équipes d'architectes et d'ingénieurs, 8 entreprises, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment de Grenoble, l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat à Lyon, l'Ecole d'Architecture de Grenoble, l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble, l'Economie du Nord-Dauphiné, SOCOTEC et C.R.A.Terre. Ainsi, la construction en terre est désormais reconnue comme une ressource importante de la région Rhône-Alpes. Elle est ainsi un de ses atouts. Cette région dispose de potentialités humaines et institutionnelles y justifiant pleinement l'implantation d'un Institut International de la Construction en Terre. Il devrait être inauguré lors d'un colloque international organisé sur ce thème, dans la région, en été 1987. Cet Institut devra fédérer les efforts entrepris et définir les stratégies et actions du futur dans ce domaine technologique où rivalisent aujourd'hui plusieurs nations. Il permettra à la France de se maintenir parmi les pays en tête et notamment de répondre efficacement au défi mondial que suscite la formidable carence en logements économiques dans le Tiers Monde.

Ressources de la région Rhône-Alpes justifiant la création d'un Institut International de la Construction en Terre

Centre de recherche et d'Application Terre (C.R.A.Terre)
Ecole d'Architecture de Grenoble / Département Technologie de la Terre (E.A.L.C.)
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.)
Université Scientifique et Médicale de Grenoble (U.S.M.G.)
Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Isère (O.P.A.C.)

Entreprises du Nord-Dauphiné
Maison de la Terre (en projet)
Entreprise Boet-Fernand
Entreprise Terre et Sol
Entreprise Caddy
Entreprise Perrin

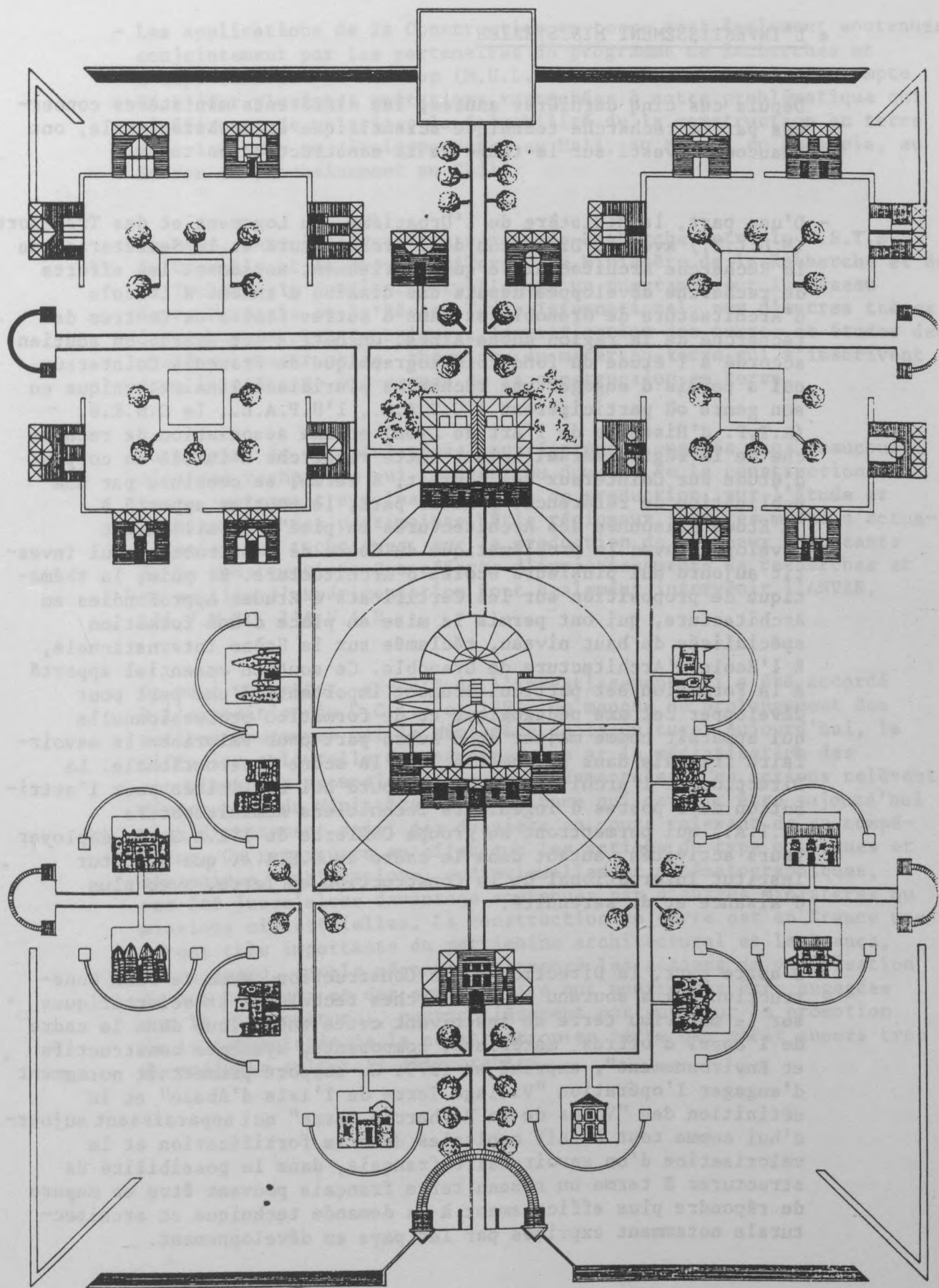
Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (E.N.T.P.E.)
Institut National des Sciences Appliquées (I.N.S.A.)
Direction des Antiquités Historiques

Grenoble

l'Isle d'Abeau (EPIDA)

Quartier-pilote des technologies de la terre

Lyon



(dessin YVES ARNOD Architecte.)

● L'INVESTISSEMENT MINISTERIEL

Depuis ces cinq dernières années, les différents ministères concernés par la recherche technique scientifique et architecturale, ont beaucoup investi sur le thème de la construction en terre.

- D'une part, le Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports (M.U.L.T.) avec la Direction de l'Architecture et le Secrétariat de la Recherche Architecturale qui soutiennent notamment les efforts de recherche développés depuis une dizaine d'années à l'Ecole d'Architecture de Grenoble et dans d'autres écoles et Centres de recherche de la région Rhône-Alpes. On note à cet égard, un soutien accordé à l'étude du fonds bibliographique de Francois Cointeraux qui a permis d'engager une recherche pluridisciplinaire, unique en son genre où participèrent l'U.P.A.G., l'U.P.A.L., le C.N.R.S. (A.T.P. d'Histoire de l'Art de Lyon) et une association de recherche de la région marseillaise. Cette recherche a initié un corpus d'étude sur Cointeraux qui devrait, à terme, se conclure par une publication de référence. D'autre part, le soutien apporté à "l'Etude Raisonnée des Architectures en pisé", parallèlement développée avec la problématique du Cours de Construction qui investit aujourd'hui plusieurs écoles d'Architecture. Et puis, la thématique de proposition sur les Certificats d'Etudes Approfondies en Architecture, qui ont permis la mise en place d'une formation spécialisée de haut niveau, réclamée sur la Scène Internationale, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble. Ce soutien essentiel apporté à la Formation est particulièrement important, d'une part pour développer cet axe pédagogique et de formation professionnelle qui apparaît comme majeur et d'autre part pour valoriser le savoir-faire français dans le domaine, sur la scène internationale. La Direction de l'architecture est aujourd'hui sollicitée pour l'attribution de 2 postes d'Ingénieurs Techniciens Administratifs (I.T.A.) qui permettront au groupe CRATerre de l'E.A.G. de déployer leurs activités, autant dans le cadre du C.E.A.A. que du futur Institut International de la Construction en Terre, avec plus d'aisance et de sérénité.
- D'autre part, la Direction de la Construction, avec le Plan Construction qui a soutenu les recherches techniques et scientifiques sur le matériau terre en inscrivant cette thématique dans le cadre de l'appel d'offres "matériaux, composants, systèmes constructifs et Environnement", exprimé en 1979. Ce support permettait notamment d'engager l'opération "Village Terre de l'Isle d'Abeau" et la définition des "Voies de la Recherche Terre" qui apparaissent aujourd'hui comme tout à fait capitales dans la fortification et la valorisation d'un savoir-faire français, dans la possibilité de structurer à terme un réseau terre français pouvant être en mesure de répondre plus efficacement à la demande technique et architecturale notamment exprimée par les pays en développement.

- Les applications de la Construction en terre sont également soutenues conjointement par les partenaires du programme de Recherches et d'Expérimentations Rexcoop (M.U.L.T. - M.R.T. - M.R.E.). On compte à ce jour plusieurs opérations rattachées à cette problématique qui s'efforcent de valoriser la faisabilité de la construction en terre dans les pays en développement : au Mali, au Maroc, en Ethiopie, au Soudan et prochainement au Chili.
- De même, dans le cadre d'un accord de Recherche entre le C.S.T.B. de Grenoble et le groupe CRATerre, le Ministère de la Recherche et de la Technologie soutient actuellement un programme sur le Réseau Terre Français et le Réseau Terre International, sur d'autres thèmes de recherche plus technique : Identification des terres et études des systèmes constructifs, thermique du matériau terre qui s'inscrivent dans le cadre de pré-normes de la construction en terre.

La plupart de ces ministères sont également engagés dans beaucoup d'autres recherches qui relèvent du domaine de la construction en terre, notamment sur les matériels de production, sur l'étude et l'inventaire des patrimoines bâtis régionaux, sur les modes d'actualisation des techniques, sur la production de nouveaux composants de la construction. Ces efforts d'investissements de recherches et de soutien d'expérimentation font également intervenir l'ANVAR, l'A.F.M.E., l'A.N.A.H.

On peut regretter, au-delà de l'investissement qui a été accordé à l'exposition du C.C.I., en 1981, un manque de prolongement des actions soutenues par le Ministère de la Culture. Aujourd'hui, la diffusion culturelle des savoir-faire et la médiatisation des connaissances apparaissent comme fondamentales. Ces actions relèvent directement du Ministère de la Culture qui devrait être aujourd'hui plus directement saisi des dossiers en cours relevant de sa compétence. On remarquera en effet que les actions du type colloques et séminaires, publications, audiovisuelles et cinématographiques, ont été jusqu'alors davantage soutenues par d'autres ministères ou missions ministérielles. La construction en terre est en France une marque très importante du patrimoine architectural et la France, à cet égard, semble méconnaître encore les actions de valorisation de cet héritage et des savoir-faire qui pourraient être engagées sur le plan culturel, particulièrement porteur pour la promotion de la technologie de la construction en terre qui pâtit encore trop de préjugés culturels défavorables.

PERSPECTIVES

L'investissement des pouvoirs publics est manifeste et a sans doute été porté par la conjoncture d'un temps de crise économique et énergétique. Les efforts déployés ont porté beaucoup de fruits et jettent aujourd'hui les bases d'une réactualisation de la construction en terre, raisonnée, cohérente et prometteuse de réponses efficaces à la demande exprimée notamment dans les pays du Tiers Monde. Une véritable problématique de recherche est aujourd'hui engagée sur les plans technique, scientifique, architectural, médiatique, ajoutée d'une volonté d'expérimentation porteuse d'une réactualisation et enfin d'une programmation d'actions de formation universitaire et professionnelle. Ce sont là les embryons déjà bien formés d'un véritable renouveau cohérent d'une filière terre française. Il importe donc de bien situer le gain réel des efforts de recherche déployés depuis plusieurs années et de confirmer encore le soutien nécessaire à des développements plus patents. Ce sont aujourd'hui plusieurs équipes de chercheurs, d'architectes, d'ingénieurs, un nombre croissant d'entreprises et d'industriels, d'associations, de centres de recherches, d'Écoles et d'Université qui investissent le domaine de la Construction en terre. Le dernier recensement effectué dans le cadre de la recherche sur le réseau terre faisait apparaître l'existence de plus de 500 partenaires impliqués au plan national. C'est là une mine de ressources, d'énergies, de compétences et de savoir-faire, de création d'emplois potentiels qu'il convient aujourd'hui de ne pas négliger car ces potentialités, ordonnées, structurées, canalisées sur les marchés pourraient être très valorisantes à différents égards. La France est aujourd'hui dotée d'une réelle avance dans ce domaine qui pourrait devenir un domaine de pointe (il suffit d'évaluer plus justement la formidable pression actuelle exercée par le Tiers Monde en matière de logements économiques dans le secteur informel qu'il faudra nécessairement solutionner dans les 20 prochaines années). Les enjeux sont évidents sur le plan politique, social, économique, technique et culturel. Les atouts aussi sont là, qui canalisent une grande capacité de réponses. Le temps actuel ne doit plus être à la lassitude des échecs du passé, ni aux suspicions sur des résultats encore trop jeunes, mais à la confiance et à l'investissement confirmés. Le projet d'Institut International de la Construction en terre est un grand projet technique, scientifique, culturel, économique, pédagogique et politique dont les retombées importantes ne peuvent être encore complètement évaluées. L'ambition est posée qui ouvre plus largement les voies du futur de l'architecture et de la construction en terre et cette ambition portée par un acquis de travail immense doit être étayée par des moyens à la mesure des enjeux exprimés et du défi international qui est aujourd'hui lancé. Face à ce défi, la France peut jouer un rôle privilégié et partager son savoir-faire avec ses partenaires européens et dans le Tiers Monde.

 DEUXIÈME PARTIE :

 LA SAVOIR-FAIRE ÉTRANGER

 CHAPITRE I : L'APPORT HISTORIQUE ANCIEN ET RÉCENT

 I.1. L'EXPORTATION D'UN SAVOIR-FAIRE ANCIEN

TRADUCTIONS DES ECRITS DE F. COINTERAUX ET AUTRES AUTEURS

. On évoquait précédemment toute l'importance du rayonnement de François Cointeraux, de sa pensée et de ses écrits, de son vivant (il s'est plaint d'être plagié - "les contrefacteurs") et sans aucun doute posthume. Ce rayonnement est confirmé au plan européen et plus largement à l'échelle internationale. La fin du XVIII^e siècle et le début du XIX^e siècle sont propices à une extension des échanges d'idées entre les pays. Rayonnement européen de la pensée du Siècle des Lumières, guerres répétées entre les royaumes et construction de l'empire napoléonien, contacts privilégiés entretenus avec les Etats-Unis d'Amérique naissant, forte émigration des populations rurales des pays anglo-saxons et des régions néerlandaises, tout concourt à l'exportation des courants de pensée contemporains de ces époques qui préparent la venue imminente de l'ère industrielle.

La pensée de François Cointeraux, dans ce domaine très spécifique et sans doute marginal qu'est la construction en pisé, est largement diffusée. Non pas tellement par l'auteur lui-même, au-delà des frontières du territoire national, mais par de nombreux visiteurs étrangers séduits par les expériences qu'il présente dans son atelier du Colisée à Paris et par les "Cahiers de l'Ecole d'Architecture Rurale" qu'il diffuse en souscription. Ces fameux cahiers, au nombre de 4 feront malgré lui le tour du Monde. Cointeraux est traduit en Allemagne et sa pensée diffusée, mise en application par David Gilly et par Wimpf, traduit en Angleterre, au Danemark et en Suède, en Pologne et en Italie, aux Etats-Unis d'Amérique et en Australie. Cointeraux, dans ce lointain continent qui accueillit de nombreux émigrés français est publié en feuilleton dans une gazette, le dimanche.

Un ouvrage australien récent, publié en 1977, aux éditions Greenhouse (Carlton, Victoria), écrit par Miles Lewis et intitulé "Primitive Architecture" consacre tout un chapitre sur le pisé australien et introduit son développement par une référence aux origines du pisé. Il y est clairement écrit que le pisé fut développé par les carthaginois et transmis par l'impact de leurs pérégrinations méditerranéennes (références désormais classiques). La perdurance de cette technologie, au fil des siècles renvoie l'auteur à des références directes sur les écrits français anciens. On peut noter avec étonnement les références à Georges Claude Goiffon, auteur de "L'Art du Maçon Piseur" (1772), à l'exposé de l'architecte lyonnais Boulard dans le "Journal de Physique" de l'Abbé Rozier et son "Cours Complet d'Agriculture" (7ème tome), à François Cointeraux bien sûr et ses 4 "Cahiers de l'École d'Architecture Rurale" (1790) et un autre cahier intitulé "Description curieuse et instructive des modèles en pisé" (1806). Le texte de Miles Lewis restitue les planches dessinées de Boulard et de Cointeraux (reproduites dans l'Encyclopédie des Arts, des Sciences et des Techniques). Curieusement, cette planche reproduit l'outillage du piseur et le plan d'un modèle architectural de Cointeraux qui préfigure sa "maison sortie des mains de l'ouvrier", illustration qui fut diffusée dans toutes les traductions en langues étrangères de Cointeraux. Cette référence aux auteurs anciens restitue également la planche dessinée de "l'Art de Bâtir" de Jean Rondelet (1840) mais ne donne pas les références de cet ouvrage. Cette planche renvoie à une traduction anglaise de Rondelet, de 1851, et d'autres modèles de l'architecture en pisé diffusés par un certain William Wilds aux alentours de 1835 (Référence au tome VI de l'Encyclopédie des Arts très utiles, de Tomlinson).

La traduction anglaise de Cointeraux fut assurée par un architecte anglais néo-classique connu de son époque, Henry Holland qui expérimenta le pisé lors de la construction des annexes agricoles de l'Abbaye de Woburn. Holland y développa le "pisé décoré" de François Cointeraux. La traduction de Cointeraux fut publiée dans un premier volume des "Communications" de la Chambre d'Agriculture anglaise de son époque. Il y est fait référence à l'art de bâtir en pisé de la région de Montbrison, en Auvergne. Toujours en Angleterre, la construction en pisé fut décrite par William Barber, dans son "Dictionnaire des Fermiers" (Farmer's Dictionary, 1805), par Nicholson dans son "Dictionnaire Agricole" (Agricultural Dictionary) et par Lugar dans son ouvrage intitulé "Architecte des propriétaires fermiers" (Country Gentleman's Architect, 1807). L'itinéraire du pisé, en Angleterre ne s'est pas arrêté à ces références. Il fut encore et souvent évoqué dans la littérature. Avec J.B. Papworth dans son "Résidences Rurales", 1818, avec Abraham Rees dans sa remarquable "Encyclopédie ou Dictionnaire Universel des Arts, des Sciences et de la littérature", dans des "Lettres" d'un certain Wood (1816-1828), dans le "Cottages and Houses" de William Wild (1835) et dans le "Cottage Building" de Allen. Tous ces ouvrages postérieurs aux traductions de François

Cointeraux de Henry Holland lui font référence et effacent le souvenir du pionnier français dont le succès et le génie furent ainsi couronnés par un anonymat posthume.

Il semble malgré tout, pour en revenir à l'Australie, que ce soit bien les traductions de Cointeraux de Henry Holland, publiées dans la "Hobart Town Gazette" (3 Mai 1823, cité dans la "Sydney Gazette, Volume XI, n° 1019 du 28 Mai 1823), évoquant un "Mode de Construction introduit depuis l'Europe", qui furent à l'origine de la diffusion du pisé en Australie, à partir de premières expériences réalisées avec la construction nouvelle d'une localité dénommée Bathurst. Une certaine vogue du pisé rayonna à partir de Bathurst vers d'autres régions australiennes, notamment vers les "New South Wales" et jusqu'en "New Zealand", puis dans l'Etat de "Victoria" (Région de Melbourne) où l'on trouve encore aujourd'hui de nombreux vestiges ou témoignages du développement d'un pisé australien. C'est même à partir de cet Etat de "New South Wales" que devait être propulsée une nouvelle actualisation du pisé vers les années 1950 (travaux de G.F. Middleton).

1.2. LE PISÉ TRADITIONNEL EN PAYS ÉTRANGERS

● SITUATION GEOGRAPHIQUE GENERALE ET RAPPELS HISTORIQUES

Nous distinguerons ici, pour des raisons d'accès aux connaissances, les traditions méditerranéennes et européennes, qui nous sont davantage connues, des traditions d'autres régions du Monde (Amérique centrale et latine, Extrême-Orient) dont nous ne possédons que des éléments d'information générale et qui exigent aujourd'hui, pour un élargissement des connaissances, une approche de terrain plus approfondie.

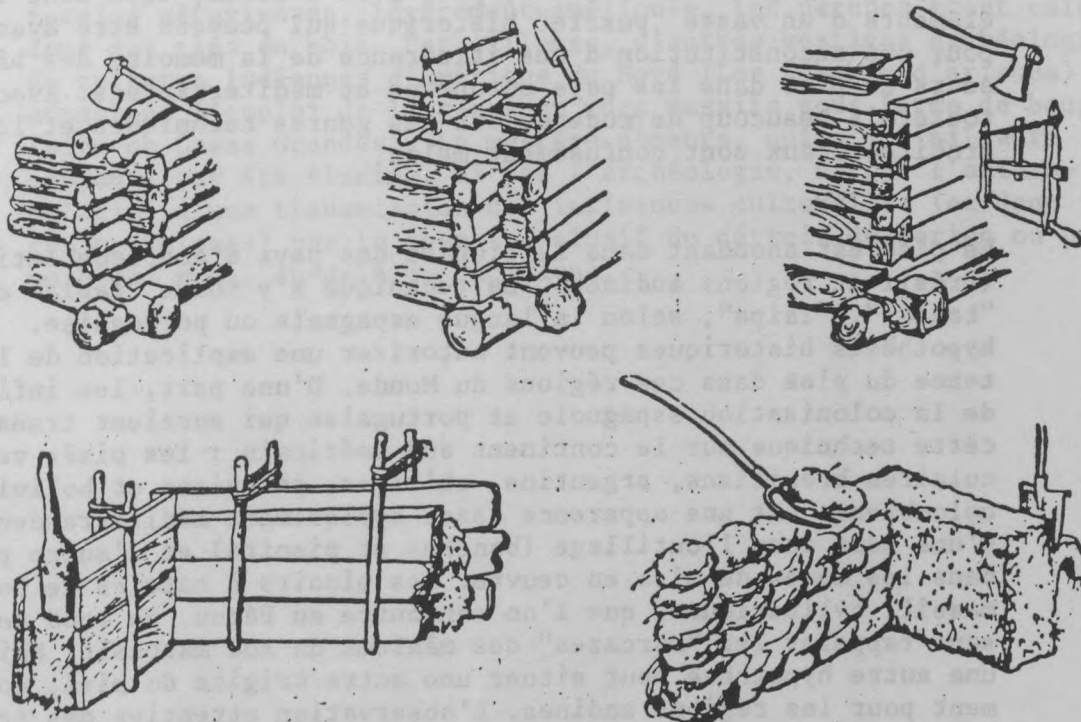
Néanmoins, la géographie mondiale du pisé peut être aujourd'hui esquissée. On peut donc observer une tradition du pisé dans la plupart des pays européens, avec, très vraisemblablement, une influence lointaine de pratiques séculaires héritées de foyers de civilisation méditerranéens.: la région occidentale des contrées de l'arc Taurus-Zagros où se serait développée cette technique du pisé avec l'hypothèse des évolutions de l'outillage stimulées par les perfectionnements de l'art de la menuiserie et de la charpenterie navale, qui permettraient d'imaginer des coffrages. Le pisé pourrait bien alors trouver son origine avec les "peuples de la mer" (Tyriens, phéniciens, actuelles régions du Liban). Le rayonnement méditerranéen de cette technique aurait été assuré par la suite par les carthaginois (au-delà du transfert de Tyr à Carthage).

Une autre hypothèse historique pourrait avancer l'héritage de cette tradition depuis les régions élamites des actuels Iran et Afghanistan qui recevaient elles-mêmes des influences lointaines des civilisations de l'Indus et du Fleuve Jaune, par l'itinérance des négoce de caravaniers. La tradition du pisé pourrait bien alors revenir à la Chine qui développe très tôt les techniques de terre crue damée et dont les pratiques rurales actuelles témoignent encore aujourd'hui d'un outillage d'apparence rudimentaire mais d'une conception étonnante.

En Europe donc, c'est à partir de Carthage (vestiges de pisé sur la Colline de Byrsa) que l'on peut entrevoir une diffusion de la pratique du pisé. Cette pratique est également attestée par les écrits de Pline. L'émigration de cette technique toucha l'Espagne et le Portugal. Il semblerait que d'autres vestiges celto-gaulois du Sud de la France (La Lagoste, Entremont) attestent également l'emploi du pisé.

On peut donc aujourd'hui observer une différence sur les techniques de pisé méditerranéennes et les techniques d'Europe continentale. Cette différence est notamment exprimée par la taille des banchées et leur rythme. Ce sont des banchées courtes (maximum de 1.20 m) et hautes (1 mètre) qui donnent une apparence de banchées presque cubiques. On y peut lire une transposition à l'art de bâtir en terre d'une maçonnerie de pierre en gros appareil (style Tyrien-Ugarit), parfaitement calepinée (décalage très régulier en milieu de banchée des joints verticaux). C'est par ailleurs cette technique d'appareil régulier qui prévaut aussi dans les actuels pays du Maghreb (Algérie, Maroc). Par opposition, les techniques des pisés d'Europe continentale (France intérieure, Angleterre, Allemagne) présentent l'aspect de banchées plus longues parallélépipédiques. On peut envisager pour des époques ultérieures, l'hypothèse d'une pénétration de techniques de pisés plus élaborés, vers la France, à partir des influences des Maures qui auraient totalement assimilé et considérablement amélioré les techniques, notamment lors de leur séjour sur la péninsule ibérique. Les invasions maures dans les territoires du Sud-Ouest de la France et une sédentarisation partielle des envahisseurs (confirmée par la toponymie et la patronymie jusqu'en Auvergne) auraient contribué à introduire ces formes de pisés très élaborés que l'on peut observer aujourd'hui jusque vers la région de Montbrison. Ces pisés sont chargés d'un décor d'enduits chaulés qui sont parfois de véritables prouesses de finition, peut-être héritées des techniques de stuc et de modérations mauresques. A l'opposé, les techniques de la vallée du Rhône, du Dauphiné et du Val de Saône, dans leur élaboration typiquement vernaculaires, sont d'apparence plus frustes et semblent davantage héritées des pratiques méditerranéennes antiques ou ibériques : on dénomme le pisé "Tapy" en provençal qui rappelle la "tapia". On connaît par la suite les idées du "Nouveau pisé" de François Cointeraux, du "Pisé décoré", qui trouvent leurs origines dans la région de Montbrison et qui furent diffusées par le rayonnement des travaux et des écrits, de ce pionnier de la réactualisation post-révolutionnaire (période de l'Empire) dans la plupart des pays européens (Angleterre, Allemagne, Pologne, Suède, Danemark). Un mystère régional demeure, celui de la technique du "Bugey" décrite par François Cointeraux et qui fait appel à l'emploi de grandes perches fichées dans le sol, ligaturées en leur sommet et servant à coincer les panneaux de banches. Cette technique de coffrage est typiquement celle qui est encore développée en Chine et l'on imagine difficilement la longue itinérance de ce procédé à travers l'ensemble des pays d'Europe centrale. L'hypothèse d'un transfert par l'intermédiaire des invasions indo-aryennes aux ères néolithiques lointaines, avec les prolongements du faciès culturel danubien n'est pas attestée, mais les danubiens connaissaient la terre coffrée entre des dosses de bois dressées entre des poteaux de fonds. Ils maîtrisaient tout autant le torchis (fouilles de Köln-Lidenthal). Il faudrait pouvoir observer les outillages et les techniques de mise en oeuvre du pisé depuis l'Afghanistan et dans les pays d'Europe

HISTOIRE ILLUSTRÉE DES ROUMAINS



Techniques propres à la construction de la maison paysanne: en-haut en bois; en-bas en terre, battue au maillet dans des coffrages de lattes; en terre, posée avec la fource (d'après Ion Vlăduțiu, *op. cit.*, p. 145).

TECHNIQUE DU PISE EN ROUMANIE A COMPARER AVEC LA TECHNIQUE CHINOISE ET CELLE DU BUÇEY DECRITE PAR F. COINTEREAUX -

centrale (Hongrie, Roumanie, Bulgarie) pour confirmer l'existence de ce procédé de mise en oeuvre à l'aide de perches de bois. Le pisé roumain employé des coffrages à jambages de bois. On peut aussi évoquer les pratiques du pisé berbère dont les témoignages abondent en Algérie et au Maroc (Sud du Maroc) qui pourraient trouver leur origine en Europe Centrale, à partir des souches de populations de colons de l'empire romain s'installant dans la province d'Afrique, dont on sait que beaucoup d'entre eux furent originaires des territoires riverains du Danube.

Origines danubiennes héritées d'Extrême-Orient et fusions avec les pratiques élamites et Carthaginoises, diffusion avec l'itinérance des peuples agricoles nomades, puis avec l'Islam, tels sont les éléments d'un vaste "puzzle" historique qui peuvent être avancés pour une reconstitution d'une itinérance de la mémoire des bâtisseurs en pisé dans les pays européens et méditerranéens. Avec toutefois beaucoup de prudence car les genres techniques et les styles architecturaux sont confusément mêlés.

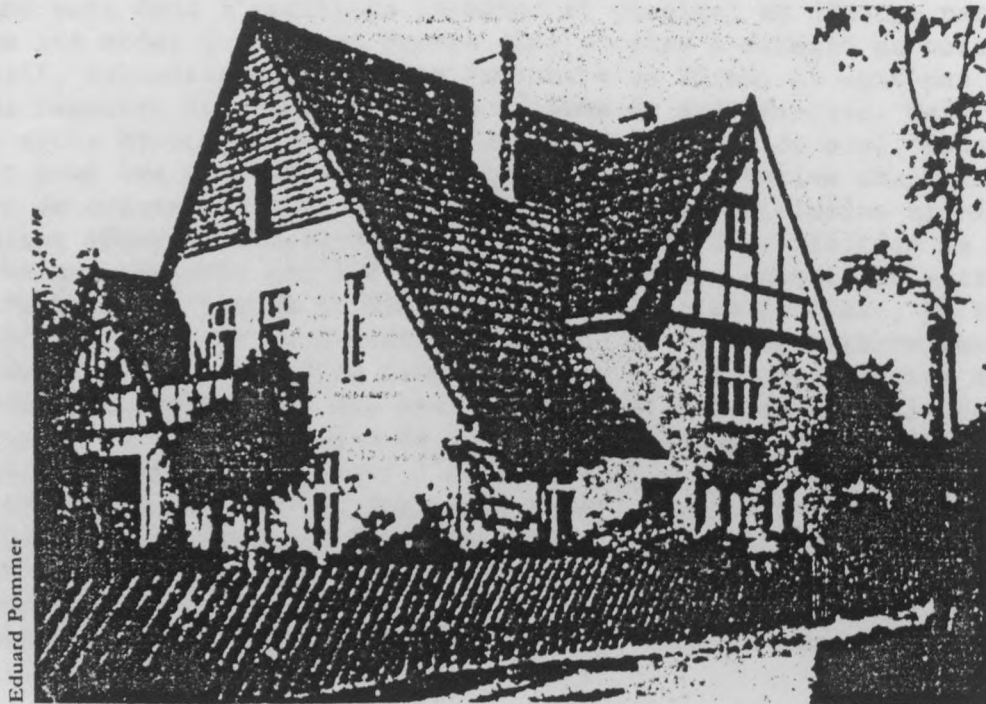
Le pisé est abondant dans la plupart des pays d'Amérique latine (Brésil et régions andines). La technique s'y nomme "tapia" ou "tapial", "Taipa", selon la langue espagnole ou portugaise. Deux hypothèses historiques peuvent autoriser une explication de l'existence du pisé dans ces régions du Monde. D'une part, les influences de la colonisation espagnole et portugaise qui auraient transmis cette technique sur le continent sud américain : les pisés vernaculaires brésiliens, argentins, chiliens, péruviens et boliviens, colombiens, ont une apparence assez typiquement méditerranéenne. D'une part dans l'outillage (banches et pisoirs) et d'autre part, dans les modes de mise en oeuvre. Les pisoirs à matoirs de bois massif, cylindriques, que l'on rencontre au Pérou, ne sont pas sans rappeler les "marcazes" des mâalems du sud marocain. Mais, une autre hypothèse peut situer une autre origine du pisé, notamment pour les régions andines. L'observation attentive des techniques de construction en terre monolithiques du patrimoine archéologique péruvien laisse place à une ambiguïté de définition de la technique employée par les Incas. Sur les sites actuels du site de Pachacamac (proche de Lima) et dans la Vallée du Rimac, il est difficile de cerner une pratique antique de la bauge (terre empilée) ou du pisé (terre coffrée damée) en murs massifs. Des couches de terre sont observables qui peuvent être apparentées à des levées de bauge ou à des banchées de pisé. La différence entre ces techniques peut être précisée par l'étude supposée de l'état hydrique de la terre mise en oeuvre. Une bauge emploie une terre à l'état de pâte humide ferme et présente assez typiquement un important retrait au séchage que caractérisent des fissures et microfissures abondantes. Un pisé emploie par contre une terre peu humide, de qualité graveleuse et sablo-argileuse que le compactage serre : un

bon pisé ne présente que peu ou pas de retrait. Les murs massifs des vestiges péruviens seraient plutôt d'une apparence pisé que bauge et laisseraient supposer une introduction de cette technique antérieurement aux influences ibériques. Si c'était le cas, il faudrait alors remonter aux origines géographiques des populations indiennes pré-colombiennes qui ramènent aux lointaines itinérances de peuplades nomades ayant franchi le détroit de Bering, venues des régions d'extrême-orient. On constate par ailleurs, que les murs en terre massif des vestiges péruviens ne laissent aucune trace de passage de clés de coffrages (trous visibles dans les murs), ce qui autoriserait alors une analogie avec les techniques de coffrages enserrés entre des perches de bois fichées dans le sol, d'origine chinoise. Cette technique du coffrage à perches de bois liées en leur sommet, peut être observée dans quelques régions rurales péruviennes, légèrement améliorée, les perches étant calées dans des clés en bois. Par ailleurs, d'autres vestiges archéologiques de cultures indiennes d'Amérique du Nord (Les Hohokam d'Arizona) attestent l'emploi de la terre en murs massifs sous forme de bauge (site de Casas Grandes). Le mystère demeure, qui n'a d'ailleurs toujours pas été élucidé, ni par l'archéologie, ni par l'anthropologie, d'une transmission des influences culturelles (et donc des techniques) par le chenal exclusif du détroit de Bering ou par voie des mers, au-delà du Pacifique.

MAISON ALLEMANDE EN PISÉ



in "AM ANFANG DIE ERDE..." J. SCHNEIDER 1985



Eduard Pommer

FIGURE 65 : MAISON DE M. SIEBOLT EN PISE A BIELEFELD (ALLEMAGNE)

in CONSTRUIRE EN TERRE - CRATERRE

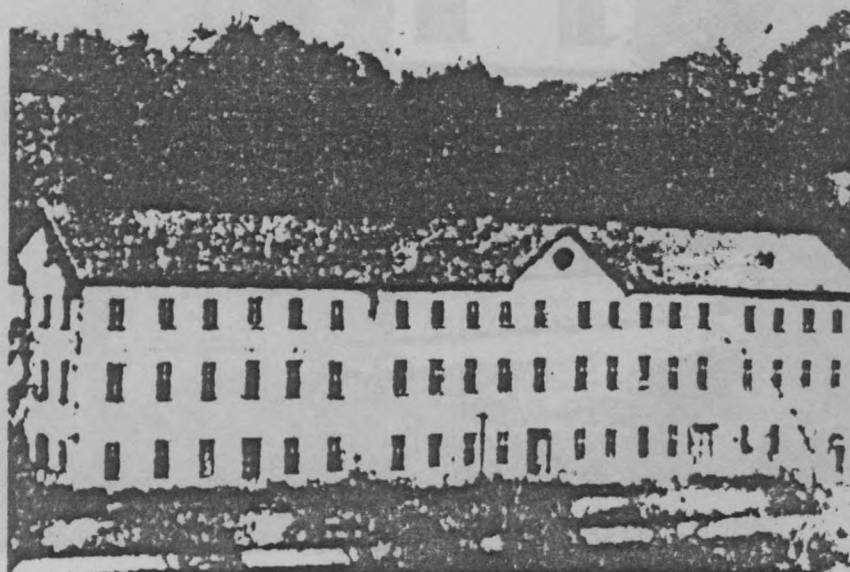
IMMEUBLE EN PISE
CONSTRUIT AU XIX^e
PAR WIMPF A
WEILBURG. (RFA)

Etat actuel 1978



photo CRATERRE

FABRIQUE DE
CERAMIQUE EN
PISE BÂTIE PAR
WIMPF A LA FIN
DU XIX^e SIECLE -



Eduard Pommer

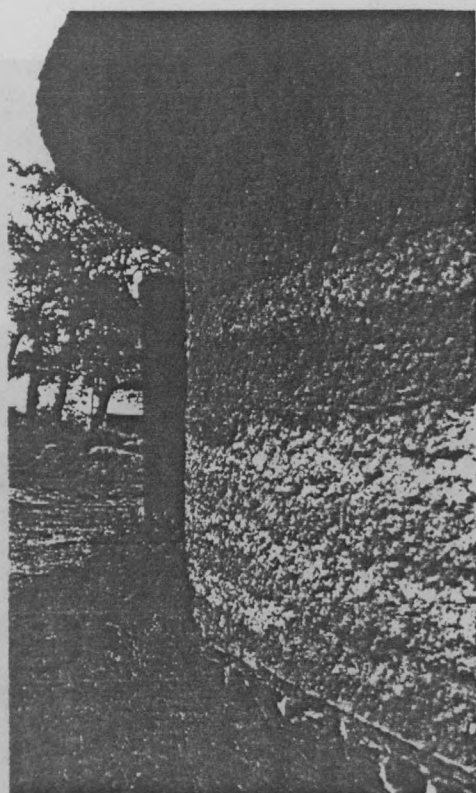
MAISON EN PISÉ - ALLEMAGNE



in "BAUEN MIT LEHM". G. MINKE .



in "AM ANFANG DIE ERDE ..." J. SCHNEIDER 1985



Rundscheune auf dem Gut Bollbrügge in Ostholstein, 1831 aus Stampflehm gebaut. Die Außenwände sind 0,9 m stark, das kegelförmige Dach ist reetgedeckt.

GRANGE CIRCULAIRE BATIE EN PISE EN 1831 - OSTHOLSTEIN - in "AM ANFANG DIE ERDE" J. SCHNEIDER - 1985 -

MAISONS EN PISÉ AU PORTUGAL .

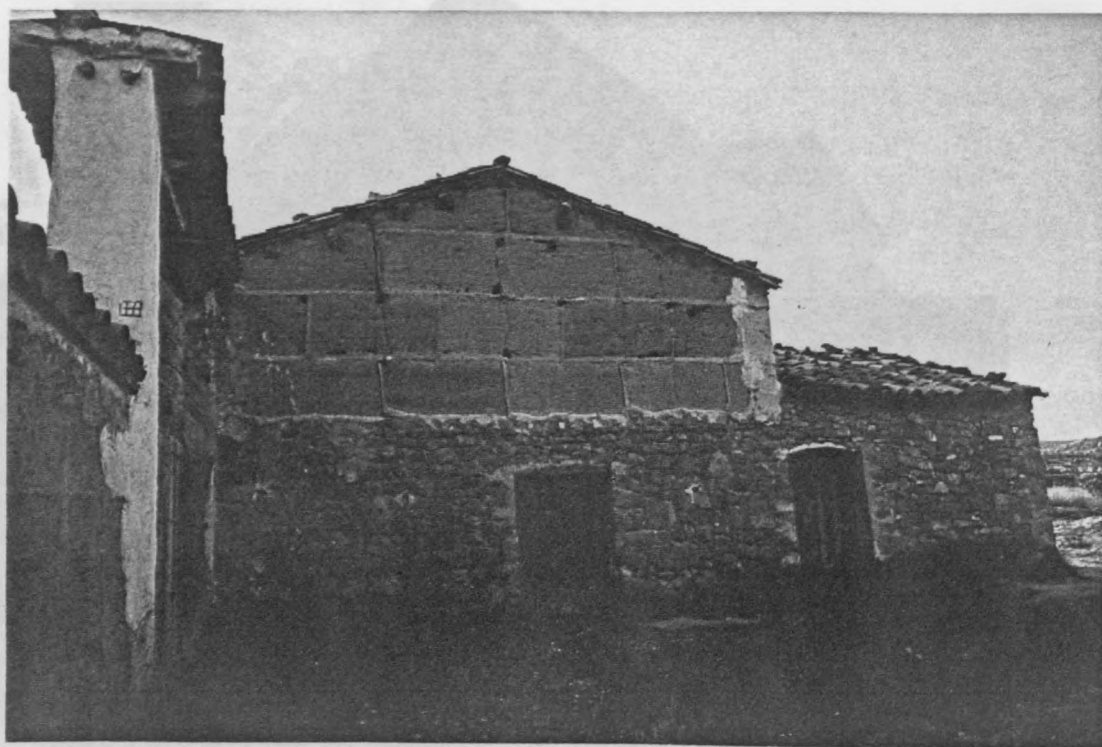


photo CRATERRE .

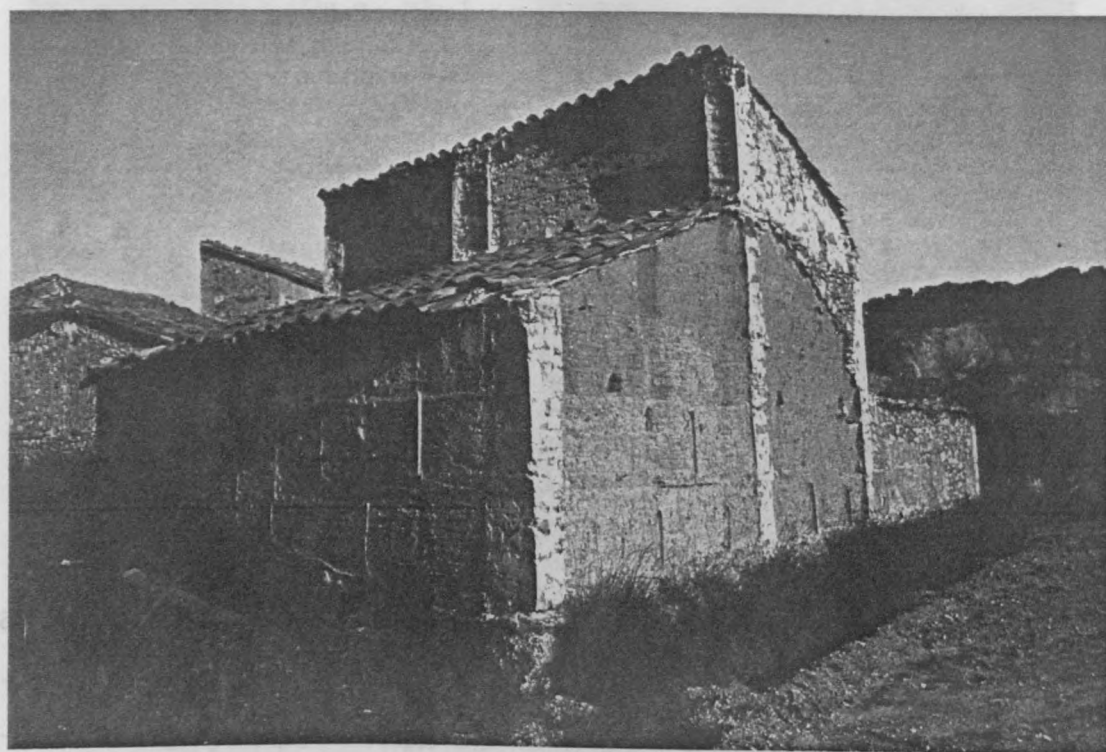


photo CRATERRE .

MAISONS EN PISE AU PORTUGAL -



photo CRATERRE

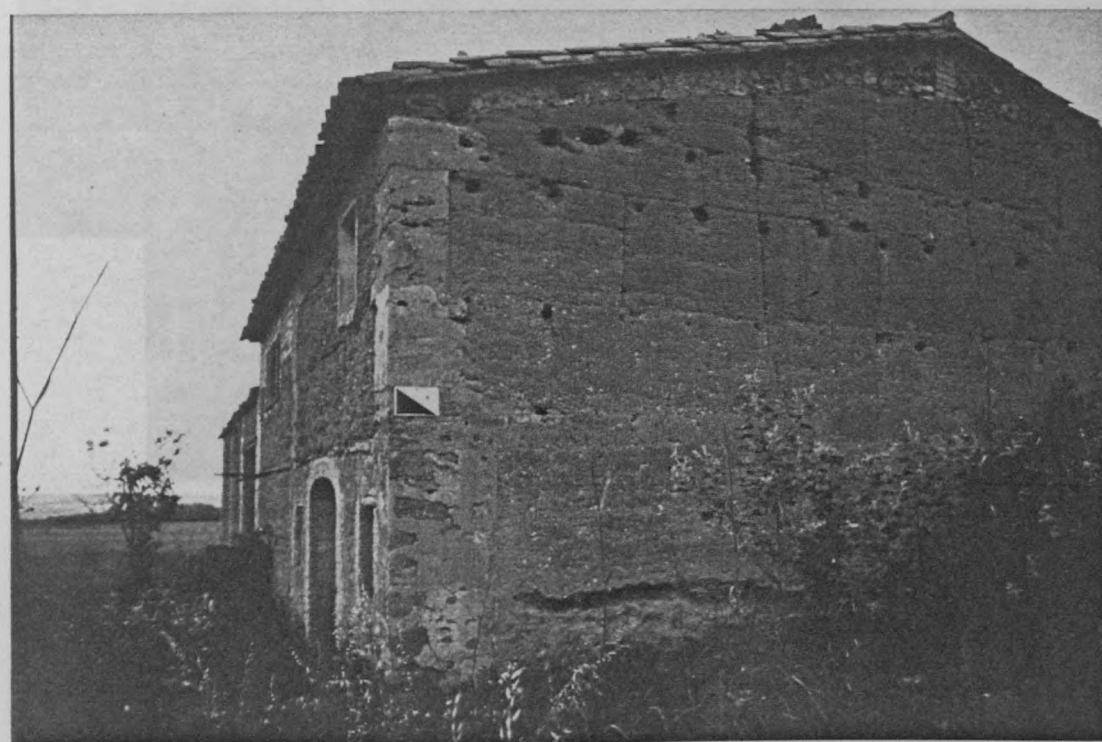


photo CRATERRE

MAISONS EN PISÉ AU PORTUGAL DA 327 NE 21021AM

PISÉ PORTUGAIS : "DES BANCHÉES COURTES
ET HAUTES, PRESQUE CUBIQUES."



photo CRATERRE -

QUELQUES PRECISIONS SUR LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES LES PLUS
CONNUES

PISE TRADITIONNEL AU MEXIQUE -

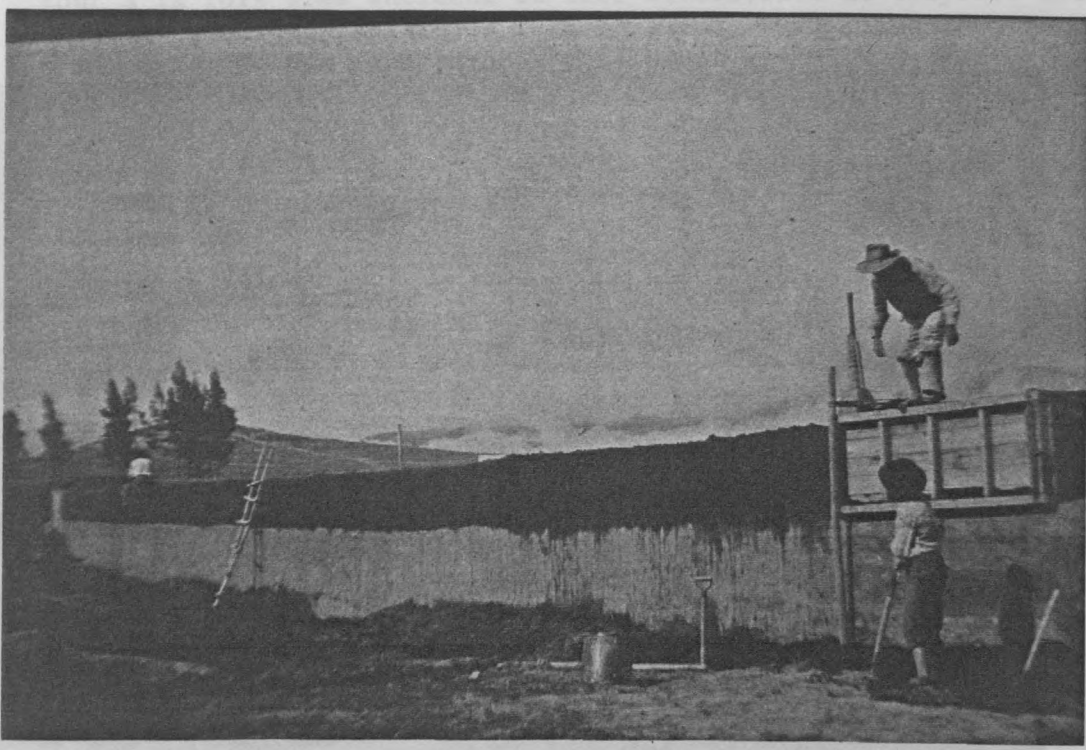


photo CRATERRE_

PISE TRADITIONNEL DU NORD DE L'ALGÉRIE



photo CRATERRE.

• QUELQUES PRECISIONS SUR LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES LES PLUS CONNUES

LE PISE MAROCAIN

(d'après Jean Dethier in "Case studies on earth construction", Colloque Unchs Bruxelles, déc. 84).

Le Maroc est sans aucun doute un des pays du Monde où les architectures de terre crue, dont une grande part sont bâties en pisé, sont parmi les plus intéressantes du monde. La tradition du pisé y est tout à la fois très ancienne et très diversifiée et toujours actuelle (Sud du Maroc). Il existe en fait plusieurs traditions résultant d'une interférence d'influences totalement assimilées, dénaturées ou même sublimées. Dans son étude de cas sur la construction en terre marocaine, Jean Dethier distingue la "tradition du Magzhen" des "traditions millénaires et populaires". Le magzhen (l'Etat) a utilisé la terre crue pour réaliser de très nombreux bâtiments publics, palais royaux, des travaux de génie civil et militaire qui sont encore aujourd'hui des témoignages spectaculaires d'un génie de l'art de bâtir en terre marocain. Par exemple, les fortifications des villes anciennes de Rabat, Fez et Marrakech et de bien d'autres cités édifiées entre le XIII^e et le XVII^e siècle. Ces murailles sont pour beaucoup intactes et furent entretenues, protégées comme monuments historiques depuis les années 20, à l'initiative de Lyautey. Les Rois du Maroc ont édifié ex-nihilo, des villes entières bâties en pisé : le cas de Meknès, nouvelle capitale du Royaume projetée par le Roi Moulay Ismaïl (1672-1727), protégée par 40 kilomètres de bastions et de murailles en pisé. Tiznit, ville du Sud fondée par Moulay el Hassane, en 1882, qui fait aussi appel à cette tradition du pisé. Fès avec son enceinte de pisé de 20 kilomètres renforcée de bastions imposants. A Marrakech, le Palais El Badi, édifié en pisé par Ahmed El Mansour, de 1578 à 1603, qui acquit très vite la réputation d'être l'un des lieux les plus luxueux et les plus raffinés de son temps. Aujourd'hui, le palais du roi Hassan II, au Méchouar est aussi en grande partie construit en pisé. En milieu rural, il était aussi courant d'édifier des palais en terre : l'ancien pacha de Marrakech dit le Glaoui, puissant chef de tribu berbère, se fit construire le somptueux château fortifié de Telouet, en pisé.

20. Les traditions millénaires et populaires du pisé marocain sont elles aussi remarquables. Dans les régions rurales qui regroupent près de 70 % de la population nationale, la moitié environ de l'habitat est édifiée en adobe et surtout en pisé. Au nord, dans le massif du Rif, domine un habitat individuel isolé ou en petits hameaux où la brique crue est dominante. Mais dans les régions montagneuses de l'Atlas et les régions pré-sahariennes, la construction en pisé témoigne d'un archétype différent : des villages très compacts à plan géométrique ou organique, souvent défensifs et avec des bâtiments très élevés (de 3 à 5 niveaux). Ce sont les "Ksour" qui présentent un caractère urbain restituant sans doute l'aspect des premières villes des grandes civilisations du Moyen-Orient et les "Kasbahs" fermes fortifiées imposantes, flanquées de tours-greniers, de belle allure. Les origines de ce patrimoine bâti en terre seraient effectivement rattachées aux contrées du Moyen-Orient : en Iran, en Afghanistan et au Yémen. Les plus beaux témoignages de cette architecture de pisé séculaire du Maroc, sont rassemblés dans les vallées du sud marocain, le long du Draa, du Dadès, du Ziz. Il y a dix ans encore, toutes les habitations des provinces méridionales du Maroc (Ouarzazate) étaient en pisé, même les plus récentes. Car la tradition du pisé est perpétuée par les "maâlems" marocains (maîtres-maçons). Il est en effet courant d'observer aujourd'hui, au-delà de la palmeraie de Skoura qui ouvre la pénétration aval de la Vallée du Dadès, et cela jusqu'à Boulmane, la construction de maisons en pisé. Ce témoignage de la vigueur des traditions restitue les gestes coutumiers des bâtisseurs et autorise l'étude d'un outillage d'une conception ancienne mais d'une efficacité surprenante.

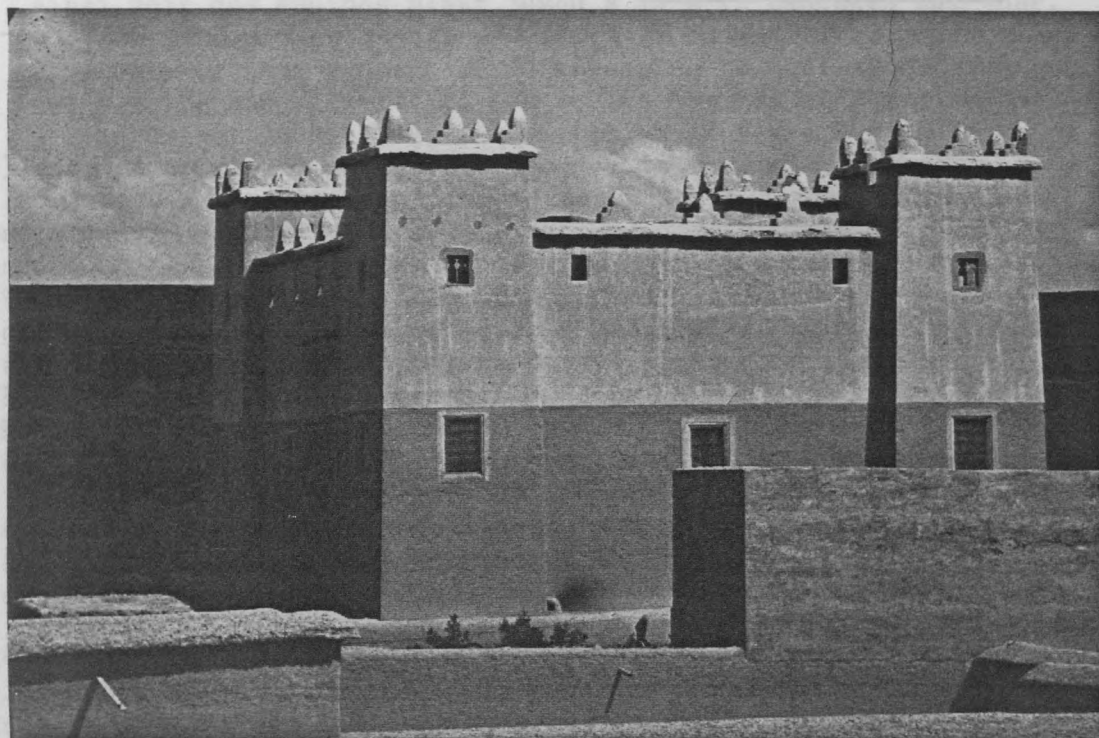


photo CRATERRE

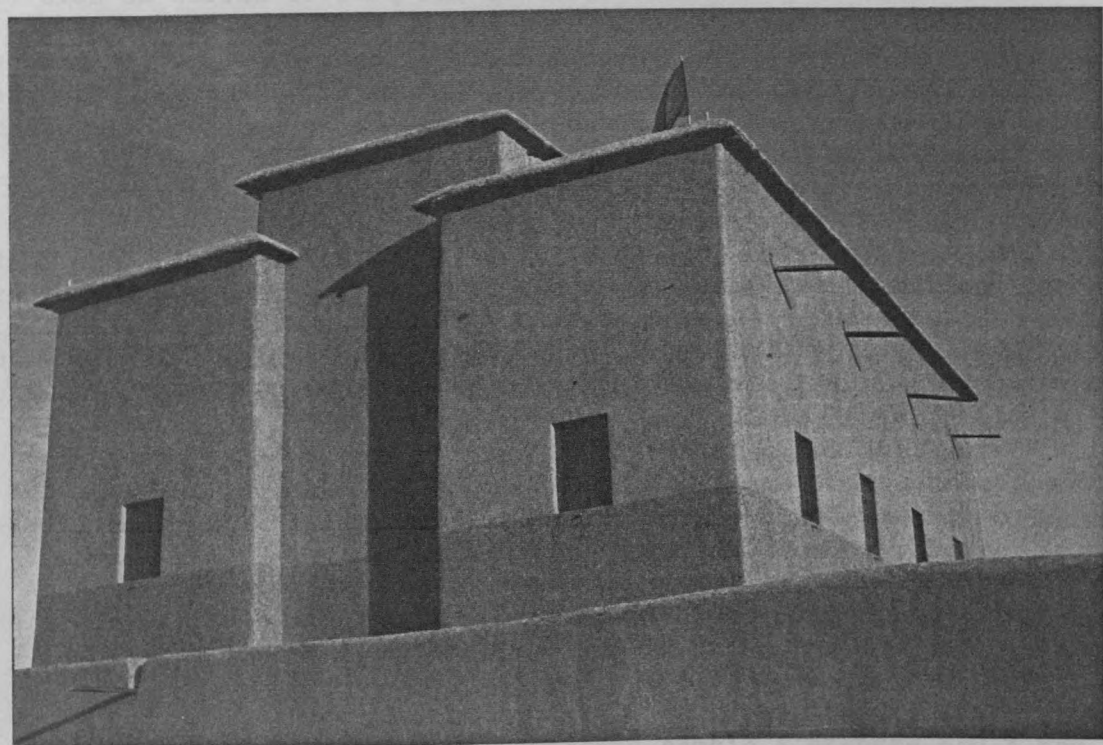


photo CRATERRE.

● QUELQUES DONNEES SUR L'OUTILLAGE DU PISE MAROCAIN ET L'EVOLUTION RECENTE DES TECHNIQUES

(d'après "Marrakech 83", habitat en terre, Rexcoop, CRATERre-GAITerre).

La terre est battue manuellement à l'aide de pilons en bois (al marcaze) dans des coffrages également en bois. Le terme local "leuh" désigne tantôt le coffrage ou le pisé mais également une mesure métrique du pisé qui correspond à une banchée de longueur moyenne de 2 mètres, large de 50 à 60 cm et haute de 80 cm. Pour les meilleurs outils, les banches sont réalisées en bois blanc de bonne qualité et représentent un gros investissement pour les maâlems. Les planches sont maintenues à chacune des extrémités de la banche, par deux traverses clouées, l'une en parement extérieur, l'autre en parement intérieur. Cette disposition permet d'une part, de caler la porte de banche (traverse en parement intérieur) et d'autre part, ne gêne pas l'appui de la banche sur la banchée fraîchement damée lors du glissement du coffrage. Des encoches ménagées aux extrémités des banches, en partie haute et basse, ainsi qu'une évidure prévue au milieu de la banche permettent une manipulation et un transport aisé de la banche. Les coffrages sont retournés après quelques banchées réalisées pour que le parement humidifié puisse sécher évitant ainsi que la terre ne colle à la banche. Le dressage des banches et leur mise à niveau sont assurés par le maâlem aidé d'un manoeuvre. La conception de la banche facilite ce travail. Parmi les autres outils du piseur marocain, on peut aussi observer des petites battes de bois (les khabbatas) qui servent à finir les parements des banchées fraîchement décoffrées. Des khabbatas différentes sont successivement utilisées pour finir le travail, une plate et légère pour battre le parement, une plus lourde pour tasser le dessus de la banchée ainsi qu'un grattoir qui permet de préparer le travail.

Les carrières de terre sont le plus souvent situées à proximité immédiate des chantiers. La bonne terre à pisé est extraite après décapage du sol organique de surface et un arrosage préalable, la veille, qui permet d'obtenir une bonne humidité du matériau (climat chaud). L'extraction de la terre est manuelle, à l'aide de pics, de pioches ou de houes et mobilise 1 manoeuvre. Le transport de la terre, de la carrière au chantier occupe 2 ouvriers qui tournent en permanence et qui emploient pour ce faire des couffins. Sur le chantier, dans la banche, le maâlem se tient debout, répartit la terre aux pieds, la foule puis la dame à l'aide de son "marcaze". On a pu observer que les piseurs marocains savaient choisir la bonne terre pour obtenir d'excellents pisés.

Mais, aujourd'hui, dans les conditions actuelles de monétarisation du travail, la tendance est souvent à une exécution rapide. On a pu ainsi voir des équipes piser jusqu'à 10 à 12 banchées par jour, soit 20 à 24 mètres linéaires coffrés 2 faces. Cette performance apparente se fait souvent au détriment de la qualité du pisé qui est à peine damé, davantage contre les banches et sommairement à l'intérieur du coffrage. Ainsi, la bonne terre à pisé ne donne souvent que des pisés de qualité très insuffisante. Si la banche traditionnelle est bien conçue, le pisoir lui, trop massif et cylindrique ne s'accorde pas à l'exécution de meilleurs pisés. Il semble que les constructeurs marocains, confrontés à la possibilité d'un emploi d'autres matériaux (béton, blocs d'agglos) n'accordent plus le même soin à la construction en pisé et hésitent entre l'idée d'un habitat en pisé temporaire et d'un habitat plus durable en matériaux "durs". Cette constatation est aujourd'hui fréquente dans la plupart des régions en développement qui héritent d'une tradition de la construction en terre que les technologies modernes contribuent à abâtardir. On peut aussi observer que les systèmes constructifs de l'habitat rural restent souvent peu élaborés, confirmant cette tendance à un certain appauvrissement de la technique. A moins que l'on doive voir dans cette situation la pression de la contrainte d'économie sur la main d'oeuvre d'une part et sur les matériaux associés au pisé d'autre part. Néanmoins, tel n'est pas le cas de toutes les réalisations en pisé. Il existe aussi dans le sud marocain une continuité de démonstration d'un art de bâtir en terre pleinement achevé qui donne des architectures en pisé nouvelles d'une facture superbe.

On peut constater que le pisé marocain est resté très traditionnel. Dans son outillage, dans l'organisation des chantiers, dans les modes de construction et les systèmes constructifs. Il peut paraître étonnant que le Maroc, qui a pourtant considérablement développé les recherches sur la construction en terre et les améliorations pouvant y être apportées, n'ait pas réussi à insuffler les résultats de ces recherches dans le monde rural. Problème évident et courant du cloisonnement de la recherche dans les laboratoires ou sur des terrains d'expérimentation (pourtant vastes pour certains d'entre eux) sans lendemain, problème de l'enclavement du monde rural et problème majeur d'une réticence psychologique à l'égard d'un renouveau des arts de bâtir traditionnels. Aujourd'hui, la modernisation du pisé, entrevue au cours des années 60 et 70, qui introduisait l'emploi de coffrages métalliques, de fouloirs pneumatiques, d'une organisation poussée des chantiers, apparaît être un mirage conçu par quelques chercheurs enthousiastes. Tout doit être à nouveau reconduit et doit s'efforcer de trouver de nouvelles voies de démonstration. Là encore, c'est par une sensibilisation des institutions, des décideurs et des aménageurs, des maîtres d'oeuvre et des entrepreneurs, par un "apprivoisement" des maâlems, en vue de faire évoluer les techniques coutumières, que l'on peut entrevoir une nouvelle modernité du pisé au Maroc. Les terrains culturels et économiques y sont favorables et un nouveau champ d'expérimentation semble s'étendre peu à peu.

Le programme Rexcoop de Marrakech, initié en 1983 semble avoir permis le développement d'une nouvelle dynamique marocaine qui échappe aux actions de promotion franco-marocaines. Plusieurs nouveaux chantiers en pisé et un nouveau courant de construction de demeures luxueuses, de bâtiments publics en pisé, pourrait engager une réactualisation de cette technique. Mais les efforts actuellement développés sont encore très attachés aux pratiques traditionnelles et se soucient davantage d'une défense de l'héritage culturel que d'une volonté de modernisation. Une tendance vers la formation des acteurs clés de la construction pourrait être prochainement développée, en relation avec la France (formation in-situ de particuliers et de groupes de recherche, formation d'architectes marocains dans le cadre du C.E.A.A. de l'Ecole de Grenoble) et au Maroc (projets de cours à l'Ecole d'Architecture de Rabat, stages pratiques sur des chantiers marocains, perspective d'une vie associative liée à la promotion d'un pisé réactualisé).

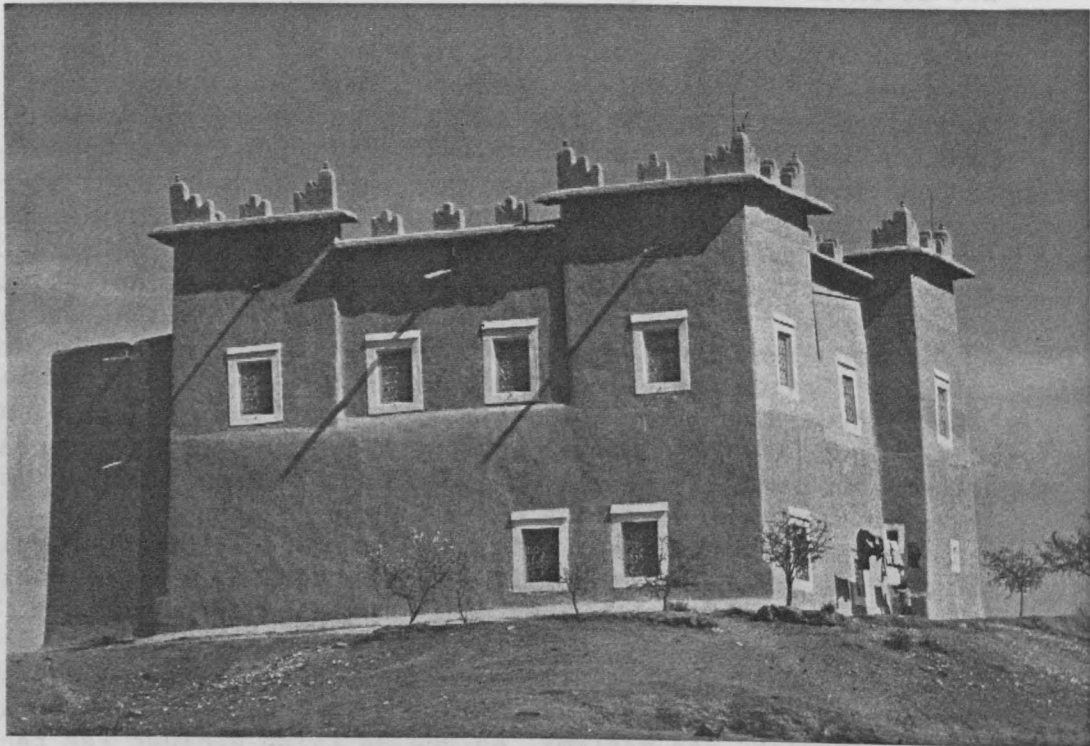


photo CRATerre



photo CRATERRE

Le programme National de l'Architecture initié en 1983 avait permis le développement d'une nouvelle dynamique marocaine qui s'adresse aux artisans de promotion franco-marocaine. Plusieurs nouveaux chantiers en pisé et un nouveau contexte de construction de logements sociaux, de bâtiments publics en pisé, pourrait...

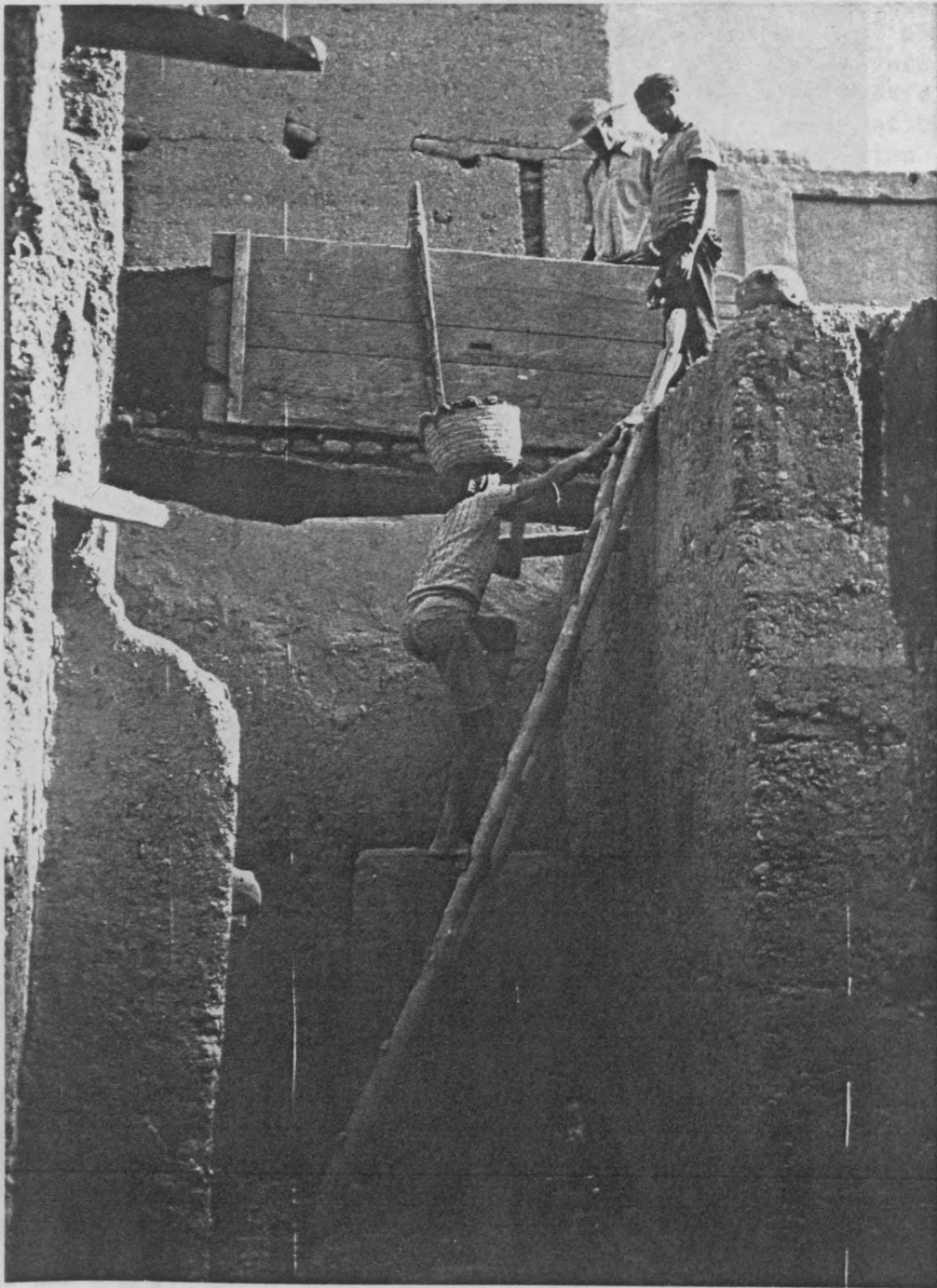


photo CRATERRE -

LES OUTILS DU PISE MAROCAIN



photo CRATERRE



photo CRATERRE

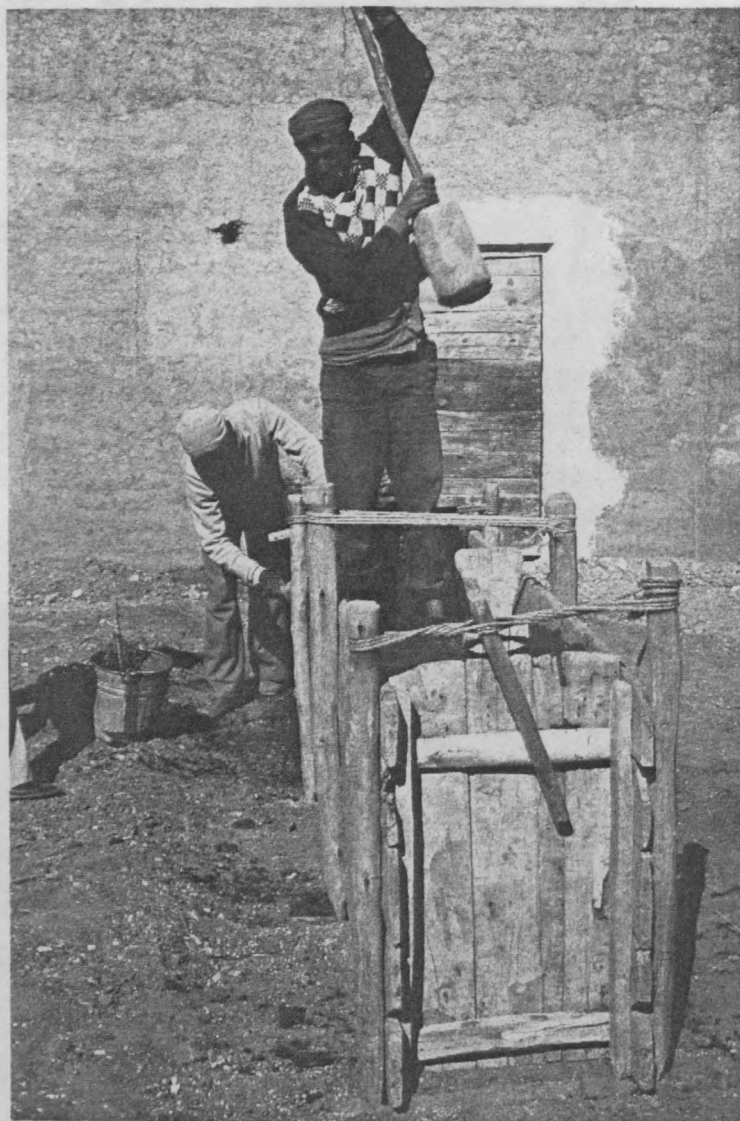
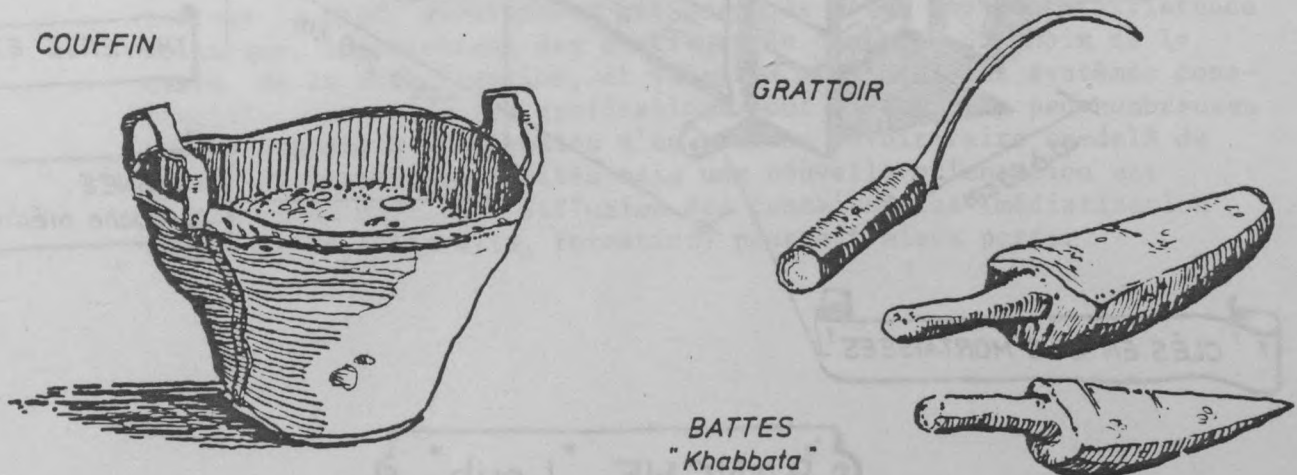
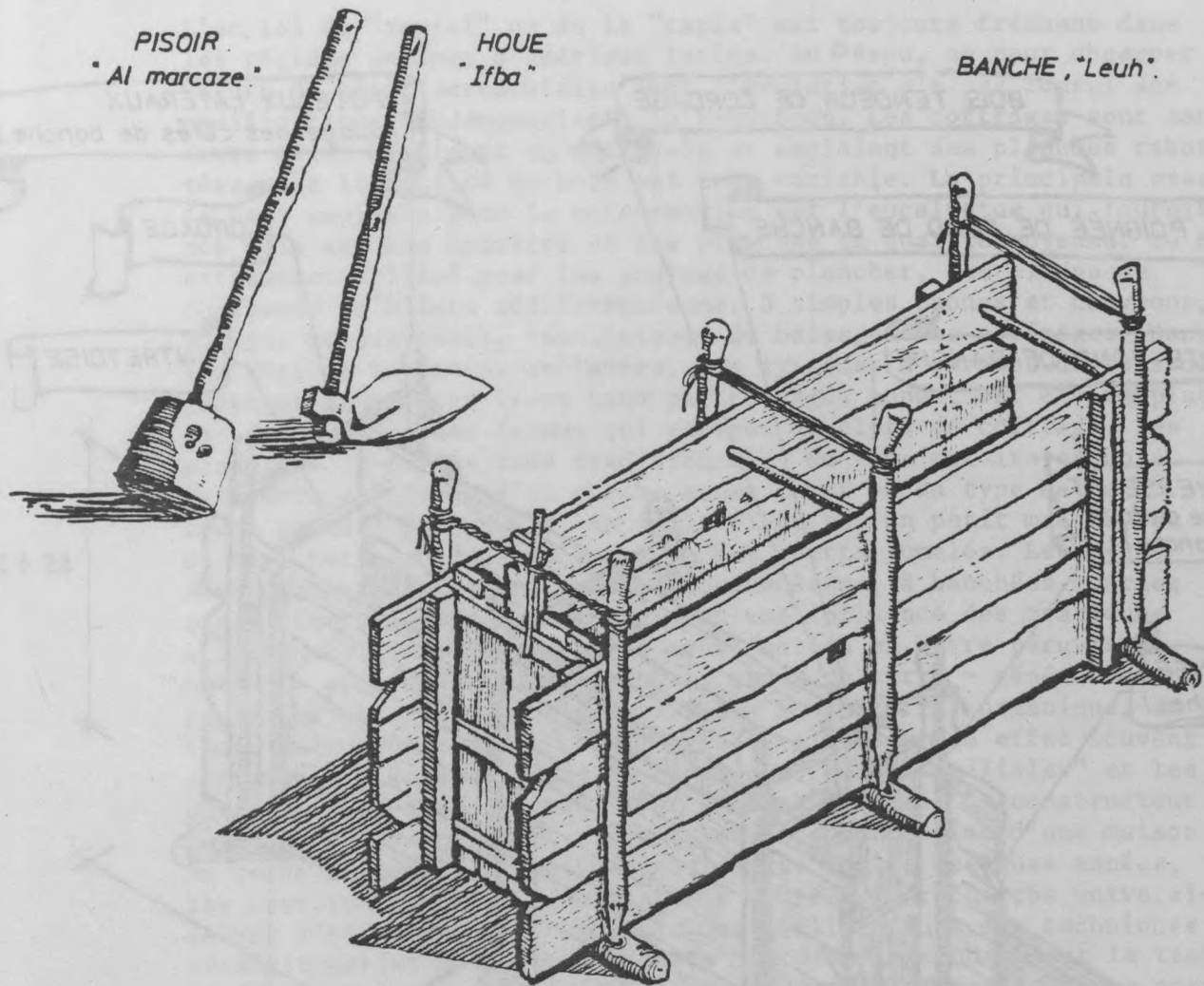


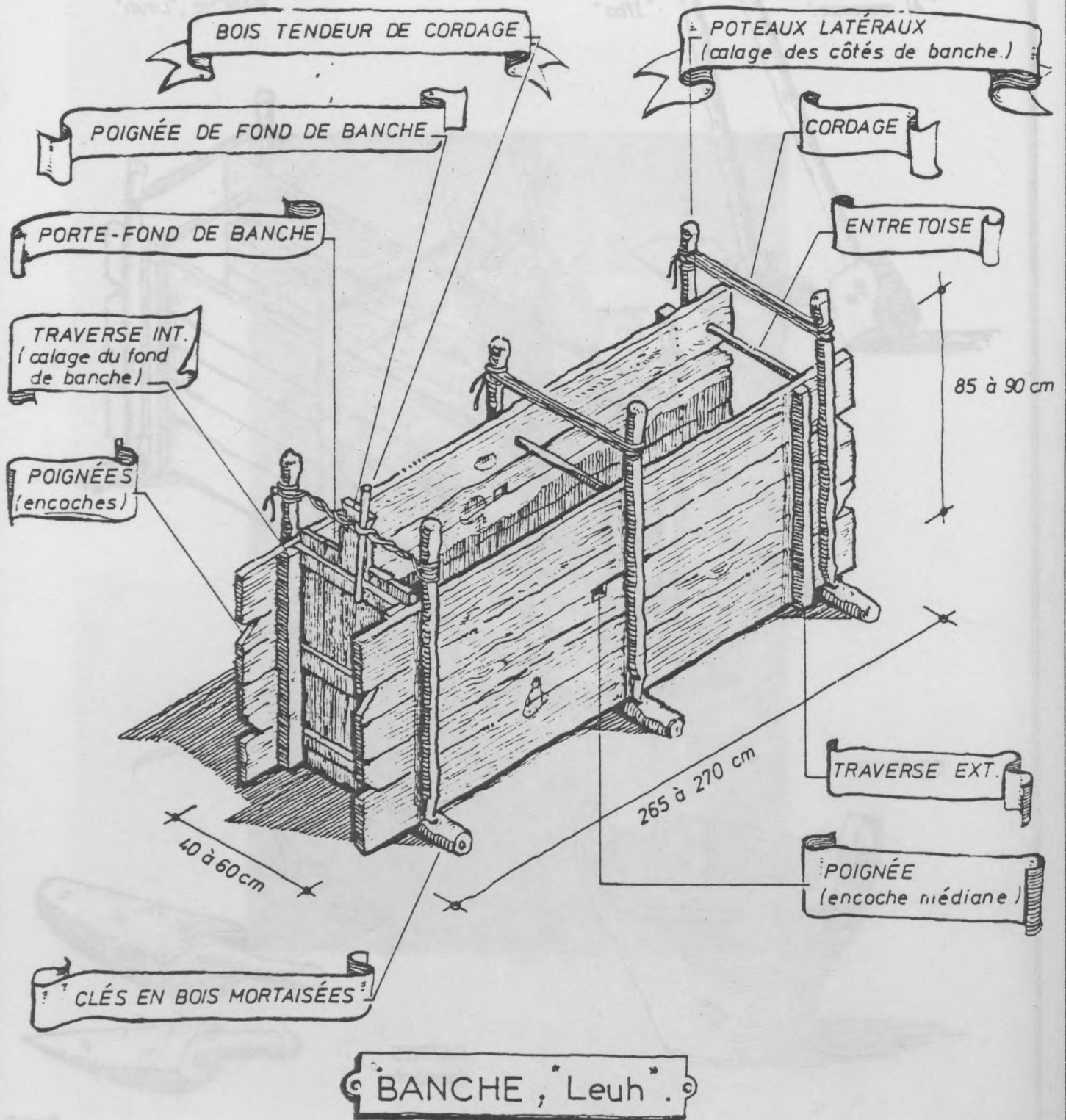
photo CRATERRE

LES OUTILS DU PISÉ MAROCAIN -



Paulet

(in "MARRAKECH 83." document REXCOOP-CRATERRE.)



(in "MARRAKECH 83" document REXCOOP.CRATERRE)

Le pisé andin et en Amérique centrale

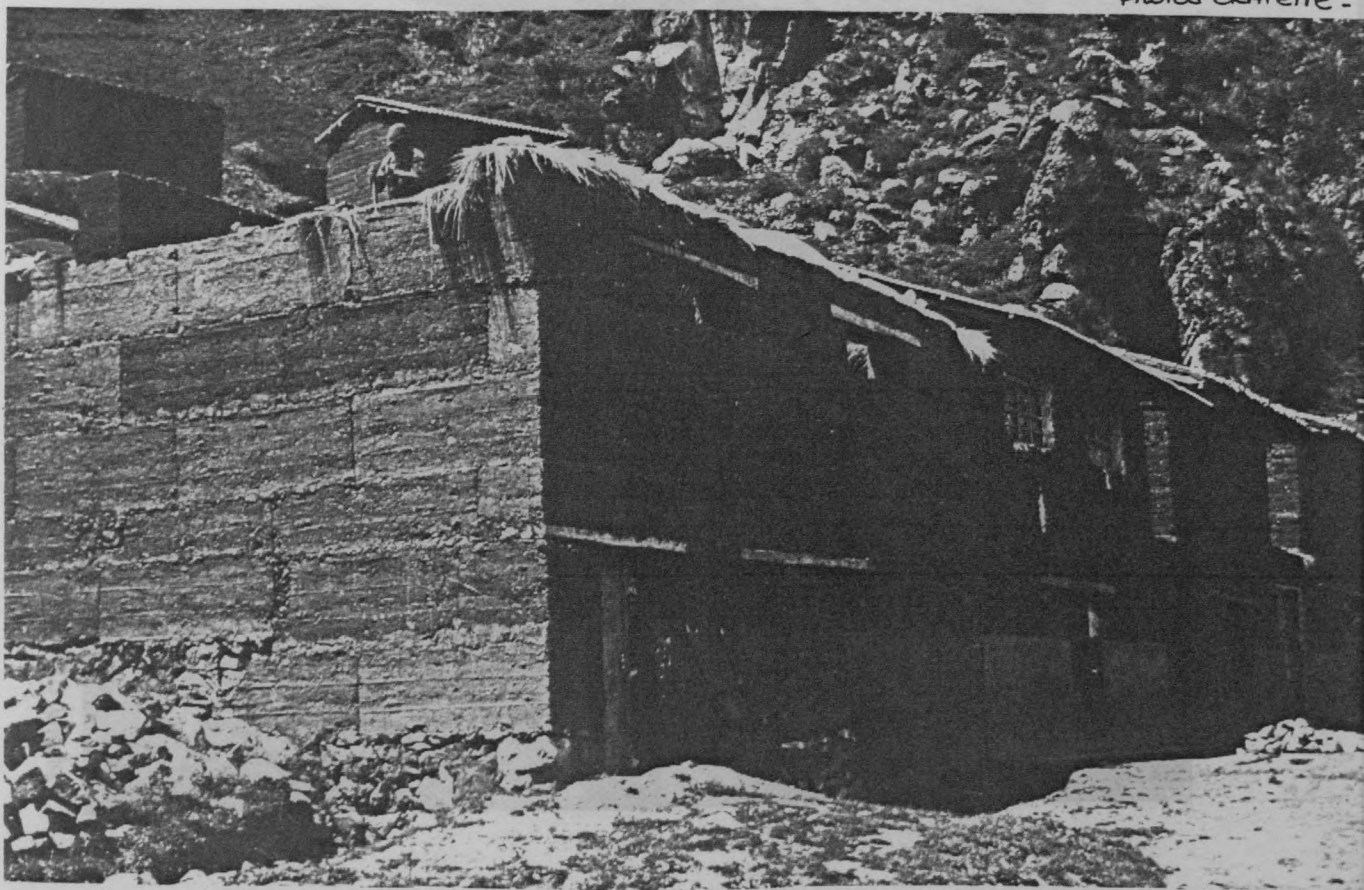
- L'emploi du "tapial" ou de la "tapia" est toujours fréquent dans les régions andines d'Amérique latine. Au Pérou, on peut observer un art de bâtir vernaculaire dont l'évolution n'a pas fourni des modifications fondamentales à la tradition. Les coffrages sont sans doute moins rustiques qu'autrefois et emploient des planches rabotées mais la qualité du bois est très variable. La principale essence de bois employée pour la construction est l'eucalyptus qui fournit, une fois sec des madriers et des planches de qualité moyenne. Ce bois est autant utilisé pour les poutres de plancher, les pièces de charpente (d'allure méditerranéenne, à simples pannes et chevrons, voliges ou quartons), les linteaux de baies et les coffrages. Dans les régions les moins enclavées, les systèmes à perches de bois ou jambages de bois et liens hauts par cordages noués, ont été remplacés par des fers et des écrous qui servent de clefs de coffrage. Les pisoirs sont restés très traditionnels, du type matoirs en bois cylindriques lestés d'un manche assez court ou du type batte à large battoir prolongé d'une seule pièce par un petit manche, ou du type battoir lesté de deux manches courts jumelés. Les pisés obtenus sont de facture très méditerranéenne, à banchées courtes assez bien calepinées et traduisent une influence des pratiques hispaniques. On observe que la construction en terre péruvienne pâtit le plus souvent d'un mauvais choix de terre - généralement prise sur place à même les fouilles - souvent très organique, et d'une exécution rapide. Les maisons rurales sont en effet souvent contruites très vite, dans le cadre de "faenas familiales" et les pisés obtenus sont rarement d'excellente qualité. Le constructeur rural péruvien entrevoit visiblement la construction d'une maison en terre en termes d'habitat provisoire. Depuis quelques années, les institutions péruviennes et les centres de recherche universitaires s'efforcent de promouvoir des améliorations des techniques traditionnelles mais leurs efforts ont davantage porté sur la technique de la brique crue d'adobe. Des recherches et applications actuelles sur le pisé, développées par quelques rares groupes d'assistance technique, introduisent des pratiques de contrôle du choix de la terre, de la stabilisation, et visent à améliorer les systèmes constructifs. Ces nouvelles applications sont encore trop peu nombreuses pour prétendre à l'extension d'un nouveau savoir-faire au-delà de cadres géographiques limités mais une nouvelle orientation est initiée qu'une meilleure diffusion des connaissances (médiatisation technique et culturelle, formation) pourrait mieux porter.

D'autres pratiques traditionnelles du pisé demeurent en leur état de savoir-faire ancien, dans la plupart des autres pays des régions andines (Bolivie, Colombie, Chili). Ces pays semblent aussi désireux d'initier une amélioration des techniques traditionnelles qui sont un recours indispensable à la solution fiable du logement économique dans le secteur informel. Plusieurs actions en faveur de la construction en terre, soutenues par les organismes internationaux et de nombreuses O.N.G., sont en effet développées. L'engagement institutionnel semble toutefois encore trop limité ainsi qu'une véritable politique de formation pour pouvoir initier à court terme de profondes évolutions. Les efforts actuellement déployés demeurent certainement louables mais mériteraient d'être étayés par des expérimentations plus ambitieuses. On observe aussi l'apparition de courants de réactualisation du pisé, au Brésil, avec quelques expérimentations actuellement développées par des équipes de recherche de l'université de Saõ Paulo. D'autres actions ont été également développées au cours de ces dernières années, au Mexique, dans le cadre de la programmation d'un équipement scolaire à l'échelle du territoire national, par la Conescal. Il s'agissait notamment d'une action de sensibilisation des pouvoirs publics et de formation de maîtres d'oeuvres, d'architectes et d'ingénieurs appelés à intervenir dans le cadre de ce programme. Parmi la plupart de ces actions, on peut noter, que l'intervention française y prend une large part. D'une part, avec les retombées de la circulation de l'exposition du C.C.I. (au Brésil notamment), d'autre part, avec les interventions du CRATerre (au Mexique et au Pérou) et enfin avec les prolongements de la formation dans le cadre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble qui a contribué, au cours de ces dernières années à sensibiliser plusieurs architectes brésiliens et brésiliennes et colombiennes. La possibilité de créer des relais d'appui technique avec ces pays est étudiée. Ces personnes sont aujourd'hui à l'origine de quelques actions en faveur de la construction en terre, dans leur pays, qui sont à peine engagées et dont on ne peut à ce jour augurer des effets qu'elles pourront susciter à leur tour. Il existe également d'autres actions patronnées par les organismes internationaux mais qui ne semblent pas apporter à ce jour un renouvellement des problématiques développées jusqu'alors :

- reconnaissance et inventaire des patrimoines (études notamment patronnées par UNCHS-Habitat), projets-pilotes d'ambition limitée. Par contre, quelques uns de ces pays, le Pérou notamment, ont déjà engagé depuis quelques années, une démarche de mise à jour des textes normatifs de la construction où la terre est prise en compte. Ces textes qui sont des recommandations techniques pratiques concernent essentiellement l'adobe et ne semblent pas avoir pris en compte le pisé qui porte une connotation de technique plus antique défavorable. Beaucoup d'efforts doivent être encore déployés dans ces pays pour conforter une nouvelle démarche de réactualisation du pisé. Là encore, la diffusion des résultats des recherches techniques, la médiatisation culturelle, la formation et la multiplication des savoir-faire au-delà des nouvelles démonstrations plus pertinentes et plus ambitieuses, auront beaucoup à faire.



photos CRATERRE -



- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

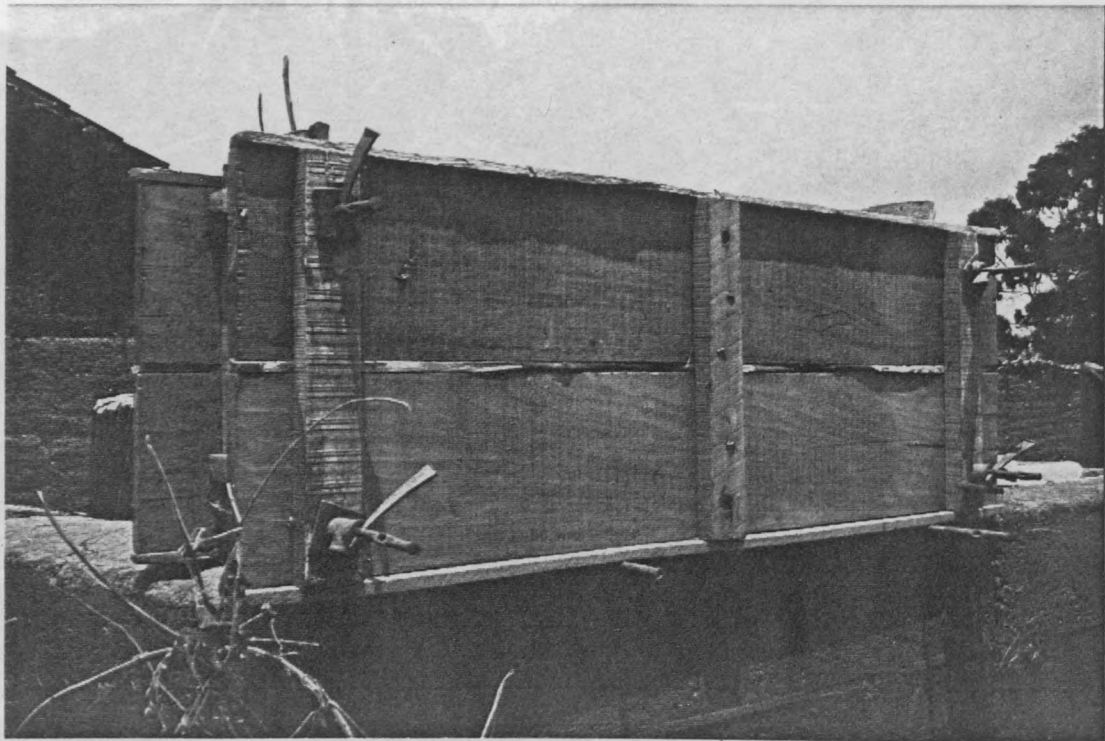


photo CRATERRE

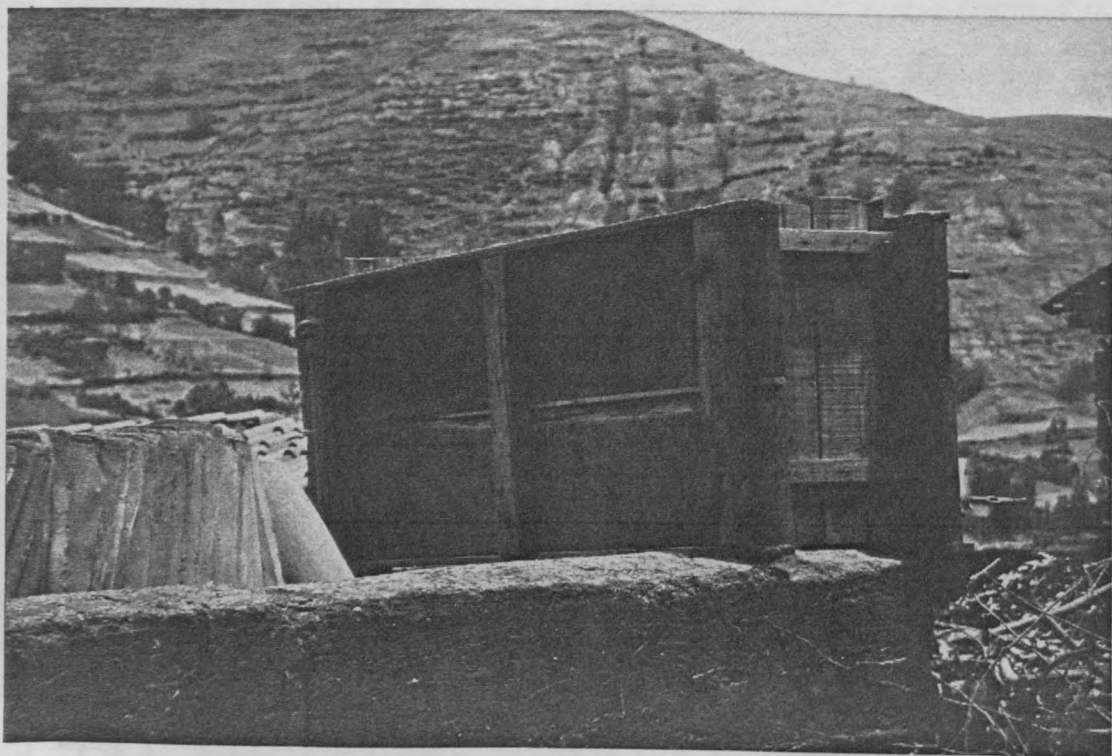


photo CRATERRE



photo CRATERRE



photo CRATERRE

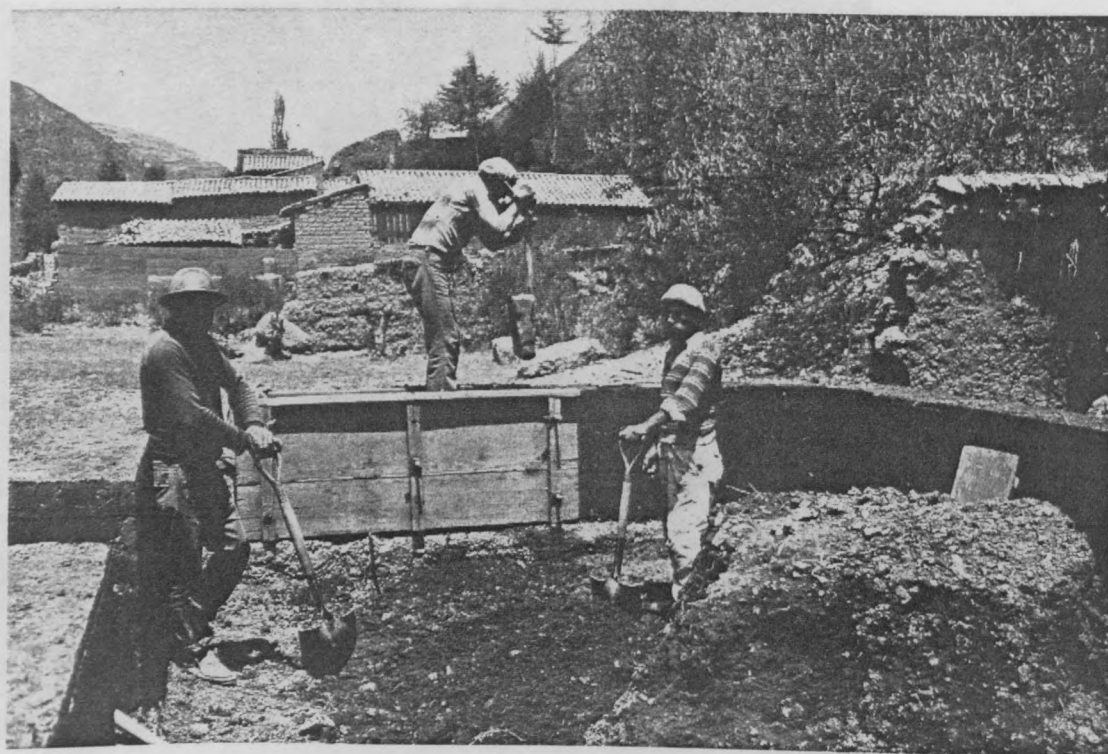


photo CRATERRE

LE PISÉ INDIEN

En Inde, le recensement de 1971, établissait que 72,20 % du parc immobilier est construit en terre. Cela représentait à l'époque 67 millions de maisons où vivent près de 375 millions de personnes. Le constat est réellement effarant. L'iconographie ancienne de l'Inde présente de nombreuses représentations de la technique du pisé. On y peut voir des pratiques très traditionnelles, similaires à celles observées dans la plupart des pays pratiquant cet art de bâtir. L'extraction de la terre est manuelle, généralement pratiquée par deux manoeuvres qui emploient des pics et pioches, pelles et houes. La terre est de temps à autre humidifiée en déversant le contenu d'une cruche remplie d'eau. Il semblerait que l'on prépare la terre, avant de la transporter vers le piseur, en la battant à l'aide de fléaux. Une fois préparée, la terre est transportée dans des paniers en vannerie, à dos d'homme s'aidant d'un coussinet en forme de boudin réparti sur ses épaules. Dans la banche, un maître-maçon aidé d'un manoeuvre tassent la terre. La banche traditionnelle de la région évoquée par l'image est semble-t-il assez courte (environ 2 mètres) et constituée de planches maintenues par des traverses en bois verticales clouées. Le coffrage est calé par un système de jambage en bois enserré par le haut à l'aide d'une sorte de joug et calé en son bas par des clés en bois traversant le mur. Le système est assez similaire à celui que l'on peut observer dans les pays d'Orient et jusqu'en Europe centrale (le cas précédemment évoqué des banches roumaines). Les pisoirs sont eux très différents de ceux employés dans la tradition maghrébine et méditerranéenne, andine également. Il s'agit d'une section de madrier, rabottée en forme de cylindre dont les extrémités sont coniques, avec un amincissement au centre de l'outil qui facilite son maintien. L'outil n'est pas sans rappeler celui qui est employé en Chine, étayant ainsi l'hypothèse d'une lointaine influence déjà évoquée.

Aujourd'hui, la technique du pisé indien est semble-t-il, restituée dans ses pratiques très traditionnelles. On sait que des nombreuses recherches ont été développées en Inde sur l'amélioration des matériaux de construction en terre, soutenues par un investissement de travail de Centres de Recherche (C.B.R.I.) et d'universitaires, patronnées par les institutions gouvernementales. Mais, ces actions se sont semble-t-il plus particulièrement attachées à l'introduction de procédures d'amélioration du matériau par le biais de la stabilisation. On connaît peu d'actions sur les matériaux de construction en terre autres que l'adobe ou le bloc compressé alors que les techniques de la bauge (terre empilée) et du pisé sont tout aussi dominantes. Une rare action en faveur du pisé a été développée par la fondation d'Auroville du Sud de l'Inde que nous évoquerons par la suite au Chapitre "publications récentes".

LE PISE CHINOIS

(d'après Liu Dunzhen et André Stevens)

Un ouvrage récent écrit par l'architecte chinois Liu Dunzhen, intitulé "La maison chinoise" et édité aux éditions Berger-Levrault en 1980 (traduction de Pierre Clément de l'I.F.A. d'une édition originale de 1957), fait état de l'histoire de la construction chinoise et de la grande diversité du patrimoine bâti où la terre (la brique crue autant que le pisé) semble avoir rempli et continue à jouer un rôle privilégié. Cet ouvrage de référence relève la présence de constructions en terre en Chine dans près de treize provinces.

1. Dans la province de Heilongjiang, région de Keshan qui témoigne de constructions en terre fortifiées, flanquées de murailles et de tours de défense.
2. En Mongolie Intérieure, dans le Sud-Ouest, avec des maisons circulaires du type de la Yourte mongolienne. Dans la région occidentale de Linxi avec une architecture en terre semi-enterrée de forme primitive.
3. Dans la province de Peiking avec les faubourg sud de Beijing : des petites maisons aux murs nord, est et ouest en terre et le mur sud en ossature bois hourdée de terre.
4. Dans le Hebei, région de Xinglong, avec des maisons de plan rectangulaire.
5. Dans le Shaanxi, région de Xi'an avec des maisons ordonnées autour de cours rectangulaires.
6. Dans le Jiangsu, région de Wu et de Zhenjiang avec de petites maisons carrées à ossatures bois hourdées de terre.
7. Dans le Henan, en ossature bois hourdée de terre.

8. Dans le Sichuan, des maisons à 3 ailes autour d'une cour rectangulaire.
9. Dans le Hunan avec notamment la maison natale du président Mao, élevée en pisé.
10. Dans le Yunnan, région de Kunming, des maisons à 4 ailes et 1 étage ou plus, à murs de pisé sur soubassements en pierres.
11. Dans la province de Fujian, région de Yongdin avec les fameuses maisons rondes à plusieurs anneaux concentriques des communautés Hakka, toutes en pisé.
12. Dans la région de Canton avec des maisons circulaires similaires à celles des Hakka.
13. Dans le Guangxi avec des maisons Hakka en pisé à plusieurs étages.

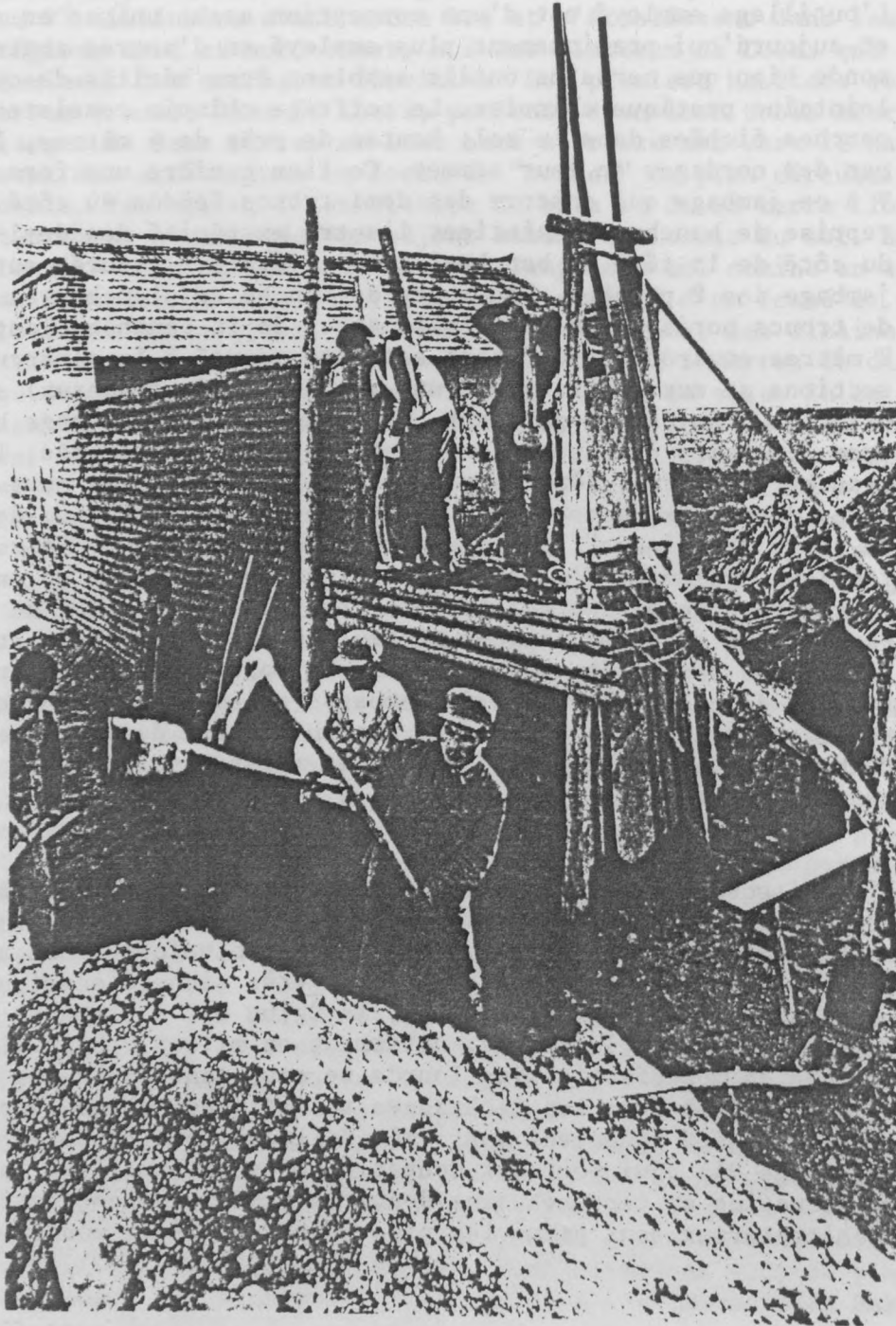
• RAPPEL HISTORIQUE

En Chine, les communautés agricoles néolithiques apparaissent au V^e millénaire avant notre ère et s'établissent dans les régions nord et nord-ouest, sur des plateaux de Loess qui dominent des terrasses fluviales. Les premiers habitats sont des trous creusés dans le loess, profonds d'environ trois mètres et larges de deux mètres en leur base se resserrant vers le haut. Ce sont des excavations en forme de "poches" de plan circulaire ou ovale. Par suite, l'association du bois et de la terre libère lentement l'homme de son séjour dans l'épaisseur du sol. Banpo est le site le plus connu de culture Yangshao, qui domine un affluent du Huanghé. Ce site fut visiblement entouré d'un fossé et d'une levée de terre damée. Les vestiges constituent des dizaines de maisons rondes ou ovales, ou carrées de 3 à 5 mètres de diamètre ou de côté, toutes tournées vers le centre du site. En ce centre, semble avoir été élevée une maison de clan dont le plan de 11 mètres sur 10 est délimité par un mur épais de 1 mètre et haut de 50 cm, sorte de mur-bahut en terre tassée servant à caler la structure en bois de la construction. L'élévation définitive de l'habitat en bois et en terre tassée au-dessus du sol ainsi que le passage au plan rectangulaire se précisent sous la dynastie Shang (XVIII^e - XII^e Siècle avant J.C.). Les villes Shang sont ceintes de fortifications en terre damée et les palais Yin de cette époque sont élevés sur des plateformes en terre tassée (fouilles de Zhengzhan et de Anyang). Ce sont des maisons en longueur à armature de bois cloisonnées de torchis tassé et durci au feu. Ces principes sont conservés sous la dynastie Zhou (XII^e - V^e S). Durant la période des Royaumes combattants (V^e - III^e S) est commencée la construction de la Muraille de Chine dont plusieurs tronçons sont réalisés en terre damée. Cet ouvrage long de 6000 km sera achevé par les souverains Ming (XI^e - XVII^e S ap. J.C.). L'apparition de la brique crue semble remonter à l'époque de la dynastie des Han (III^e S av. J.C., III^e S ap. J.C.). La ville chinoise adopte alors un plan carré divisé en secteurs carrés occupés par des palais et des quartiers résidentiels. Les portes de ces villes sont percées dans des fortifications en terre battue. Pékin (Beijing) conserva une double fortification en terre jusqu'en 1950. Depuis les époques Ming, jusqu'à nos jours, l'architecture chinoise perpétue la construction en terre, en torchis, en bauge, en briques crues et en pisé. Cette technique du pisé a été semble-t-il développée dès l'époque des Trois Royaumes (221-581 après J.C.) et a permis la réalisation d'une architecture de fermes fortifiées, à plusieurs étages, dont certaines sont de plan rond à anneaux concentriques, visibles chez les communautés Hakka du Plateau Central.

LA TECHNIQUE CONNUE

La Revue Mimar (n° 3, 1982) évoque la technique du pisé chinois. L'outillage employé est d'une conception assez unique en son genre et aujourd'hui pratiquement plus employé en d'autres contrées du monde bien que certains outils semblent être hérités de cette lointaine pratique chinoise. Le coffrage chinois consiste en deux perches fichées dans le sol, hautes de près de 4 mètres, ligaturées par des cordages en leur sommet. Ce lien confère une forme de grand V à ce jambage qui enserre des demi-troncs fendus du côté de la reprise de banche et maintient l'autre extrémité des demi-troncs du côté de la tête de banches, ceux-ci étant ligaturés sur le jambage des 2 perches. Une porte de banche en planches et sections de troncs horizontaux fixe la longueur de la banchée, longue de 2 mètres environ. Ce coffrage est donc adapté à la construction de sections de murs verticales (une succession de trumeaux) selon le principe d'un damage grim pant. Les piseoirs sont de longs bois avec 2 matoirs différents en chacun de leurs extrémités, l'un pour trancher la terre, l'autre pour finir le damage. Les murs en pisé, décoffrés, donnent une apparence de superposition de couches de terre "boudinées". L'iconographie de l'article de la revue Mimar témoigne également d'un autre outillage qui consiste en un système de coffrage de petite taille permettant la réalisation de petites banchées de pisé peu longues et peu hautes, sorte de construction en briques damées de gros appareil. Le coffrage fait intervenir un système de clés en bois et de jambages en bois. La technique de réalisation des murs courbes de l'architecture des communautés Hakka est aujourd'hui mal connue des rares observateurs occidentaux.

L'architecture traditionnelle en pisé chinoise gagnerait à être connue autant sur le plan architectural que technique. Il est souhaitable qu'une mission puisse un jour développer une approche spécifique qui s'avèrerait sans doute très riche d'enseignements nouveaux ou inédits. Aujourd'hui, la Chine est confrontée à une grande pénurie de logements, notamment en milieu urbain. Les époques de la préfabrication lourde ne sont sans doute pas révolues mais l'intérêt pour les techniques traditionnelles et leur réactualisation a été récemment confirmé (Colloque Construire en Chine, IFA, Mars 84), qui pourrait donner un nouveau souffle à la construction en terre et sans doute au pisé dont les témoignages architecturaux sont parmi les plus remarquables du monde.



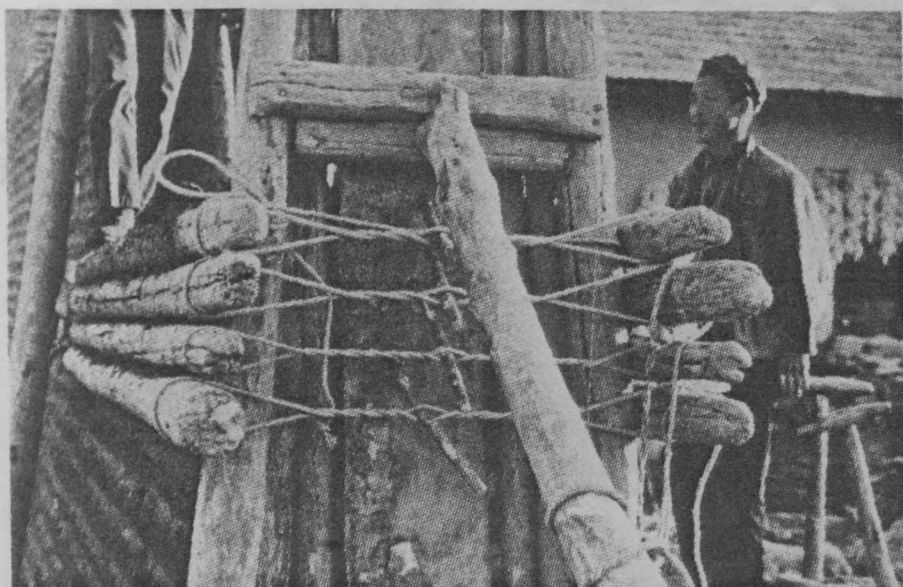
Construction d'un mur en terre battue avec coffrage glissant, près de Xian (Shanxi).

Photo: C. Little.

(in "MIMAR n° 3 1982)



in MIMAR N°3 1982
photos Pierre CLÉMENT.



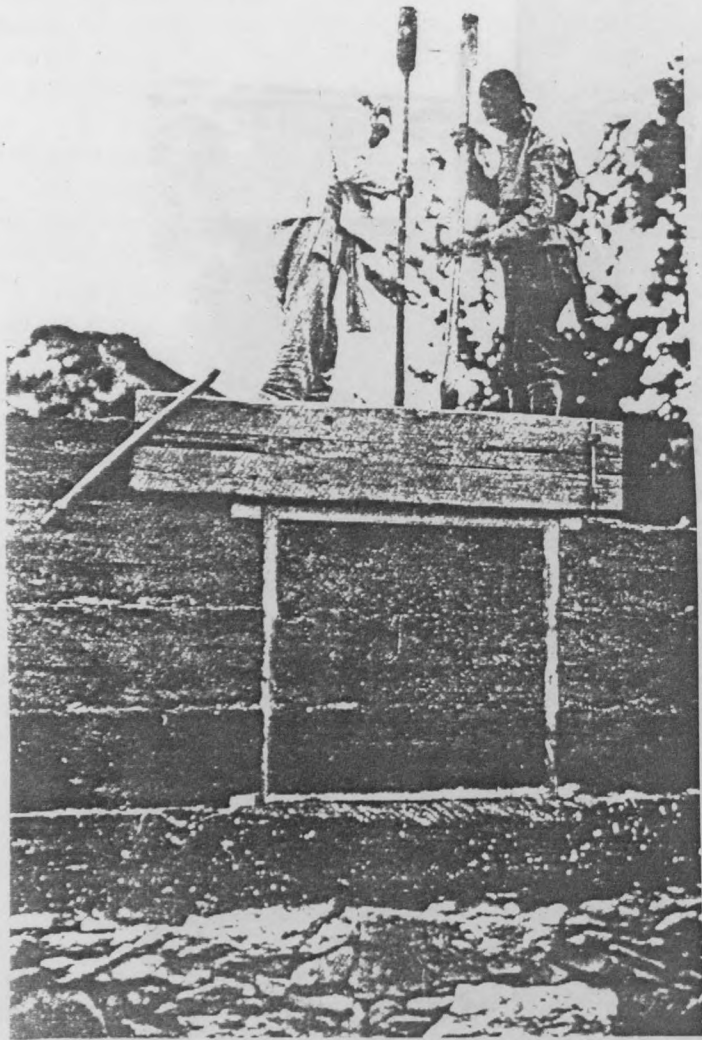
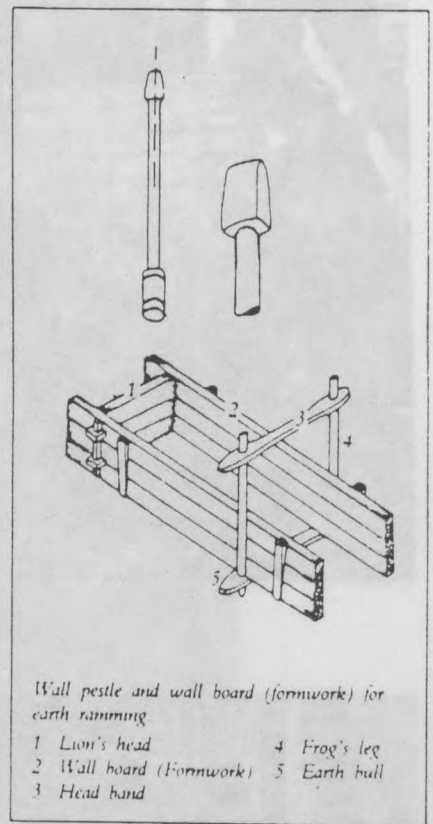


photo P. CLEMENT



(in MIMAR n°3 1982)

IN CASE STUDIES ON EARTH
CONSTRUCTION, CHINA
A. STEVENS, UNCHS

d'après LA MAISON CHINOISE
DU DUNZHEN - 1980
Op. cit.



(Photo A. Stevens)



(in CASE STUDIES ON EARTH
CONSTRUCTION IN CHINA
A. STEVENS UNCHS 1985.)



photo A. STEVENS

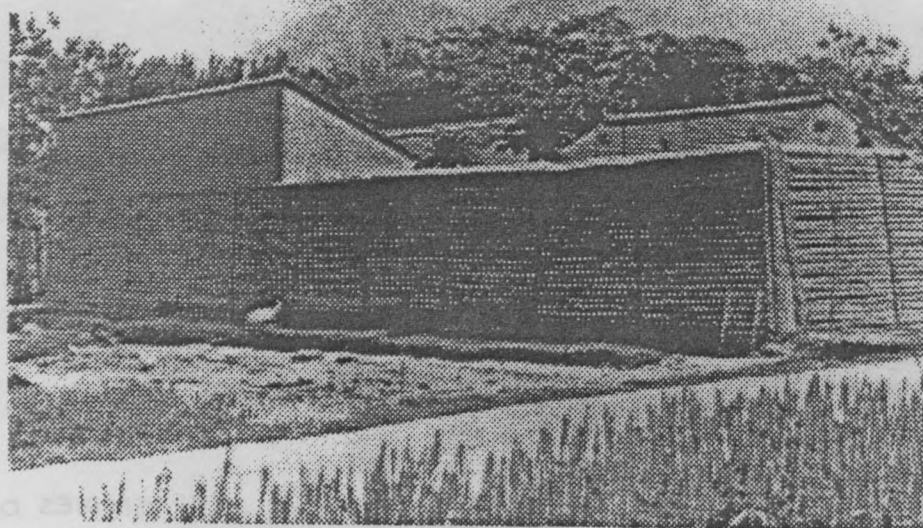
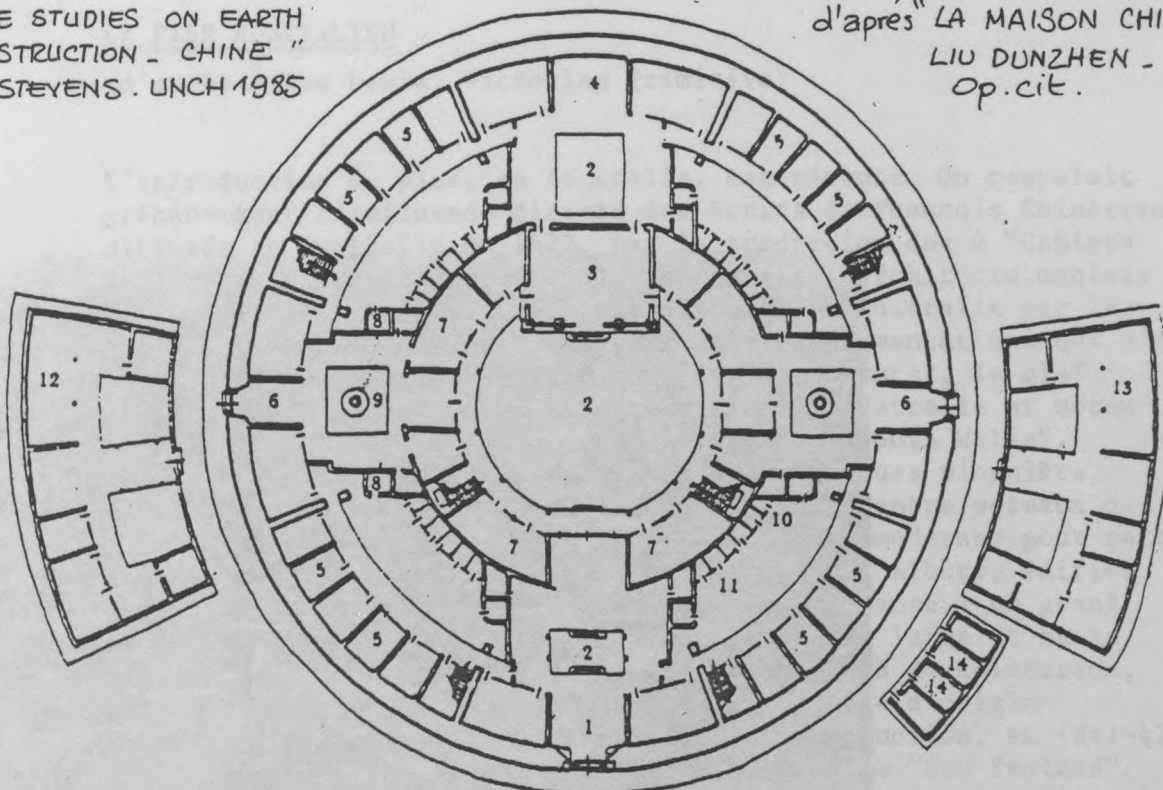


photo A. STEVENS

(in CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION IN CHINA. A. STEVENS. UNCHS.)

in "CASE STUDIES ON EARTH
CONSTRUCTION - CHINE"
A. STEVENS. UNCH 1985

d'après "LA MAISON CHINOISE"
LIU DUNZHEN - 1980
Op.cit.



0 1 2 3 4 5 m

PROVINCE DE FUJIAN - REGION DE YONGDIN -
MAISON RONDE DES COMMUNAUTES HAKKA.

- | | | | |
|--------------------|---------------|-----------------------------------|------------------|
| 1. entrance | 5. kitchen | 9. well | 13. storage room |
| 2. courtyard | 6. side door | 10. pigsty | 14. toilets |
| 3. big hall | 7. guest room | 11. hen-house | |
| 4. ancestors' hall | 8. baths | 12. room for
huskening cereals | |

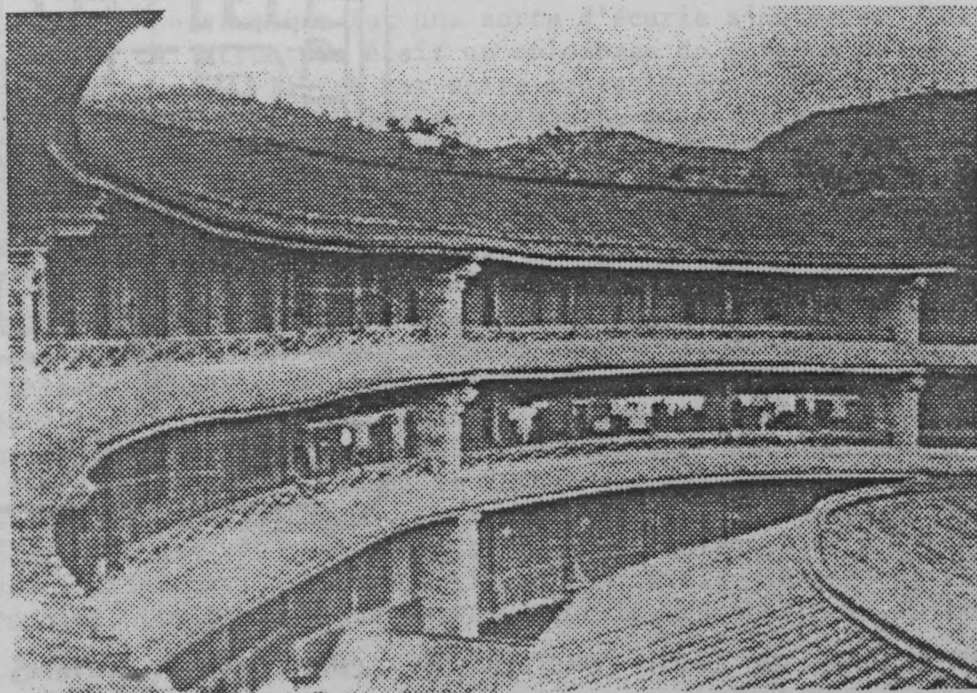


photo A. STEVENS

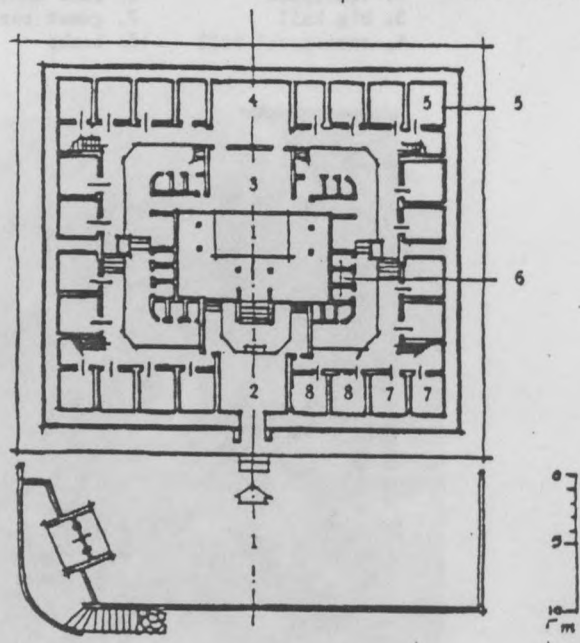


photo A. STEVENS.

ground floor plan

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. courtyard | 5. kitchen |
| 2. entrance building | 6. pigsty and hen-house |
| 3. reception | 7. tool-shed |
| 4. ancestors' hall | 8. repository |

(d'après "LA MAISON CHINOISE"
LIU DUNZHEN - 1980.
Op. cit.)



(in CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION - CHINE par A. STEVENS. UNCHS 1985)

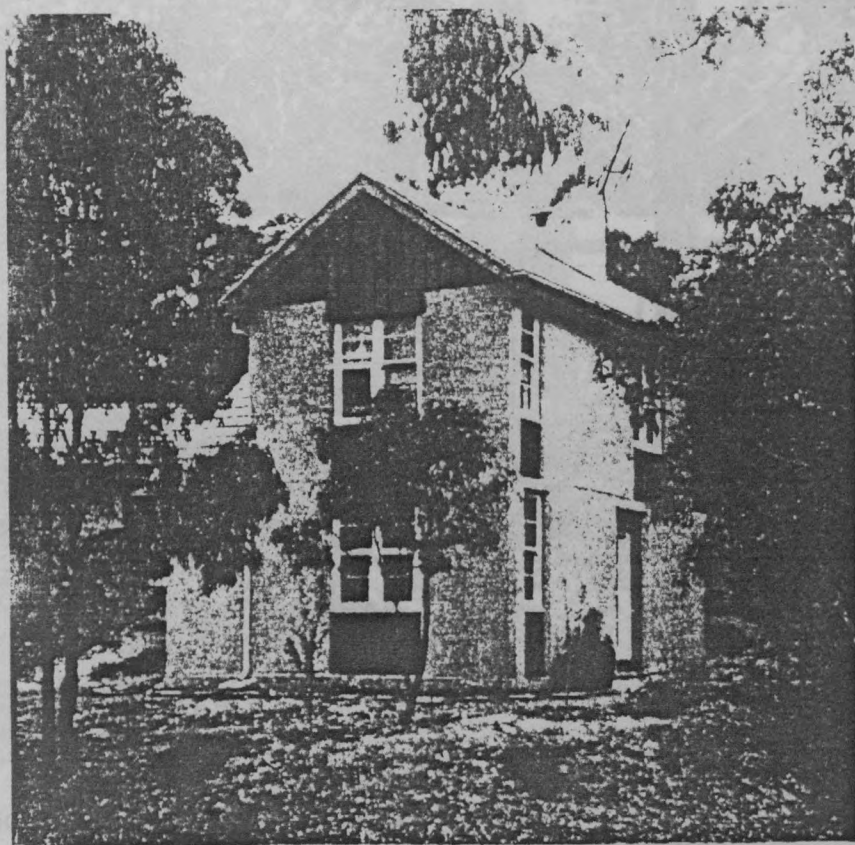
LE PISÉ AUSTRALIEN

(d'après Miles Lewis, Victorian Primitive)

L'introduction du pisé, en Australie, est récente. On rappelait précédemment l'influence directe des écrits de Francois Cointeraux diffusés en Australie en 1823, par la traduction des 4 "Cahiers de l'Ecole d'Architecture Rurale" qu'en fit l'architecte anglais Henry Holland, traduction qui fut diffusée en Australie par la Gazette de Sydney. Au-delà des premières expérimentations qui s'en suivirent avec la construction du bourg de Bathurst, le pisé allait être diffusé dans plusieurs régions d'Australie et notamment dans la région de "Victoria" et des "New South Wales".

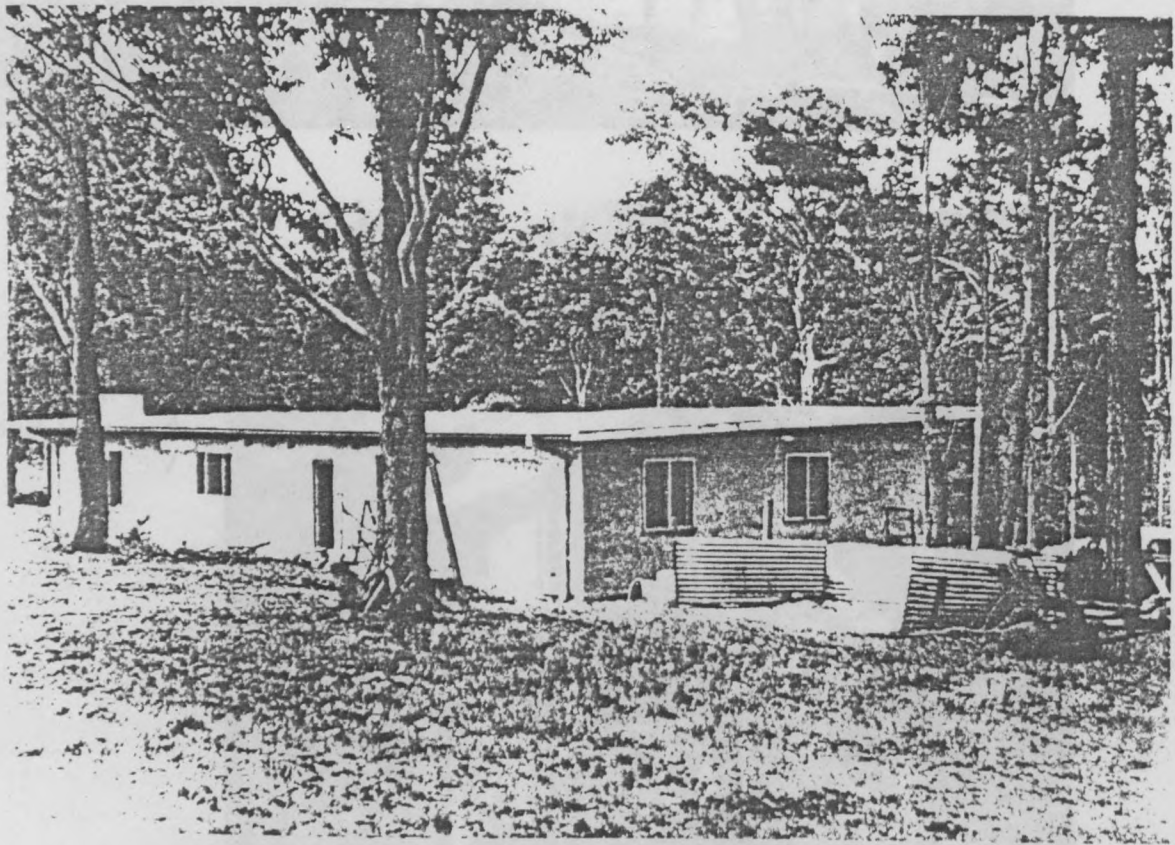
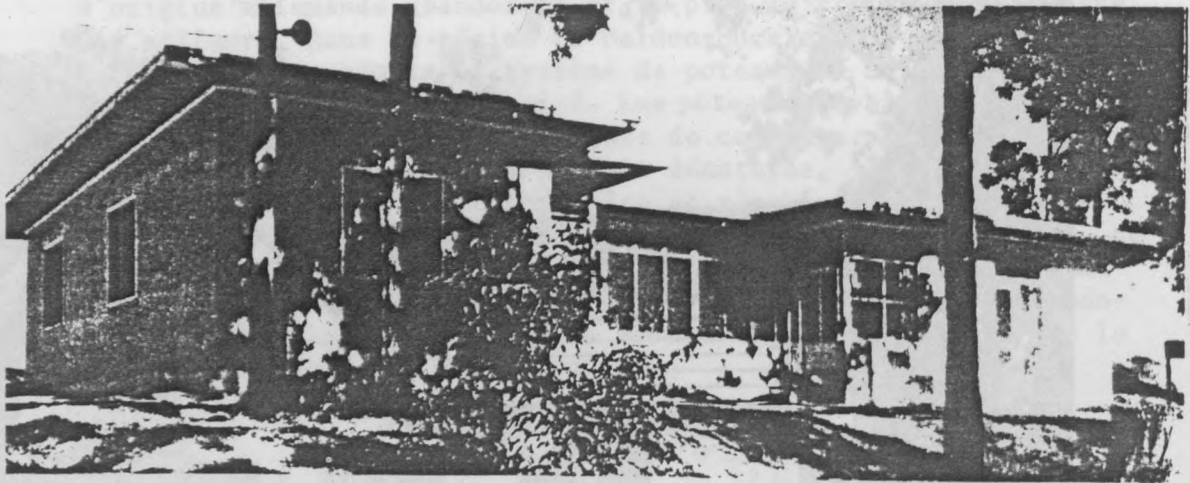
L'architecture en pisé australienne de ces époques pionnière, développe des formes assez rudimentaires (pisé entre poteaux de bois) ou très classiques mais aussi des formes modernes pour cette époque. Quelques maisons en pisé de la région d'Albury, édifïée vers 1850, témoigne d'une conception très innovante : un grand plan carré avec des murs trumeaux couvert d'une large et haute toiture pavillon. L'influence française, au-delà de Cointeraux, est confirmée par l'intervention d'un architecte d'origine lyonnaise, Louis Perret qui supervisa la construction, en 1841-42 d'une mission catholique à Kororareka, région de "New Zealand". Cette construction semble avoir été déterminante dans la diffusion de la technique notamment vantée par un certain Robert Gruger qui argumentait son enthousiasme par le meilleur confort thermique obtenu et l'économie du coût : 6 shillings et 2 pence de l'époque, murs en pisé et enduit compris. Le vantard fit des émules. La décade suivante semble avoir plus fréquemment développé l'emploi du pisé dans la région de Victoria jusqu'à ce qu'un certain William Kelly l'introduisit à Melbourne en 1853. Son inspiration ne venait pas d'Australie, ni d'Europe, mais du sud de la Californie. Sa première construction fut une sorte d'écurie ajoutée de plusieurs communs. La structure était un colombage de poteaux de fond hourdé de murs en pisé. Il fut par suite contacté pour construire la nouvelle caserne militaire de Melbourne mais son ouvrage, mal conçu (absence soubassement en pierre) souffrit des intempéries. Cette contre démonstration interrompit quelques temps une certaine euphorie du pisé jusqu'à ce qu'un certain Charles Mayes proposât un "pisé amélioré", en 1854. Les coffrages étaient en acier galvanisé et les murs épais de près d'1 mètre accueillant dans leur épaisseur des renforts verticaux. L'aspect extérieur du pisé était traité en imitation d'un parement en pierres de taille avec des tableaux de baies décorés. Charles Mayes testa différents pisés et développa des expériences sur la correction granulaire des terre en mélangeant des matériaux sablo-argileux avec des déchets de briques cuites. Il développe aussi le "béton de pisé" en expérimentant la stabilisation à la chaux. La promotion du pisé en Australie développa les références aux techniques anciennes et à l'héritage des grandes civilisations antiques. On citait, là encore, les romains, les témoignages de Pline sur les carthaginois. L'immigration

allemande dans la région de Victoria, vers 1850, semble avoir contribué à une extension locale de la construction en pisé qu'ils avaient précédemment développé dans les régions de Hamilton et Penshurst. Mais, la prospérité aidant, les colons d'origine allemande abandonnèrent le pisé au profit de la pierre. Par ailleurs, dans la région de Maldon-Muckleford, une technique de construction adopta le système de poteaux en bois espacés de 2,50 m à 3 m et comblés de pisé. Les poteaux servaient également à supporter le cloutage de planches de coffrage. Au-delà de ces témoignages d'une technique parfois dénaturée, il semblerait que le pisé demeura assez populaire et même indispensable dans beaucoup de régions australiennes dépourvues de pierres. Mais, ce n'est qu'au XXème siècle que l'Australie connaîtra un renouveau étonnant de la construction en pisé avec de nouvelles expérimentations développées à partir des années 1950 et inspirées par le legs historique du pays.



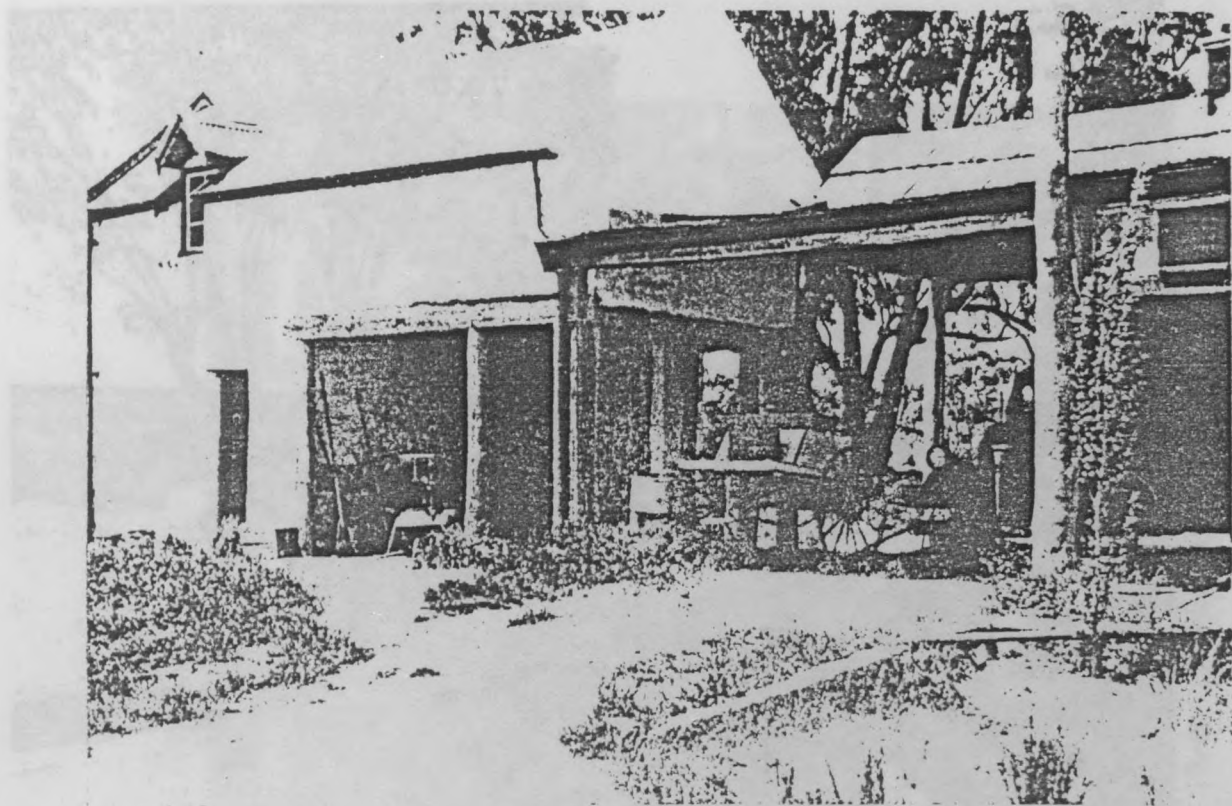
Two modern pisé houses at Eltham, Vic.

in "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH" G.F. MIDDLETON

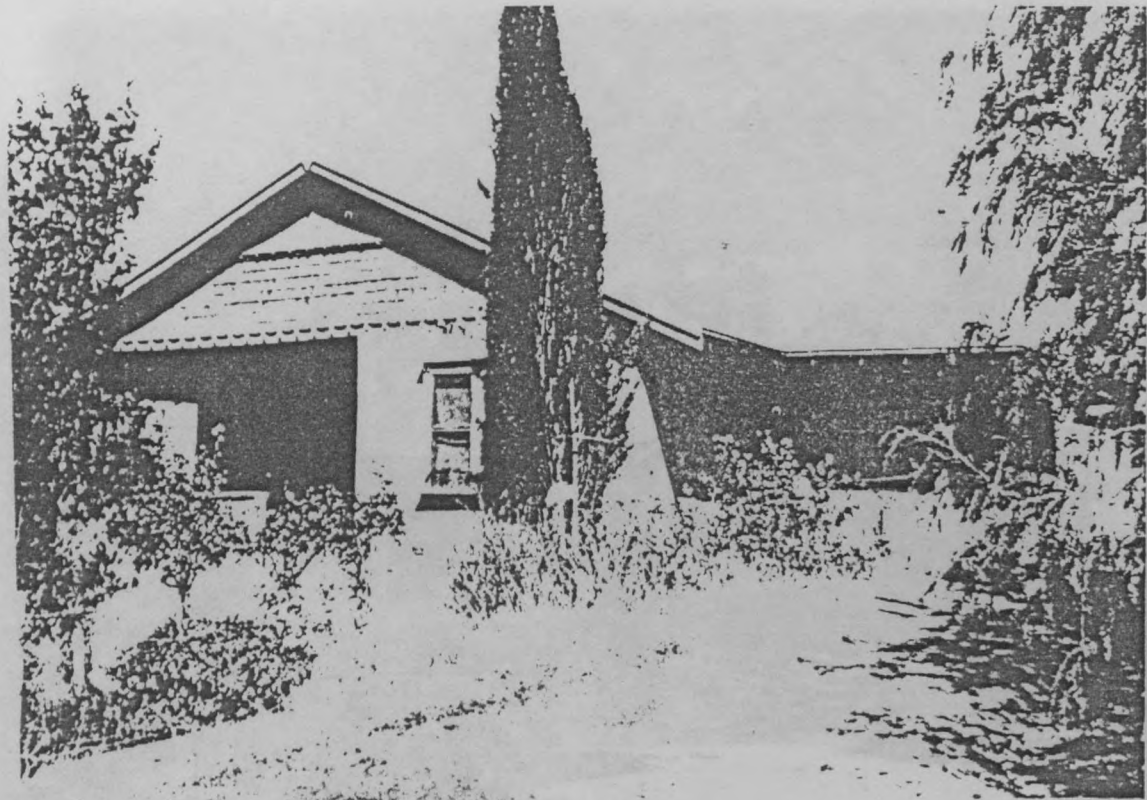


Two views of a modern pisé house in the Metropolitan area of Sydney.

in "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH." G F MIDDLETON



Adobe farm building.



Pisé house at Corowa, N.S.W.

in "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH" G.F. MIDDLETON

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

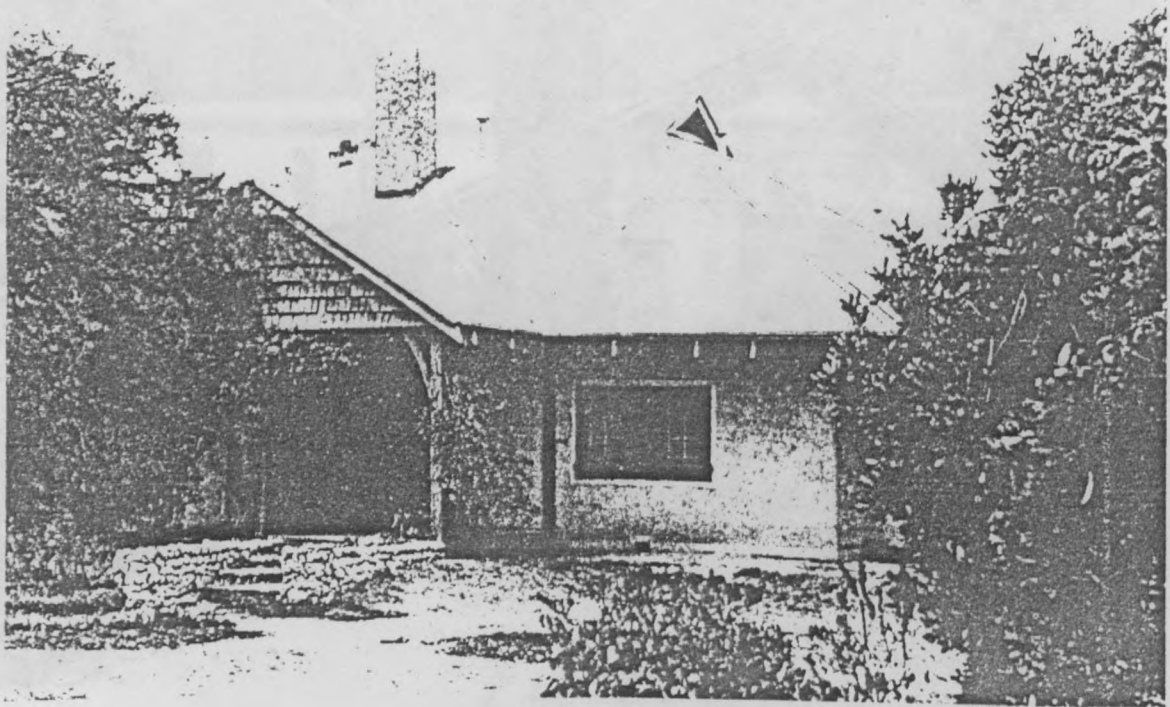
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE



Pisé church at Leeton, N.S.W.



Pisé house at Rutherglen, Vic.

In "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH" G.F. MIDDLETON -



Photo G.F. MIDDLETON



photo G.F. MIDDLETON

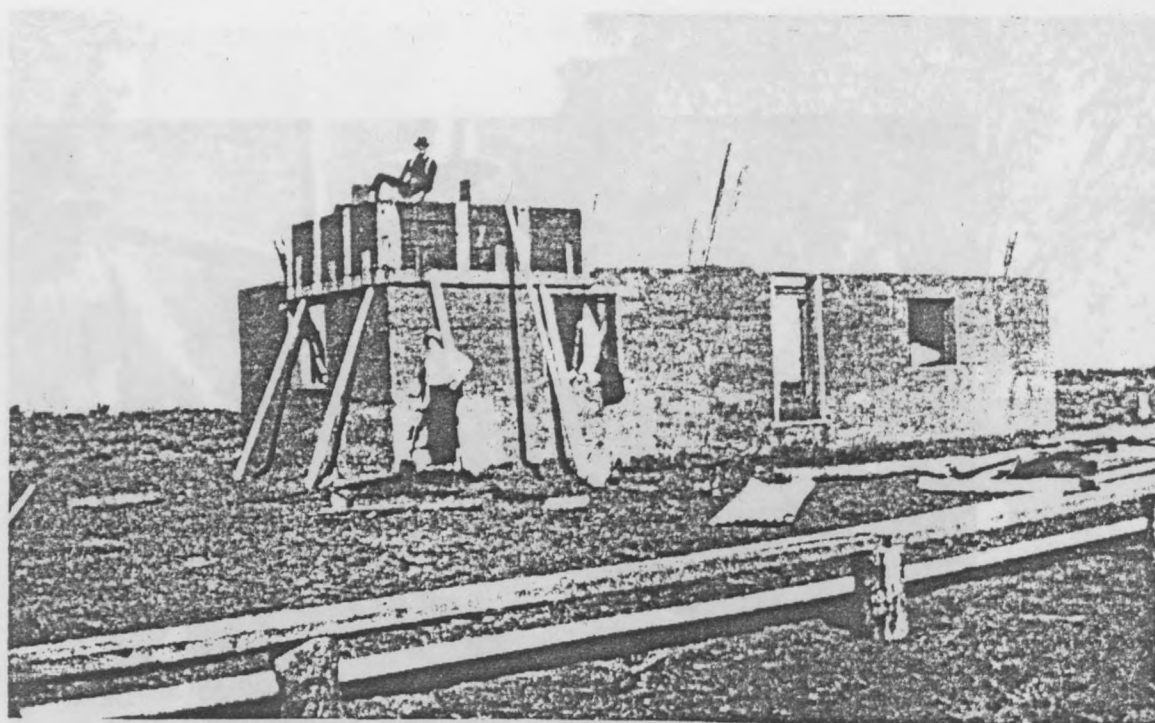
- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

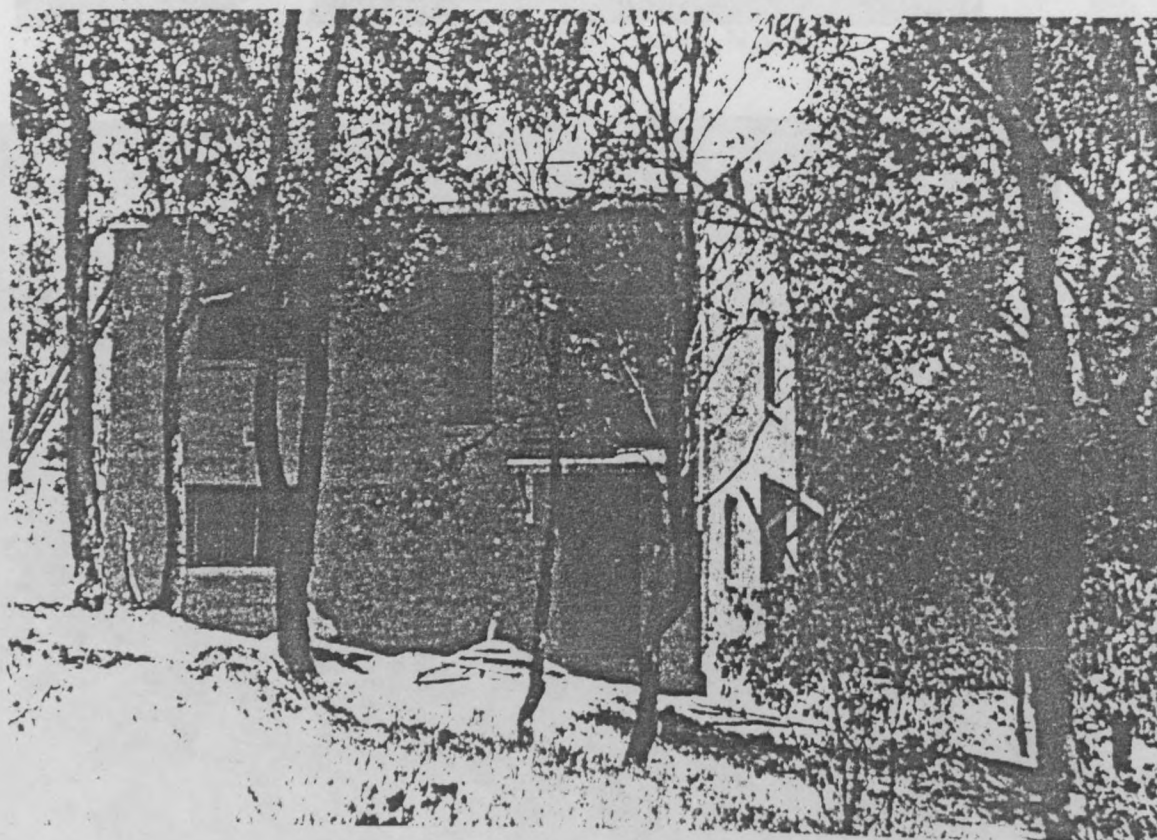
AGRA

CRATERRE

PISE



Building a pisé farmhouse, Farm 668, Yoogali, N.S.W.

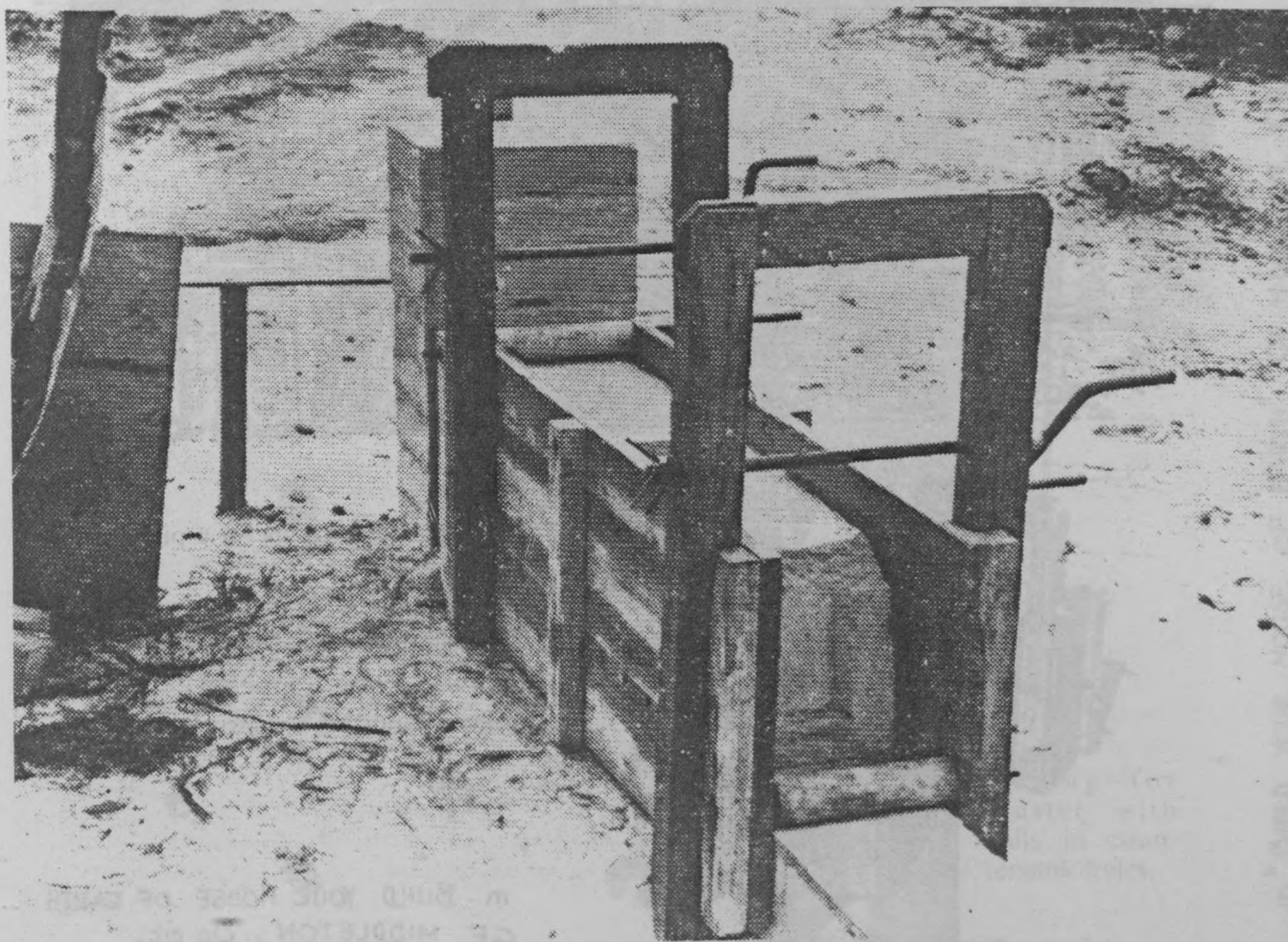


Two-storey pisé house in course of construction.

(in "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH". G.F. MIDDLETON)



photo G.F MIDDLETON



G.F. MIDDLETON

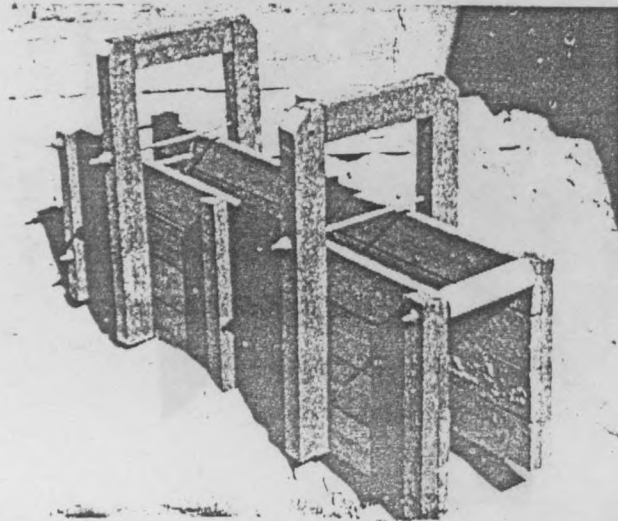
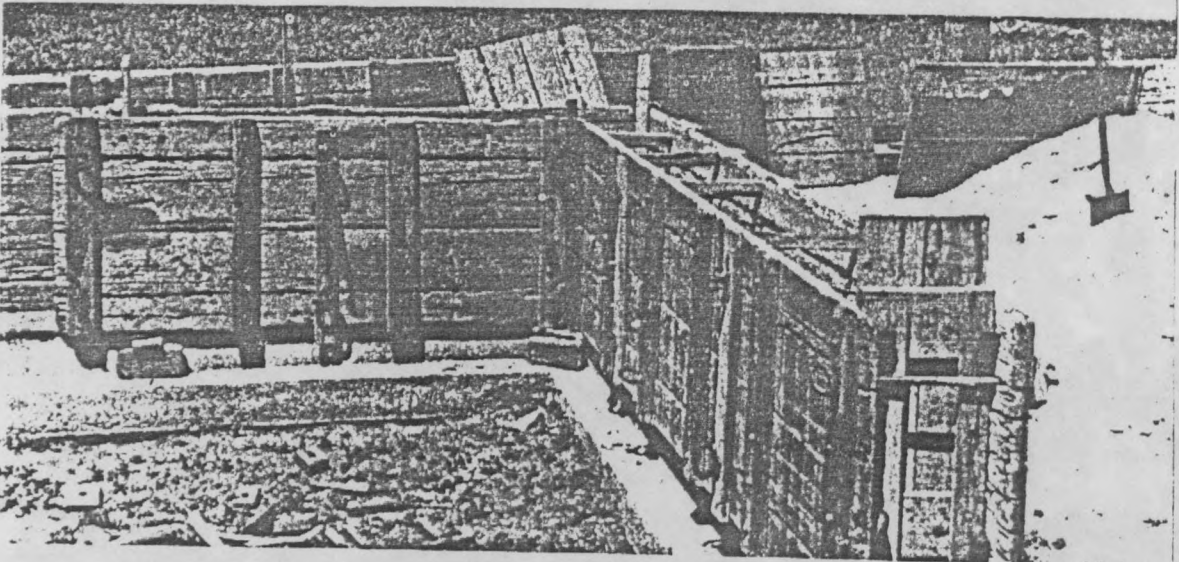
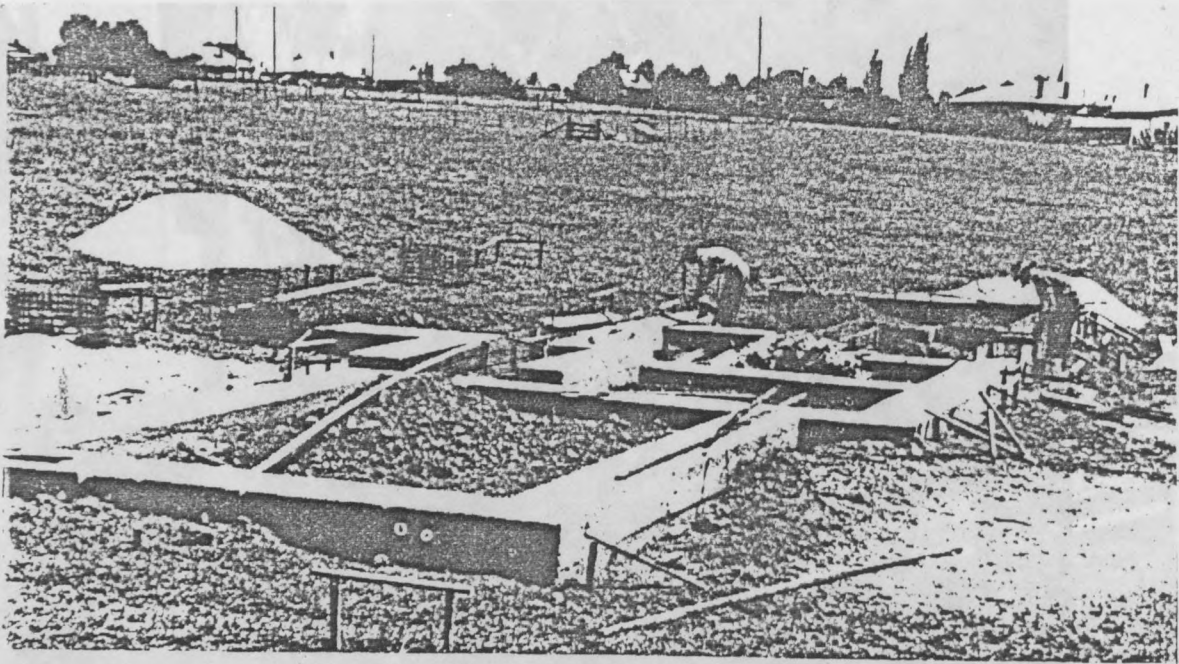
- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

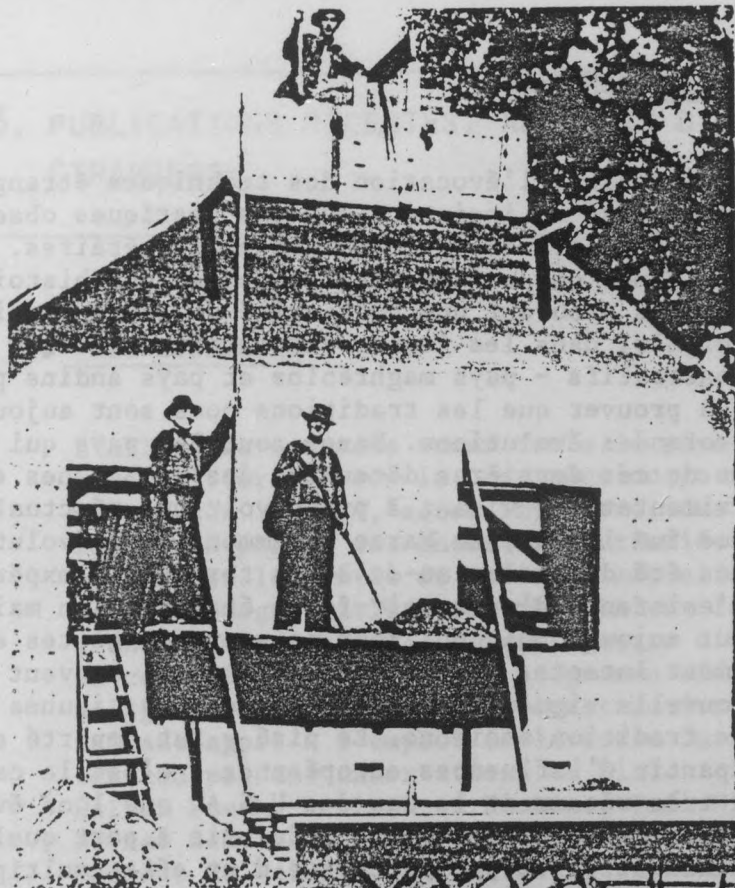


Upper:
Concrete foundations for a pisé house.

Lower:
Old-fashioned pisé formwork.

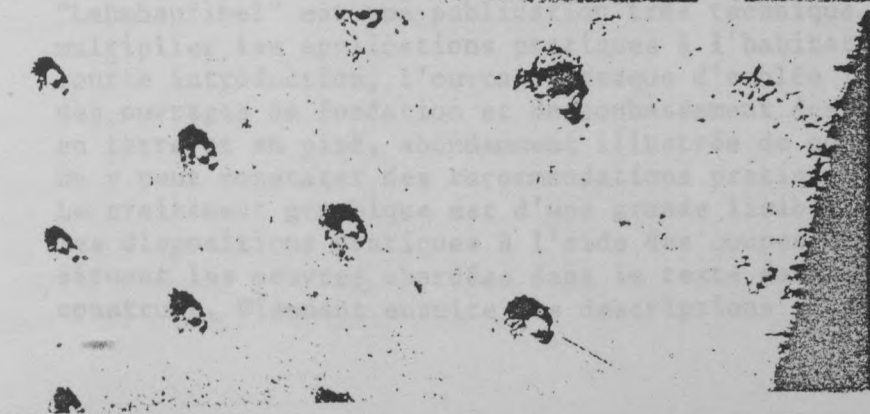
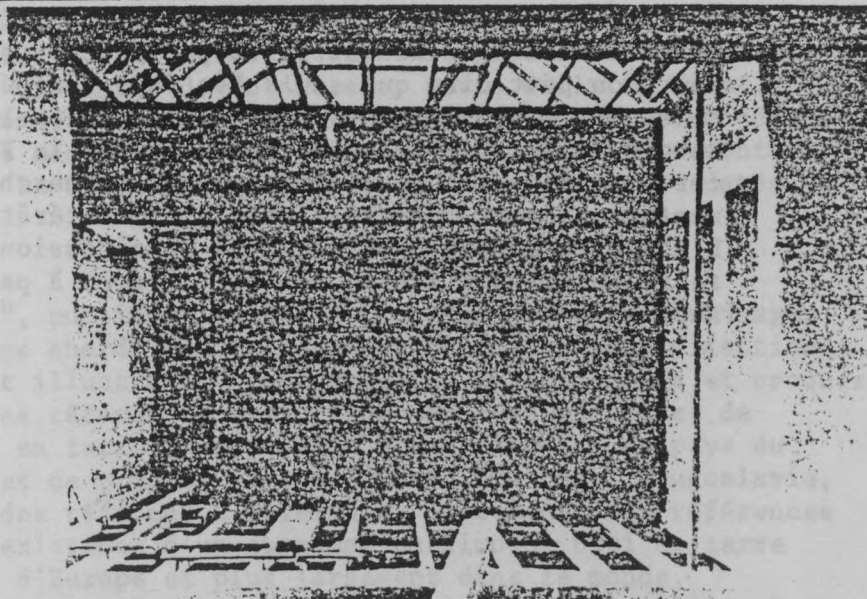
Left:
Roller-supported formwork.

in BUILD YOUR HOUSE OF EARTH
G F MIDDLETON - Op cit.



Constructing a pisé gable.

Interior during pisé construction, showing continuous concrete lintel, and surface keying.



Keying for plaster with nails in countersunk holes.

in "BUILD YOUR HOUSE OF EARTH" - QF MIDDLETON Op.cit

EN GUISE DE CONCLUSION GENERALE

Nous n'avons ici qu'esquissé l'évocation des techniques étrangères et traditionnelles du pisé en insistant sur des pratiques observées ou un peu plus connues au travers de témoignages littéraires. Beaucoup de pays du Monde ont un important legs de leur histoire et beaucoup de ces pays assurent une continuité de leurs traditions. Les témoignages actuels, dans les foyers de pratique actuelle du pisé les plus démonstratifs - pays maghrébins et pays andins par exemple - tendent à prouver que les traditions nous sont aujourd'hui restituées sans profondes évolutions. Rares sont les pays qui ont développé au cours de ces dernières décennies des recherches et de nouvelles expérimentations visant à promouvoir une réactualisation du pisé. Lorsque ce fut le cas, au Maroc notamment, les évolutions apportées n'ont pas été diffusées au-delà des terrains d'expérience. C'est donc bien l'existence d'un savoir-faire étranger, en maints pays, que l'on peut aujourd'hui confirmer mais en des gestes et coutumes pratiquement intacts. Les pays étrangers qui peuvent témoigner d'une nouvelle vigueur du pisé sont des pays jeunes où il n'existe pas de tradition ancienne. Le pisé y fut importé au XIX^{ème} siècle, à partir d'influences européennes ; c'est le cas de l'Australie et très récemment le cas des U.S.A. que l'on évoquera par la suite. Ainsi, dans l'ensemble du Monde, mis à part quelques tentatives très ponctuelles et peu porteuses d'un effet multiplicateur, on peut dire que seuls les pays européens occidentaux et ceux de souche anglo-saxonne connaissent le développement d'un nouveau savoir-faire. Parmi les pays européens, la France, confirme une avance certaine dans ce nouvel élan et ses recherches autant que ses expérimentations sont observées avec grand intérêt par les autres pays. L'histoire renoue avec un cycle de diffusion d'un nouveau savoir-faire initié aux XVIII^o et XIX^o siècles à partir de la région Rhône-Alpes.

1.3. PUBLICATIONS RÉCENTES, ARTICLES DIVERS EN PAYS ÉTRANGERS

● PAYS EUROPEENS

L'Allemagne est sans aucun doute le pays européen qui dispose d'un fonds littéraire sur la construction en terre et entre autres techniques, sur le pisé, assez important. Ces publications ont été écrites à partir des années 40, stimulées par une décision politique portée par la montée du national socialisme. Les efforts d'armement de l'Allemagne hitlérienne absorbaient la plus grande part de l'énergie industrielle d'avant guerre disponible au détriment de la construction civile. Un programme officiel de relance des technologies traditionnelles de construction et notamment de celles faisant appel à l'emploi de la terre fut décidé à cette époque, soutenu par des exhortations de Hitler et de Albert Speer. Wilhem Fauth, Pollack et Richter, Toni Miller, Grigutsh et Konrad Werner Schulze furent les auteurs les plus prodigues de cette période de Weimar. Ils suivaient en décalage de un siècle leurs prédécesseurs disciples de Cointeraux, David Gilly et Wimpf. Ce fonds littéraire allemand sur la construction en terre décrit la plupart des techniques pratiquées en Europe centrale dont la terre-paille, la brique crue moulée, la brique de terre damée et le pisé.

"Lehmhaufibel", publié en 1947 est l'un des principaux ouvrages de cette époque abordé en des termes particulièrement didactiques et abondamment illustré de photographies et de dessins et croquis techniques. Les références historiques et contemporaines de constructions en terre en appellent à des exemples de pays du Moyen-Orient et de proches pays européens (Turquie, Yougoslavie, Autriche), à des références allemandes également. Ces références confirment l'existence d'un abondant patrimoine bâti en terre dans les pays d'Europe et plus largement dans le monde.

"Lehmhaufibel" est une publication très technique, destinée à multiplier les applications pratiques à l'habitat. Après une courte introduction, l'ouvrage attaque d'emblée la description des ouvrages de fondation et de soubassement des murs en blocs en terre et en pisé, abondamment illustrée de coupes techniques. On y peut constater des recommandations pratiques très élaborées. Le traitement graphique est d'une grande lisibilité et résume les dispositions pratiques à l'aide des coupes en perspective situant les oeuvres abordées dans le texte dans la réalité du mur construit. Viennent ensuite des descriptions illustrées des

différents modes de préparation des terres pour les diverses techniques présentées. Tout est restitué sous forme de gestes et de principes d'organisation de chantier. L'outillage, le nombre de postes de travail sont fidèlement représentés. Et l'on voit ainsi une maison progressivement construite. En ce qui concerne plus particulièrement le pisé, plusieurs systèmes de coffrages sont étudiés. Dans l'ensemble, la technologie allemande semble employer des coffrages de conception assez simple, efficace, qui utilise par panneaux de banches, 2 longues planches rabotées maintenues par des traverses extérieures clouées et calées sur le mur à l'aide de clés métalliques et d'entretoises ou à l'aide de clés et de jambages en bois couronnés d'une entretoise en bois, l'ensemble du système étant calé à l'aide de coins en bois. Des solutions de striage vertical du pisé pour une meilleure adhérence des enduits, effectué grâce à un cloutage en parement intérieur des banches de traverses verticales en section de queues d'aronde. Cet ouvrage technique propose également des solutions de coffrages d'angles et détaille l'intégralité de l'outillage du pisé. La banche allemande, telle qu'elle est conçue a cela d'original qu'elle permet une exécution du pisé en longueur, par banchées successives de 3 mètres et hautes d'un maximum de 30 à 40 cm. Cette technique semble adaptée à une exécution rapide et soignée. La deuxième partie de "Lehmbaufibel", fournit des recommandations pratiques pour l'ensemble des autres oeuvres, charpente, couverture, planchers en terre, menuiseries (particulièrement détaillé), foyers et cheminées économes en énergie. Un texte pré-normatif conclue la publication qui fut repris et étendu par la suite aux normes DIN allemandes.

Il est aujourd'hui confirmé que la construction en terre a connu un développement sans égal en Allemagne aux lendemains de la seconde guerre mondiale. Ce furent des milliers de logements qui employèrent la terre et qui furent bâtis durant cette époque de reconstruction massive. Cette performance qui n'a pas été égalée dans les autres pays d'Europe a été soutenue par un investissement des institutions d'Etat et par une formidable politique de formation dans des écoles spécialisées particulièrement orientées sur la pratique. Des stages de fin de semaine furent également organisés par le public. Cette nouvelle caution historique accordée à la construction en terre, en Allemagne a été également portée par l'édition de normes DIN spécialisées publiées dans les années 50. Des projets de normes et des pré-normes furent initiés à partir de 1951 et chaque année suivante, jusqu'en 1957 qui a produit un nouvel additif. Tout fut fait dans une logique et une efficacité remarquable, en abordant en premier lieu le matériau terre et les méthodes d'analyses et d'essais, puis les techniques de mise en oeuvre (briques, pisé et terre-paille), les oeuvres complémentaires (planchers et pavements en terre) et enfin la protection des murs. Ce furent là, en Allemagne des temps particulièrement porteurs qui restituent en degré de travail et un niveau de démonstrations appliquées rarement égalés en d'autres

pays pour nos époques contemporaines. Le savoir-faire réactualisé a effectivement porté ses fruits grâce au triple investissement nécessaire des institutions officielles du contrôle de la construction, des architectes, ingénieurs et techniciens, et des pédagogues. La leçon mérite d'être retenue et doit être inspiratrice. Il convient notamment de relever ici la manière dont ont pu être traités les textes des normes DIN qui sont en fait des recommandations pratiques tout à la fois descriptives générales, techniques et surtout non contraignantes par l'absence d'imposition d'exigences de résistance des matériaux trop élevées. Ces textes en appellent davantage à une pratique des métiers et à un savoir-faire qu'à une démarche trop technique et scientifique qui s'est le plus souvent avérée très pénalisante.

Cet élan allemand porteur d'un renouveau de la construction en terre s'est amenuisé vers la fin des années 50 (comme cessaient en d'autres pays européens les traditions de bâtir en terre) avec les développements de ce que l'on a depuis lors dénommé le "miracle allemand". La reconstitution de l'industrie des matériaux de construction rendait la terre désuète et périmée ainsi que l'entreprise qui estompait les pratiques communautaires d'échanges de la force de travail. Car effectivement, ce renouveau de la construction en terre en Allemagne touche principalement le milieu rural et connu ses principaux développements sous la forme de l'autoconstruction.

On ne connaît pas l'équivalent allemand dans d'autres pays européens. Les publications sont très maigres dans ces autres pays ; quelques rares articles ou rapports d'expérimentations sans ambition à la mesure de celle qui fut déployée en Allemagne.

BAUEN MIT LEHM

Aktuelle Berichte aus Praxis und Forschung

Der Baustoff Lehm und seine Anwendung

- Lehmofen
- Leichtlehmdecke
- Der Baustoff Lehm
- Stampflehm-Kuppel
- Historische Lehmbauten
- Lehmbau-Literatur

Heft

1

ökobuch

LEHMBAUFIBEL

Darstellung der reinen Lehmbauweisen

mit 55 Abbildungen

Von

Prof. Dipl.-Ing. T. Miller

Baumeister E. Grigutsch

Dr. K. W. Schulze

ehrend. emer.



1947

Herausgegeben durch die Forschungs-
gemeinschaften Hochschule/Weimar

der Schalung mit einem schmalen Stampfer (4 mal 14 cm Querschnitt) ausgestampft. Mit der Stampfarbeit beginne ich nicht an den Gebäudeecken, sondern stets auf den vollen Wandlängen, da die Ecken sonst leicht herausgedrückt werden.

Da die Wand im Lehmstampfbau ein schlechter Putzträger ist, muß sie als solcher besonders ausgebildet werden; das kann auf drei verschiedene Arten erfolgen. Entweder ich verlege auf die erste Stampfschicht Ziegelbrocken oder Steinschotter unmittelbar am Schalungsrand in 10 bis 15 cm Entfernung voneinander, oder ich lege in die Außenhaut der Wand dreikantige Holzleisten, 2 cm breit und 2 cm hoch. Diese Leisten hinterlassen waagerechte Rillen, in denen der später aufzubringende Putz hängt. Statt der Holzleisten

Ausbildung der Wand als Putzträger

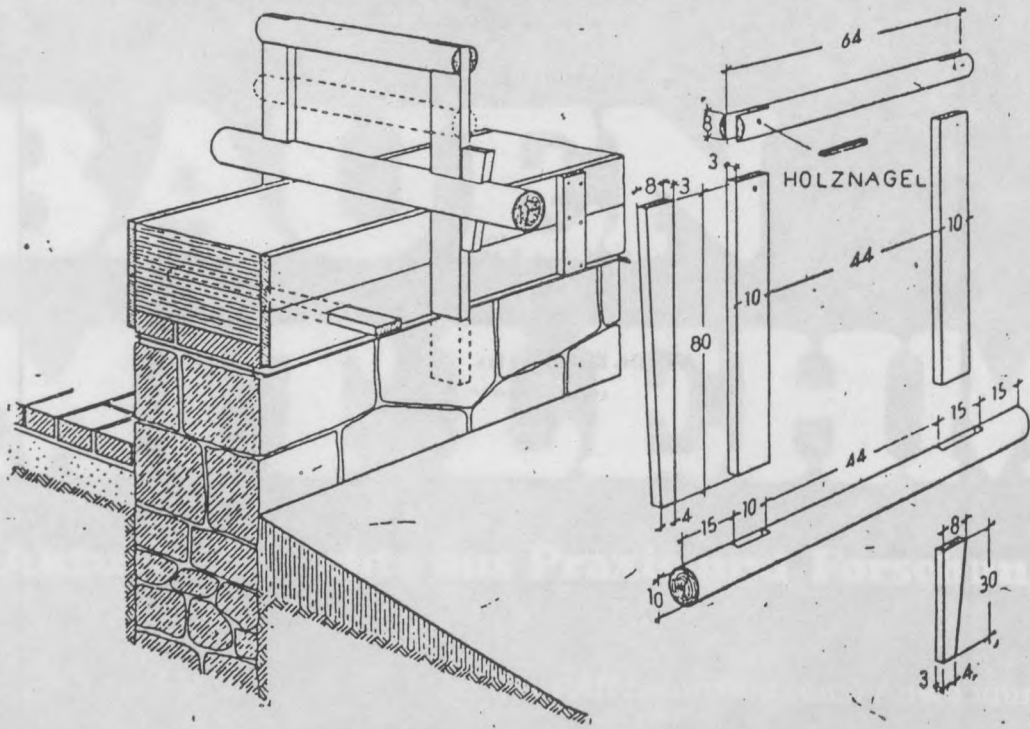


Abb. 23b. Einzelheiten der Wandzwinge

kann ich auch einen solchen Haftstreifen als Kalkmörtel wählen, wobei ich den Mörtel in 3 bis 5 cm Höhe und Tiefe in Form eines waagerechten Streifens auf die Stampfschicht unmittelbar an die Schalung einbringe; darüber kommt wieder die normale Schütthöhe des Lehms, der dann festgestampft wird. Eine einfachere Art ist noch das Aufrauhn der Wand bei kiesigem Lehm; das heißt die Lehmwand wird noch vor dem Austrocknen aufgekratzt, so daß einzelne Kieselsteine aus der Wandfläche heraustreten, die dann als Putzträger dienen.

Soll die Lehmwand ohne besonderen Putzträger verputzt werden; so genügt ein dünner Anwurf mit scharfem Kalkmörtel. Dieser wird - nachdem die Lehmwand 8 bis 12 Wochen ausgetrocknet und festgestellt ist, daß in den äußeren Ansichtsflächen der Wand sich keine Stampfnerster befinden - mit dem Lehm verrieben, so daß beides - Lehm und Mörtel - sich innig verbindet. Bevor diese neu aufgeriebene Schicht völlig verhärtet, erfolgt ein Anstrich mit dünner Kalkmilch und nach Erhärten dieses Anstriches wiederum ein zweiter Kalkmilchanstrich. Um den Anstrich wetterfest zu machen, kann ich der Kalkmilch noch Molke zusetzen; es sei darauf aufmerksam gemacht, daß diese Art des Verputzes nur bei einem Stampflehmabau vorgenommen werden kann, der wetterbeständig ist.

Anwurf mit Kalkmörtel oder Kalkmilch

45

(in LEHMBAUFIBEL 1947. Op cit)

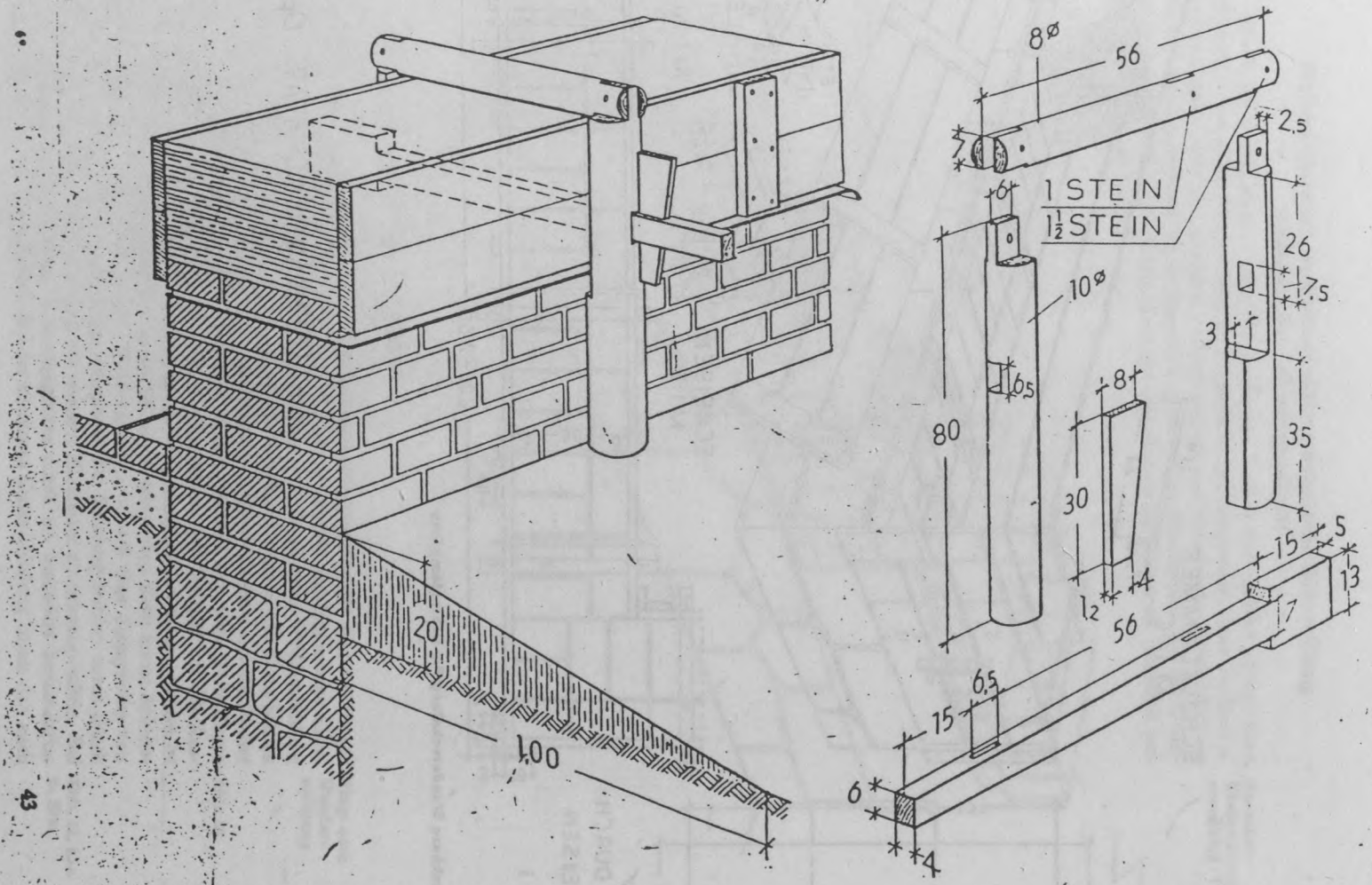


Abb. 23. Lehmstampfschalung mit feststehender Rundholzringe

(in LEHMBAUFIBEL 1947. Op.cit)

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Balaisins - 38000 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

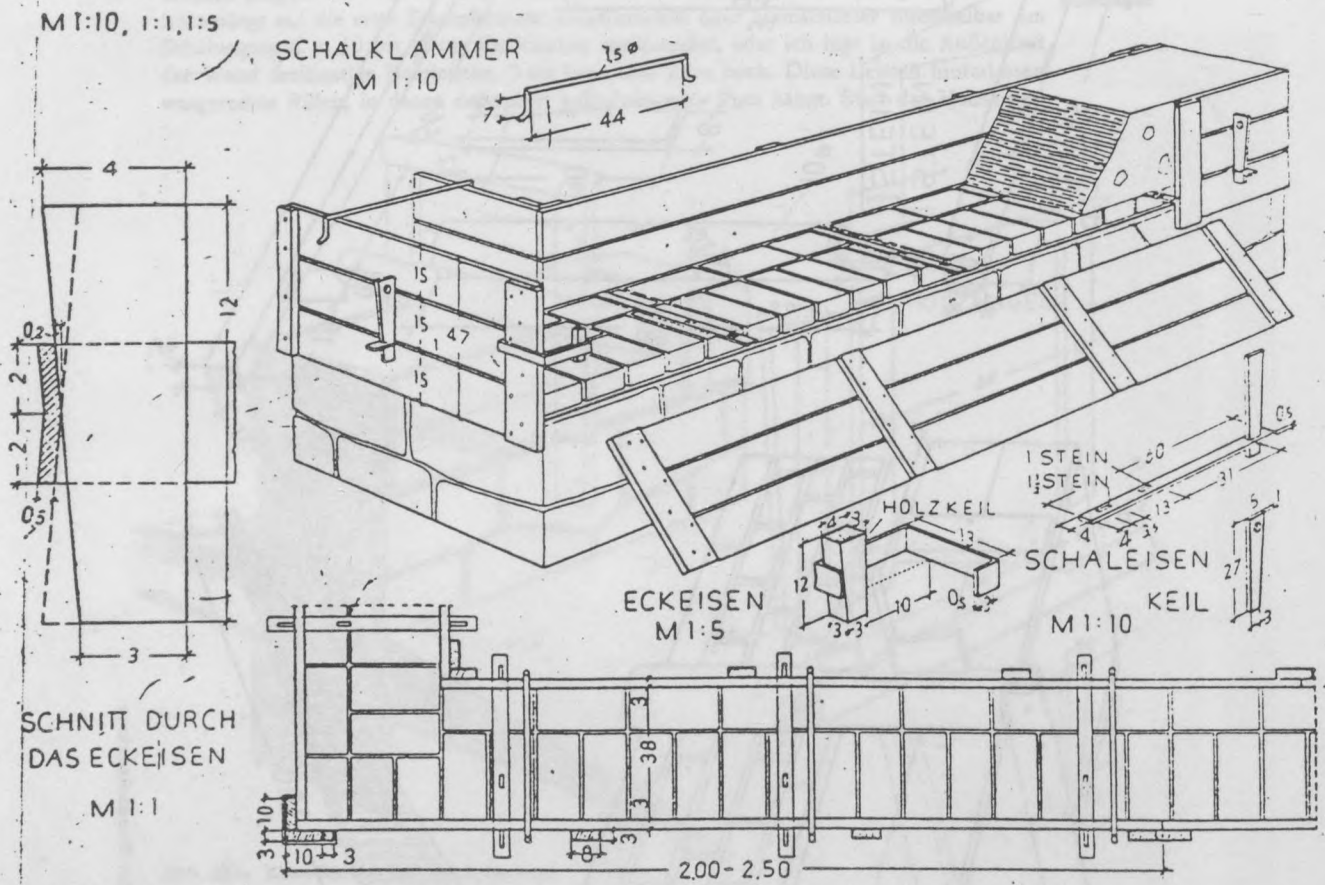


Abb. 22. Schwenkbare Wanderschalung für Lehmstampfbau

(in LEHMBAUFIBEL 1947. Op.cit.)

Welche material- und konstruktionstechnische Behandlung erfordert der Lehmschmpfbau?

Obwohl der Stampflehmhu auch mit ungelerten Krften durchgefuhrt werden kann, erfordert er doch mehr Ueberwachung als alle anderen Lehmhuweisen; denn die Stampfarbeiten mssen besonders sorgfältig gemacht werden und stellen daher hinsichtlich der Ausfuhung im allgemeinen hohere Anspruche an die am Bau Arbeitenden. Wie der Wellerbau, beschränkt sich die Ausfuhungszeit des Stampfbaues auf die warme Jahreszeit zwischen Fruhjahr und Herbst.

Besondere Ueberwachung notwendig

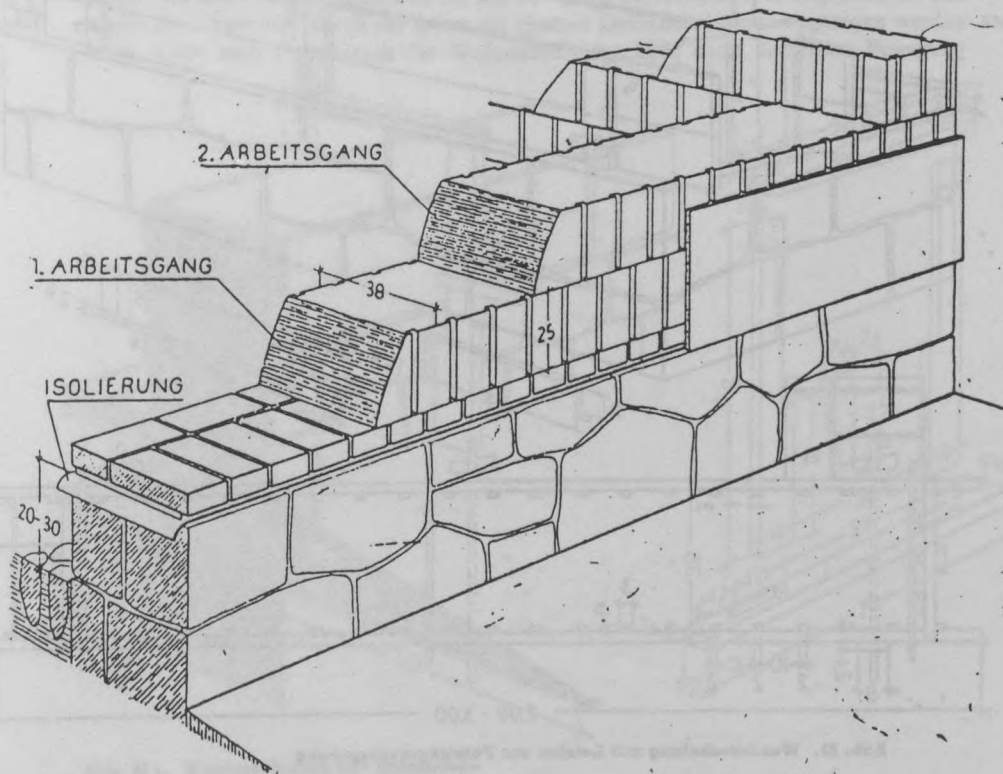


Abb. 21a. Ecklösung der einzelnen Arbeitsgänge

Das Stampfen des Lehms erfordert eine Schalung, die entweder als eine sogenannte Ringschalung ausgebildet, das heißt rings um das ganze Gebäude angelegt werden kann, oder - wo nicht genügend Holz zur Verfügung steht - in Form einer Wanderschaltung hergestellt wird. Die Schalung besteht aus vier Stück 2 bis 2,50 m langen und 47 cm breiten Holzplatten, die aus 3 Brettern bestehen und mit Leisten zusammengehalten sind. Die Bretter sind so zu nageln, daß sie nicht dicht aneinander stoßen, sondern etwa 1 cm weite Fugen aufweisen. Durch diese Fugen können dann die Schaleisen, zum Beispiel bei der Ausführung von Türen und Fenstern, in der Fuge beliebig verschoben werden; ebenso ist es möglich, die Holzplatten nach Bedarf zu kanten und zu schwenken. Beim ersten Arbeitsgang bedeckt die Wand ein Drittel der Schalungsbreite, so daß eine Stampfhöhe von 32 cm entsteht. Die äußeren und inneren Holzplatten der Schalung werden unten durch mehrere Schaleisen mit Splint und oben mit eisernen Klammern zusammengehalten. Bei der Eckschalung sind die äußeren Schalungsplatten durch ein besonders konstruiertes Eckeisen mit Keil zusammengehalten. Bei der eisenlosen Stampfschalung lassen sich auch

Ring- oder Wanderschaltung

Abb. 22

Abb. 23, 23a u. 23b

(in LEHBAUFIBEL 1947. Op cit)

Fortfall des Absteckens der Wand durch eine Wanderschaling Um das spätere Abstecken der Wellerwand zu ersparen und von vornherein eine glatte und maßgerechte Wandfläche zu bekommen, kann ich noch eine andere Wellerbauweise wählen, die mit Hilfe einer sogenannten Wanderschaling ausgeführt wird. Die Schalung besteht aus 2 bis 3 m langen Brettern, die aufgestellt eine Höhe von 30 cm haben, wobei die Ziegelflächenschicht seitlich von den Brettern 5 cm außen überdeckt wird. Damit die Schalung einen Halt bekommt, sind die Bretter oben mit Klammern und unten mit Bolzen

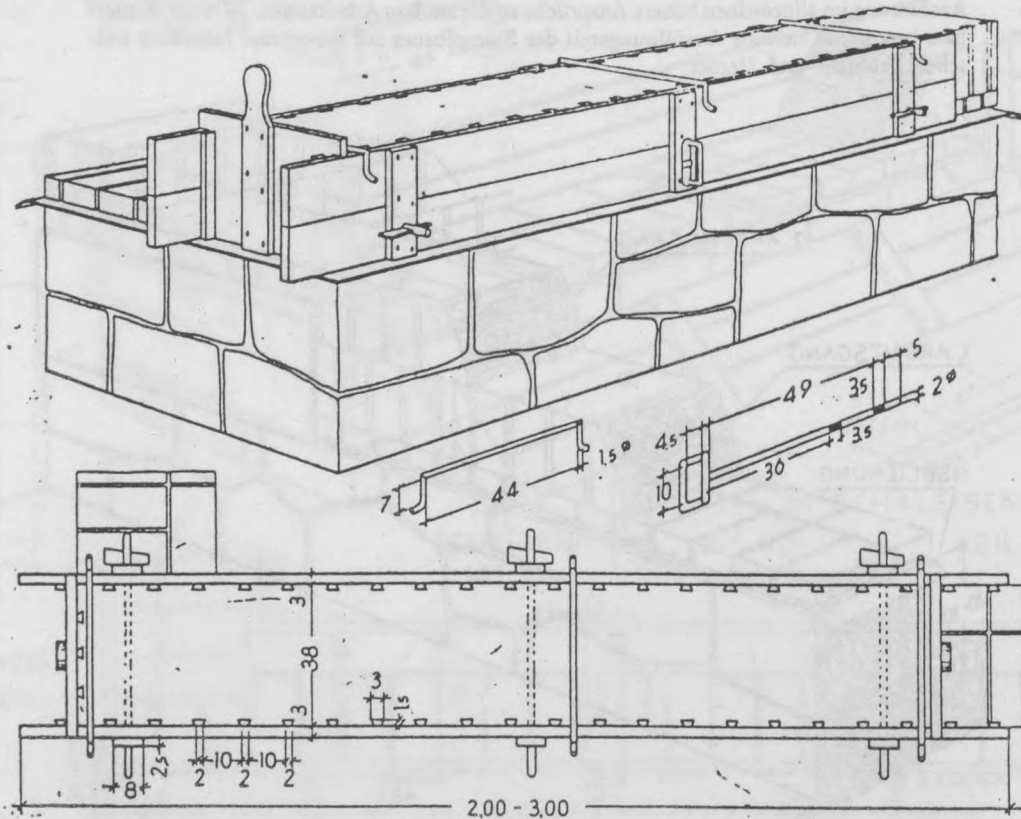


Abb. 21. Wanderschaling mit Leisten zur Putzträgerausparung

Abb. 20 u. 20a und Keilsplinten fest zusammengefügt. Abb. 20a zeigt dieselbe Schalung mit Holzwinge. In die Schalung wird der Strohhalm schichtweise eingeknetet oder mit einem leichten Stampfer eingestampft. Nachdem die Schalung fertig ausgestampft ist, kann die Schalung wieder entfernt werden. Dann rauhe ich die Wandaußenfläche mit einem Aufrauhkamm auf oder loche sie mit einem Hartholzdorn, beziehungsweise spicke sie mit Steinbrocken, damit ich für den späteren Außenputz einen Putzträger habe.

Wandriillen als Putzträger Ich kann mir aber auch das nachträgliche Lochen oder Bespicken der Wand mit Steinbrocken dadurch ersparen, indem die Schalung gleich so ausgebildet wird, daß sie einen Außenputzhafter nach der Abnahme der Bretter hinterläßt. Zu diesem Zweck nagele ich auf die Innenseite der Schalbretter schwalbenschwanzförmige Leisten, die 3 cm breit und

Abb. 21 u. 21a 1,5 cm stark sind und in Abständen von etwa 10 cm aufeinander folgen. Wird der Strohhalm nun in die Schalung eingestampft, so ergeben die Leisten, nachdem die Schalung abgenommen ist, senkrechte Rillen mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, in die der Außenputz später eindringt und Putzleisten entstehen, an denen die Putzfläche gut haftet.

40

(in LEHMBAUFIBEL . 1947 - Op.cit)

Die Ruhezeit für die notwendige Austrocknung und Sackung der Außenwand beträgt je nach der Witterung mindestens vier Wochen. Für die völlige Austrocknung ist ein Zeitraum von etwa einem Jahr anzunehmen; während dieser Zeit kann noch kein Außenputz auf die Außenwände des Gebäudes aufgebracht werden.

Ruhezeit für die Austrocknung

Will ich eine schnellere Förderung der Austrocknung erzielen, so sehe ich sogenannte Austrocknungslöcher vor, welche durch die ganze Wand gehen. Zu diesem Zwecke verwende ich Rundhölzer, deren Abmessungen vorne 12 cm und hinten etwa 10 cm betragen. Die Hölzer lege ich in Abständen von 30 cm auf jede Wellerschicht von etwa 30 cm Höhe vor Aufbringen einer neuen Lage auf, und zwar so, daß das Rundholz mit seinem stärkeren Kopfende noch 20 cm aus der Wand hervorsteht. Das Kopfende ist mit einem Loch versehen, durch das später ein eiserner Drehkebel hindurchgezogen werden kann, damit nach Festschlagen der Wellerschicht das Holz unter drehender Bewegung

Abkürzung der Austrocknung durch Wandhohlräume

Abb. 18

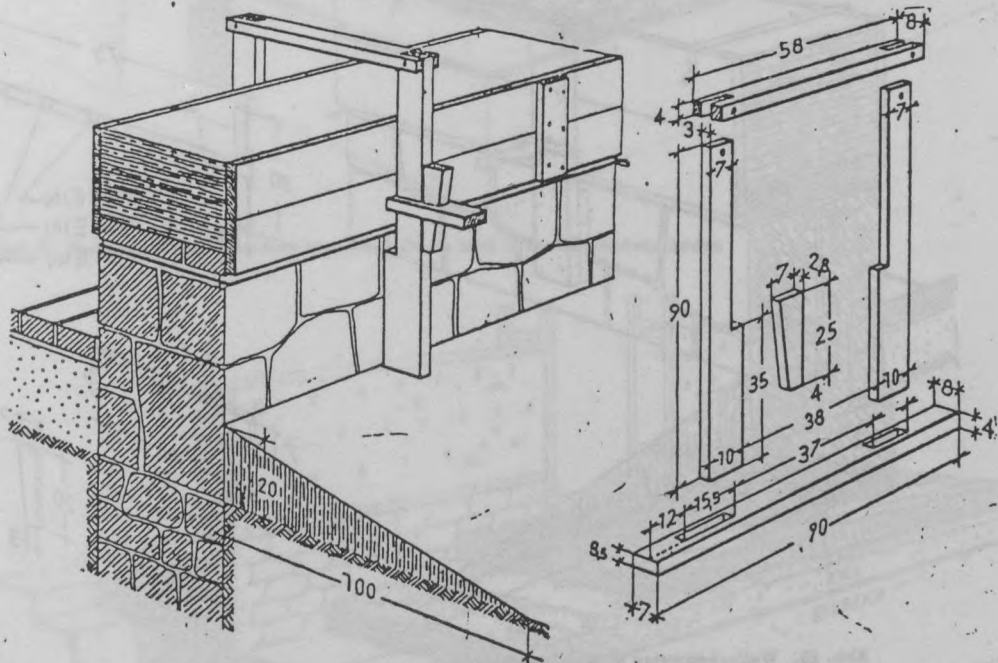


Abb. 20a. Wanderschabung mit Holzrwinde

sich wieder herausziehen läßt. Nach Austrocknung der Wand werden diese Löcher mit steifem Strohlehm fest ausgeschlagen, wobei zum Eintreiben ein Stück Holz und ein Hammer notwendig sind. Durch diese Ausführung wird die Austrocknung der Wand, insbesondere des Wandkerns, beschleunigt.

Um dem inneren Gefüge der Wellerwand eine erhöhte Festigkeit zu geben, kann ich in die Wand eine Armierung einbauen, die aus Ästen oder gespaltenen Knüppeln besteht, die in jede Schicht, die Richtung wechselnd, schräg zur Wandflucht eingelegt werden. Dabei beträgt die Schichthöhe etwa 10 bis 20 cm. Auf jede aufgebraute Wellerschicht verlege ich nach Schnur schräg zur Wandflucht Knüppel in 15 bis 20 cm Entfernung voneinander, aber so, daß die Hölzer 1 cm vor der Rohwand noch hervortreten. Den übertretenden Lehm streife ich mit der Hand ab; ich brauche also die Wand nicht abzustechen. Darauf kommt wieder eine neue Strohlehmschicht von 10 bis 20 cm, auf der die Knüppel in entgegengesetzter Richtung verlegt werden. Die vorspringenden Köpfe und die mit der Hand rauh abgezogenen Flächen dienen als Hafter für den späteren aufzubringenden Außenputz.

Wellerlehmwand mit hölzerner Armierung

Abb. 19

39

(in LEHMBBAUFIBEL 1947-Op.cit)

Aufbringung des zweiten Satzes Abb. 17 zu gewährleisten. Die Bauarbeiten bei der Aufbringung des zweiten Satzes oder zweiten Ringes erfolgen in der gleichen Weise wie beim ersten Wellersatz, und zwar ringförmig um die ganze Außenwand des Gebäudes herum.

Das Baugerüst Zur Aufbringung der Lehmballen auf die Oberseite des zweiten Satzes dient ein Gerüst, das aus mehreren Holzböcken und daraufgelegten Bohlen besteht. Ein Mann wirft die Lehmballen vom Mischplatz auf das Gerüst, während der andere diese mit der Gabel

Abb. 18 auf die Außenwand bringt. Dort wird der Strohlehm wiederum festgeschlagen oder festgetreten und gestampft. Wo für die Herstellung eines Gerüsts keine ausreichenden Mengen Holz zur Verfügung stehen, genügt ein Behelfsgerüst in Form eines Kasten- oder

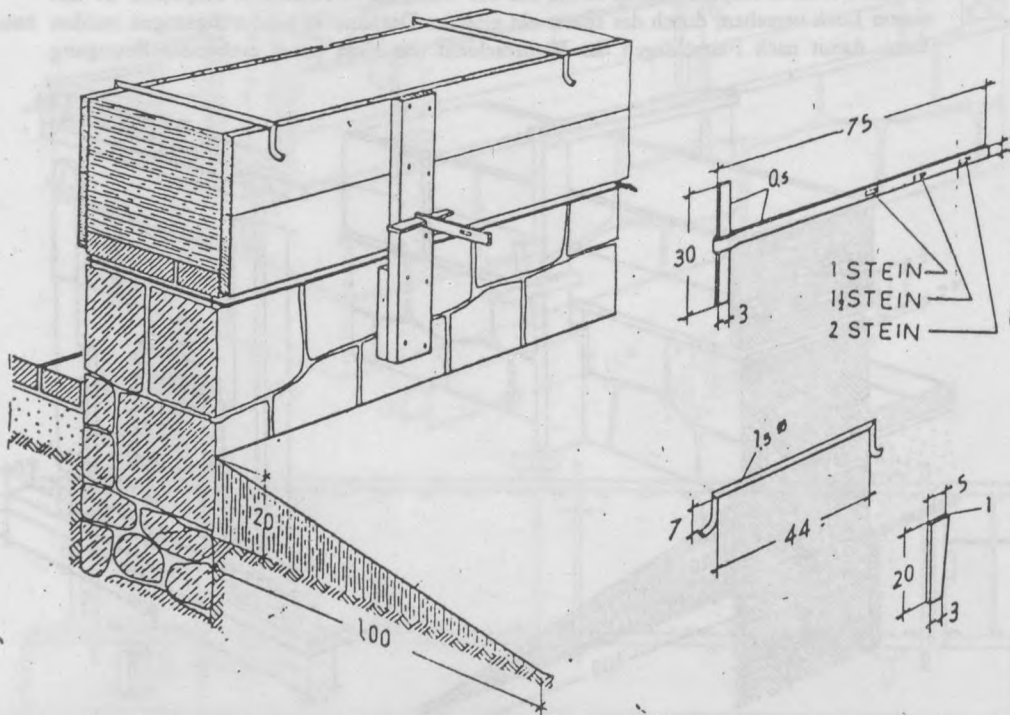


Abb. 20. Wellerbauweise in Wanderschabung

Leiterwagens, der oberhalb mit Riegeln, Brettern, Platten oder alten Türen abgedeckt wird. Der Wagen wird vor die Wand gefahren und dem Gang der Arbeiten entsprechend weiterbewegt.

Drei Wellersätze eine Geschoßhöhe

Nach zwei- bis dreitägiger Austrocknung des zweiten Wellersatzes wird dieser abgestochen und die Löcher beziehungsweise Steinbrocken als Putzträger in die Wand eingedrückt. Der Arbeitsgang für den dritten Wellersatz ist der gleiche wie der des ersten und zweiten. Eine Geschoßhöhe wird demnach mit drei Wellersätzen erreicht, bei denen jeder Satz oder Ring eine Höhe von 70 bis 80 cm hat. Es ist zu empfehlen, die Wandhöhe etwa 5 cm über die gewünschte Höhe zu bringen, da sich der Wellerlehm noch erheblich und ungleichmäßig setzt. Es ist besser, die Wand zum Ausgleich erst abzutragen, als nach dem Setzen der Wand beziehungsweise vor dem Aufbringen des Dachgespärres die Mauerlatte auf den später aufgebrauchten frischen Ausgleichlehm zu legen. Soll das Dach schon vor der völligen Austrocknung aufgestellt werden, dann sind unter die Mauerlatte, die mitten auf die Wand zu liegen kommt, starke Keile zu legen.

38

(in LEHMBAUFIBEL 1947 Op.cit.)

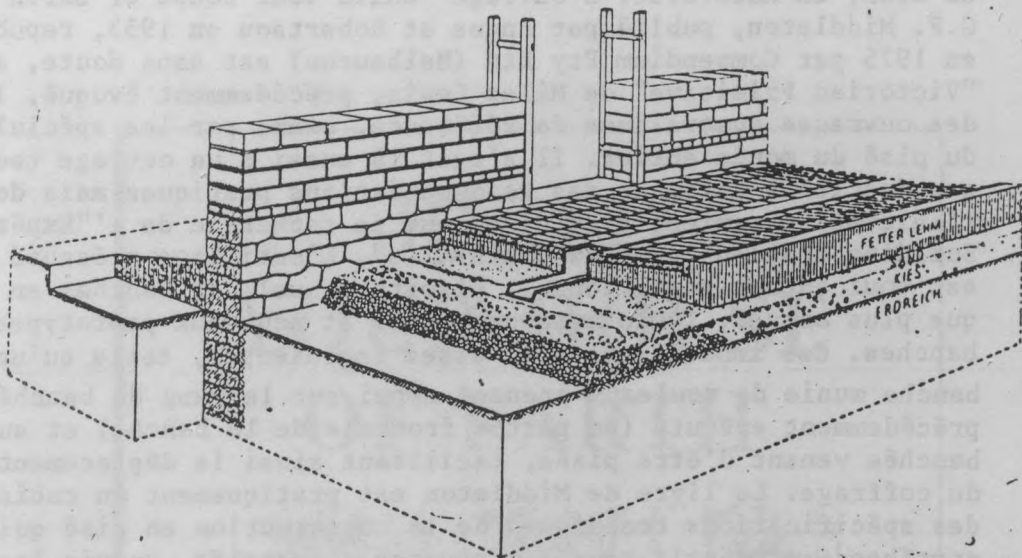


Abb. 7. Fundament aus Feldseesteinen in Lehmmörtel in feststehendem Boden

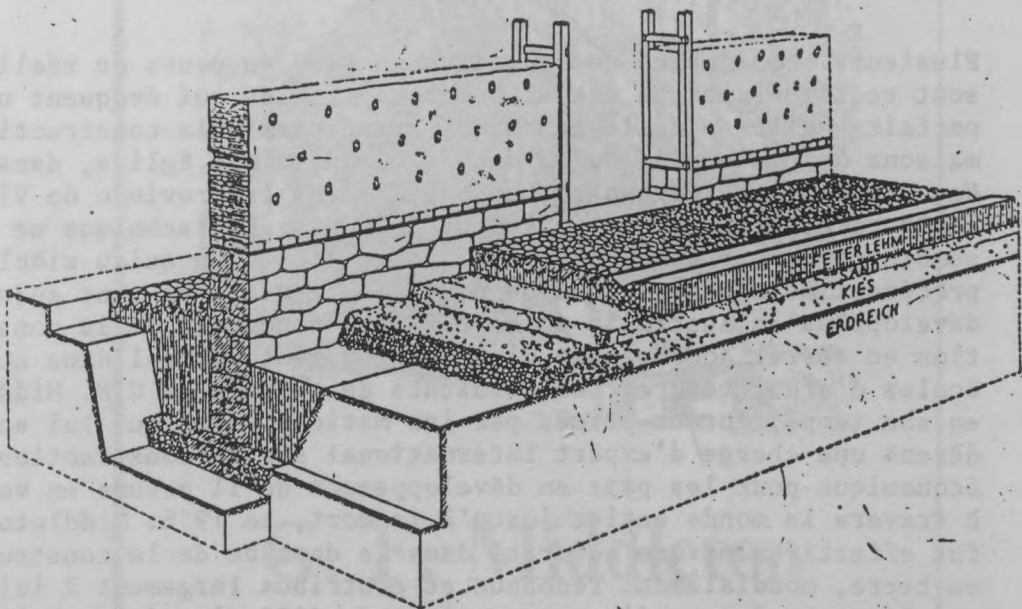


Abb. 8. Fundament aus Bruchsteinen in nicht feststehendem Boden

bracht ist. Für den Sockel sind gespaltene Feldsteine vorgesehen. Oberhalb des Sockels folgen wieder: Isolierpappe zur Isolierung der aufsteigenden Lehmwand, eine gebrannte Ziegelflachschrift¹⁾ als Mauerbasis für die Außenmauer, die hier aus Lehmquadern besteht. Der Stallfußboden ist mit einer gebrannten Ziegelflachschrift ausgelegt, die auf verschiedenen Bettungen aus Lehm, Sand sowie Schotter und Kies ruht. In den Stall-

Fundament aus Feldseesteinen in Lehmmörtel in feststehendem Boden

¹⁾ Siehe Anmerkung Seite 20.

(in LEHMBBAUFIBEL 1947. Op cit)

EN AUSTRALIE

- C'est à partir des années 50 que la tradition du pisé connaît un élan, en Australie. L'ouvrage "Build Your House of Earth" de G.F. Middleton, publié par Angus et Robertson en 1953, republié en 1975 par Compendium Pty Ltd (Melbourne) est sans doute, avec "Victorian Primitive" de Miles Lewis, précédemment évoqué, l'un des ouvrages australiens de référence, connu par les spécialistes du pisé du monde entier. Il s'agit là aussi d'un ouvrage technique destiné à diffuser des recommandations pratiques mais dont l'initiative revient à un directeur de recherche de l'"Experimental Building Station" du "New South Wales". L'outillage présenté est tout autant traditionnel, pisoirs manuels et banches en bois, que plus actuel, fouloirs pneumatiques et nouveaux prototypes de banches. Ces innovations sont assez ingénieuses, telle qu'une banche munie de rouleaux prenant appui sur le rang de banchée précédemment exécuté (en partie frontale de la banche) et sur la banchée venant d'être pisée, facilitant ainsi le déplacement du coffrage. Le livre de Middleton est pratiquement un cahier des spécifications techniques de la construction en pisé qui appréhende et décrit tous les oeuvres successifs, depuis les fondations jusqu'aux finitions.

Plusieurs témoignages de chantiers en pisé en cours de réalisation sont restitués par un cahier de photographies qui évoquent une parfaite maîtrise de la technique ayant permis la construction de maisons de plain-pied ou de deux niveaux, d'une Eglise, dans le New South Wales (Corowa et Leeton) et dans la province de Victoria (Rutherglen, Eltham) et également à Sydney. La technique ne semble pas avoir connu une aussi large diffusion qu'au siècle précédent mais on sait que de nouvelles tentatives sont aujourd'hui développées en Australie en faveur d'un renouveau de la construction en terre, accompagnée d'un enseignement général dans quelques écoles d'architecture. Les résultats de travail de G.F. Middleton, en son temps, furent primés par les Nations Unies qui lui accordèrent une charge d'expert international sur la construction économique pour les pays en développement qu'il assumait en voyageant à travers le monde entier jusqu'à sa mort, en 1956. Middleton fut effectivement une autorité dans le domaine de la construction en terre, mondialement reconnue et contribua largement à initier plusieurs projets et d'autres actions de diffusion des connaissances au sein même des Nations Unies. Sa démarche préfigurait des développements plus techniques et scientifiques mais encore très pratiques qu'allèrent porter les années 60 et 70.

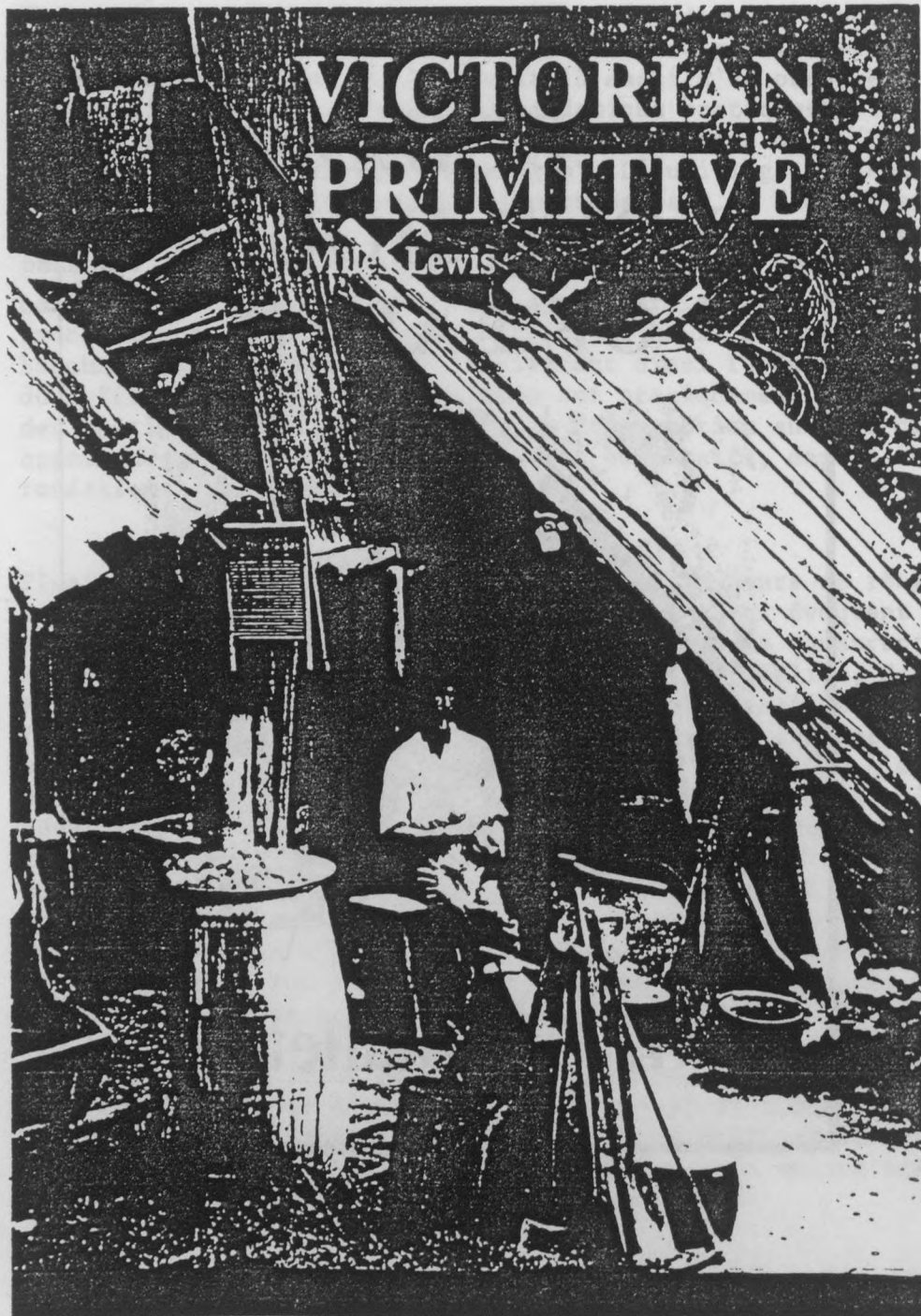
BUILD YOUR HOUSE OF EARTH



G. F. Middleton

EN AUSTRALIE

Il s'agit à partir des années 50 que la tradition du pisé connaît un essor en Australie. L'ouvrage "Build Your House of Earth" de E.F. Middleton, publié par Angus et Robertson en 1954, republié en 1977, est le premier ouvrage de référence sur ce sujet.



VICTORIAN PRIMITIVE

Miles Lewis

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 18 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

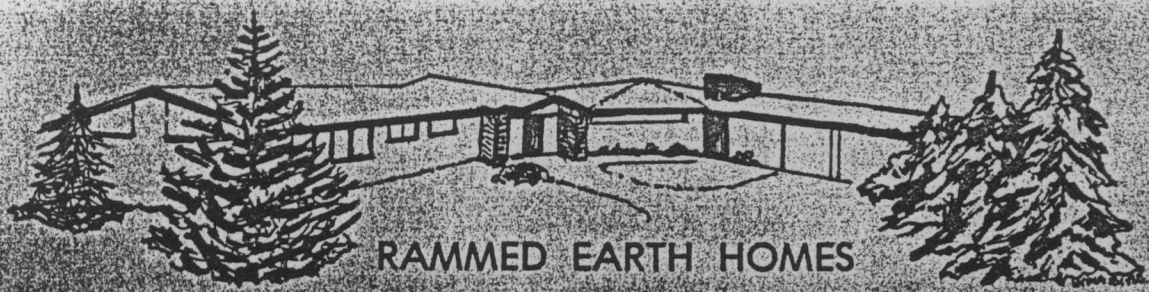
PISE

AUX U.S.A.

Plusieurs publications de référence ont été réalisées aux U.S.A. au cours des années 60 et 70, notamment dans le cadre des actions développées par les Nations Unies. Parmi ces ouvrages dont la diffusion fut malheureusement assez mal assurée on note le "Manuel des Constructions en béton de terre stabilisé" de Fitzmaurice (1957) et "Le béton de terre stabilisé, son emploi dans la construction" (1964) qui accorde davantage d'intérêt à la technique bloc compressé stabilisé qu'au pisé. Cette tendance a été de mise pour la plupart des publications américaines, ou étrangères en général, récentes, qui négligeaient le pisé au profit de bloc compressé qui apparaissait alors comme une innovation sans commune mesure avec les traditions "périmées". Les autres publications américaines firent aussi une large part à la technique de l'adobe qui a effectivement connu des développements exceptionnels (Sud-Ouest des U.S.A.). On note malgré tout l'existence d'une publication américaine, réalisée sous l'égide de l'O.N.G. "AID" par trois chercheurs respectivement attachés au Texas Transportation Institute (Mr Lyle A. Wolfskill), à la Texas A. et M. University (Mr Wayne A. Dunlop) et au Texas College Station (Mr Bob M. Callaway). Cette publication intitulée "Hand book for Building Homes of Earth" a été récemment rééditée par un éditeur privé d'Albuquerque (New Mexico), Chamisa Books (1979) et par le "Rammed Earth International Institute, Greeley, Colorado, en 1983. Il s'agit d'un ouvrage très technique basé sur une approche géotechnique et sur les développements connus de la stabilisation des sols qui fait état d'une démarche d'analyse, de tests et d'essais sur les matériaux tout à fait actuelle, telle qu'elle est pratiquée dans les laboratoires de travaux routiers. Les exigences de résistance des matériaux sont relativement élevées et témoignent d'une inspiration de la logique d'autres matériaux (le béton p.e.) qui nous semble très pénalisante pour la construction en terre. L'énoncé des tests d'érosion ou de gel-dégel qui fait référence dans la littérature technique américaine et qui a été depuis lors diffusé dans beaucoup de pays du monde contribue largement à alimenter l'opposition des décideurs et des ingénieurs vis-à-vis de la terre par les seuils de résistance du matériau qu'il impose. On peut néanmoins constater dans cette publication l'existence d'un chapitre entier consacré au pisé avec des recommandations pratiques sur les coffrages réalisables à base de planches et de clés métalliques ou de panneaux de contreplaqué, plus légers. Les psoirs présentés ne sont pas des outils traditionnels en bois mais des outils de fonderie, dame en fonte ou fouloirs pneumatiques. Les recommandations concernant les systèmes constructifs du pisé restent somme toute très sommaires. Cet ouvrage doit être malgré tout resitué dans son temps et l'approche plus ingénierie qu'architecturale qui y est développée contribuait à revaloriser le matériau terre par rapport aux autres matériaux manufacturés ou industriels. Cette publication fut d'ailleurs traduite en français et diffusée par le Centre de Recherches et d'Etudes Techniques (C.R.E.T.).

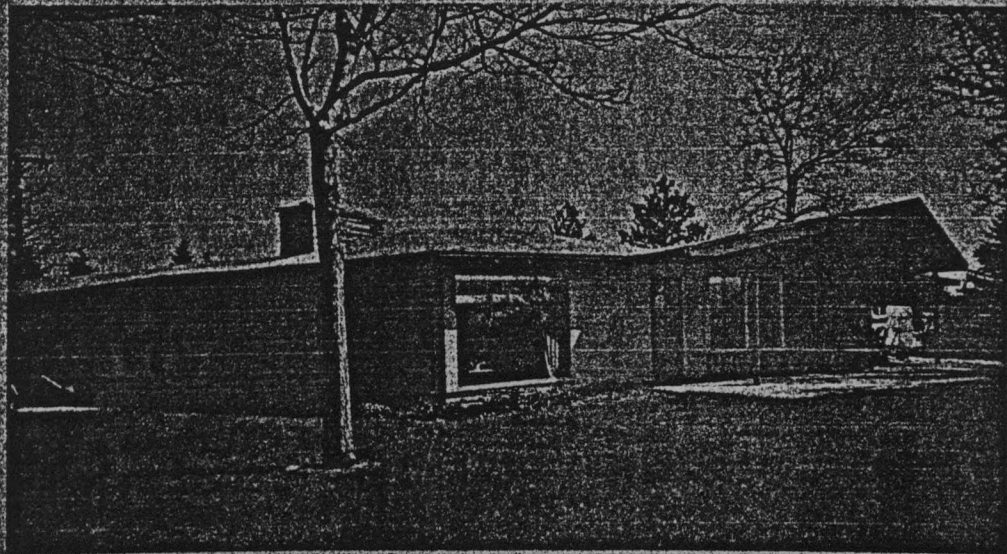
Les autres tentatives de réactualisation du pisé, aux U.S.A. sont dues à l'initiative d'un avocat de Greeley (Colorado), très enthousiaste, qui commença par construire sa propre maison, dans les années 40. David Miller et son épouse, Lydia Miller, sont à l'origine de la création de "Rammed Earth International Institute", petite association qui déploie plusieurs actions en faveur d'un renouveau du pisé dans le Sud-Ouest des U.S.A. : construction de projets, recherches sur l'outillage, publications, communications dans divers colloques. David Miller a trouvé son inspiration en Europe à l'occasion de sa participation à la guerre et qui lui laissa le temps d'observer les traditions du pisé français et allemand tout en faisant des recherches bibliographiques dans plusieurs bibliothèques. De retour, après l'arrêt des combats, il construisit sa maison en pisé, en 1945 et y vit depuis lors. Sa maison fut conçue par l'architecte J. Palmer Boggs, disciple de Frank Lloyd Wright, et inaugure des conceptions résolument modernes que le pisé n'avait pas exprimé jusqu'alors. Les recherches de David Miller se sont polarisées depuis lors sur l'amélioration des rendements d'exécution du pisé en s'efforçant d'imaginer d'autres coffrages. Il est ainsi l'auteur d'un système de coffrage auto grim pant construit à partir de planches et de contreplaqué, de tiges d'acier filetées boulonnées, qui semble être très performant pour la construction de panneaux de murs trumeaux. Une extrapolation contemporaine de la technologie chinoise. David Miller a également récemment produit une bibliographie sélective du pisé, mondiale, qui fut réalisée avec la collaboration du CRATerre : "Rammed Earth, a selected Bibliography, R.E.I.I., 1982.

Aujourd'hui, les Miller semblent avoir initié un nouveau courant en faveur d'une réactualisation du pisé qui a fait quelques disciples au New Mexico, en Arizona et en Californie. Les articles spécialisés sont plus fréquents ainsi que des projets d'habitat qui témoignent d'un nouveau savoir-faire naissant sur le pisé, aux U.S.A. Les réalisations actuelles sont essentiellement du type pavillonnaire isolé mais sont non seulement le fait d'auto-constructeurs mais également d'entreprises. On relève aussi l'existence, aux U.S.A. d'une revue spécialisée sur la construction en terre, "Earth builder", anciennement "adobe today" qui fait état de l'actualité de l'adobe et du pisé ouest américain.



MANUAL

FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL



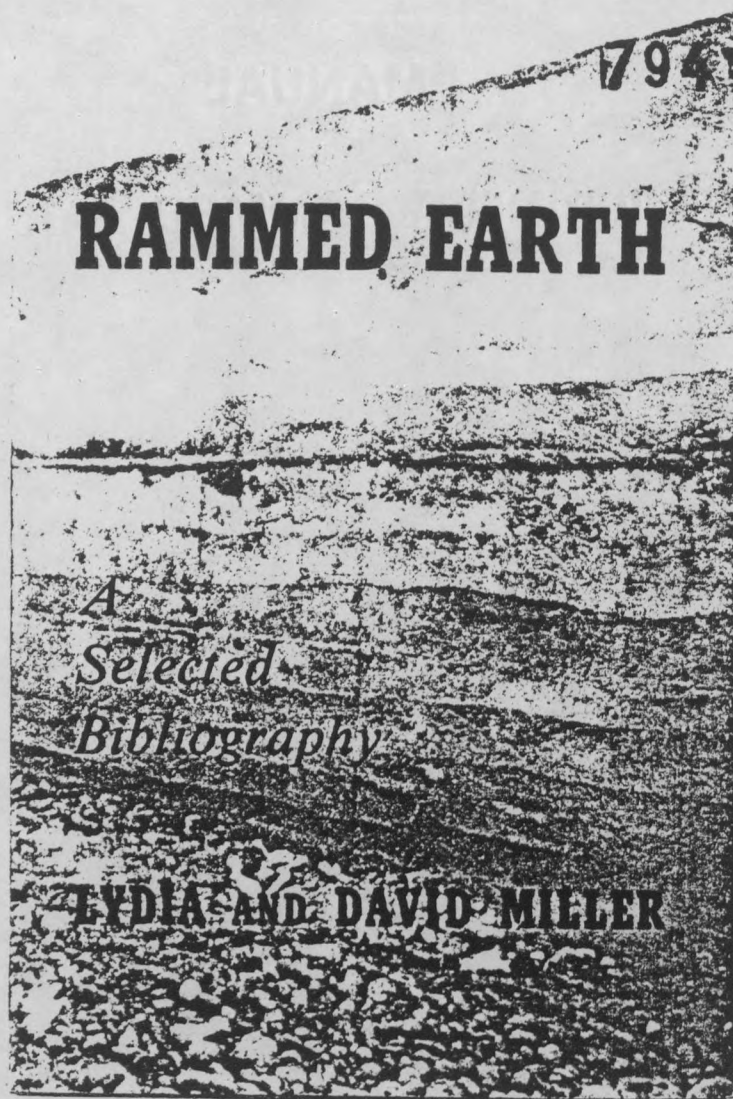
David A. & David N. Miller • 2319 21st Avenue • Greeley, Colorado 80631 • 303-352-4773

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE



Soil Admixtures for Earth Walls

By R. L. Patty

MEMBER A.S.A.E.

IN THE research studies of earth construction at the South Dakota Agricultural Experiment Station, and particularly with rammed earth or pisé construction, various materials have been mixed with the soil from time to time and their effect noted. These admixtures generally affect both the strength and weather resistance of an earth wall. During the early years of the study the effect upon the strength of the wall was given considerable attention, but later it was found the strength was of minor importance and attention has been given largely to weather resistance. Earth construction has ample strength for low type buildings, but we do not believe it has any place in the construction of high buildings. One or two-story farm buildings can be constructed of earth, with a good factor of safety in strength, from any soil that has sufficient resistance to weathering. Soil that does not have this weather-resistant quality is unfit for use. Dependable and accurate tests for weather-resistant soils have been developed at the South Dakota station, and tables have been worked out for quality ratings and for recommended amounts of sand admixtures for improving low quality soils. It is highly desirable that all builders using rammed earth have a laboratory analysis made of the soil.

When rammed earth walls are to be stuccoed, soils of average or better quality can be used. The only advantage of high quality soils under stucco would be in case the stucco work was not done correctly and repairs to it were neglected. High quality soil for rammed earth can be made by adding sand to any soil that shows by test to be fit for use.

Admixtures of Sand. At the beginning of the study it was apparent that sand was an effective and practical admixture to use in most rammed earth soils. Probably not more than 10 per cent of the farms over the entire United States would have a soil that would rate as high quality without any admixture of sand. Eighty per cent of all farms would have soil that is fit to use and could be improved to a high quality soil by adding sand. Some sand was added to adobe brick in the past, and today, with more study being given to the quality of adobe soils, sand is being added to most adobe brick.

In discussing admixtures we use the term sand as including all aggregates. The difference between adding screened sand and adding bank-run aggregate is not important. Some prefer to screen out the coarse aggregate from the admixture before using it because of the effect upon the appearance of the wall.

Coarse aggregate in the admixture had practically no effect upon the weather resistance of a wall over the use of sand only. Neither did the size of sand particles seem to have any effect upon the weather resistance of the wall. In the experimental yard at Brookings we have two weathering-test walls that have been standing since 1930. Each of these walls was built from soils just as it was dug up, and both soils are high quality, containing around 75 per cent total sand. One of the walls contains nothing but very fine sand, all of which would pass a No. 8 screen. The other wall contains well-graded aggregate in sizes from

the finest sand to aggregate 2 in in diameter. Both of these walls are in perfect condition after 12 years of weather exposure. Well-graded aggregate will affect the strength of a wall in compression, but the difference is negligible so far as practical building is concerned. In no case would it be necessary to consider this fact in choosing a material which is to be used for an admixture. Two experimental series were set up and carried out on the effect of size and proportions of aggregate used in the soil upon the strength of the wall in compression. Aggregate sizes from very fine to 1/4 in increased the strength very slightly up to 45 per cent total sand content. An admixture of sizes from 1/8 to 1/4 in increased the strength slightly more than any other, with sizes of 1/8 in to very fine showing second strength. As the size of aggregate increased above 1/4 in the strength decreased. Additions of sand to a soil containing 50 per cent total sand decreased the strength in compression materially, but it increased the weather resistance of the wall, which is definitely more important.

Admixtures of Cinders. Tests have been carried on to see if coal cinders could be used as an admixture in a rammed earth wall in place of sand. The effect upon the strength of the wall was tested as well as upon the weather resistance. Three walls were built for testing the weather resistance. One of these was a check wall made from a No. 2 base soil which is of medium quality and containing no cinders; one wall was rammed from two volumes of No. 2 base soil and one volume of cinders (33 1/3 per cent cinders); and one was rammed from one volume of No. 2 soil and one volume of cinders (50 per cent cinders). The soil for the three walls was taken from the same stock pile. It was a medium quality soil containing 46 per cent total sand that would not stand up as a bare wall and that needed an additional admixture of sand. The cinders used were Illinois soft coal cinders from a power plant and were fairly hard and well graded. The test walls were built on December 1, 1937, and have stood slightly more than four years. The walls are roughened about the same as walls of this same base soil containing the same admixture of sand. They will not stand as bare walls but would be very satisfactory for stuccoing. The cinders reduced the coefficient of shrinkage in the same proportion as sand, and the cinder walls are weathering far better than the check wall, which contained no admixture.

TABLE 1. EFFECT OF ADDING SAND AND CINDERS TO SOILS IN RAMMED EARTH WALLS UPON THE STRENGTH IN COMPRESSION

Kind of Soil, original sand content (hydrometer anal.)	ULTIMATE LOAD, LB PER SQ IN AVERAGE		
	No Admixture (Check blocks)	33-1/3% admixture by volume	50% admixture by volume
Black clay soil		Of sand 388	Of sand 374
26% sand (by wt.)	527	Of cinders 374	Of cinders 313
Yellow medium		Of sand 495	Of sand 363
46% sand	342	Of cinders 490	Of cinders 400

Test pieces 9x9x9-in cubes and each strength figure is the average of three like test pieces.

A study was also made to test the effect of cinder admixtures upon the strength of the wall and to compare with strength of walls with sand admixtures. The results are shown in Table 1. Two base soils were used in this study; one a heavy black soil and the other a medium yellow soil. Identical test pieces were made from each

Article prepared especially for AGRICULTURAL ENGINEERING. A contribution of the Subcommittee on Natural Building Materials, A.S.A.E. Committee on Specifications for Building Materials. Author: Professor of agricultural engineering, South Dakota State College.

This article is reprinted from AGRICULTURAL ENGINEERING, the journal of the American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan

Reprinted from AGRICULTURAL ENGINEERING for August 1939 (vol. 20, no. 8) the Journal of the American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan

Puddled-Earth and Rammed-Earth Walls

By Ralph L. Patty
MEMBER A.S.A.E.

EARTH HAS been used for building walls in several different ways. It has been puddled as a mud (usually mixed with straw or other fiber), molded into bricks, baked in the sun, and laid into the wall. This construction is known as "adobe", and it has been used extensively in southwestern United States and in Mexico. Another type of earth wall is built by puddling the soil and adding straw or some fibrous material and packing this mud between forms. The forms are built in the same way as for monolithic concrete walls. This construction is known as "poured adobe" and is not so common, although such buildings are occasionally found in the West. There are two other kinds of earth walls that have been used in Europe, and especially in England, known as "cob" and "chalk". The cob walls are made by puddling the soil, adding straw, and laying the mud on the wall in layers where it is tramped in place and the sides trimmed. Chalk walls are made of a chalky soil puddled as mud and either laid up in the same manner as the cob wall or molded into blocks and laid into the wall.

In all the above walls the earth is puddled as a mud. In building with *pisé de terra*, or "rammed earth", the soil is only moist. It is rammed mechanically or by hand into sections of heavy forms to make a monolithic wall. Building blocks can also be made in this way.

In order to determine the comparative strength of earth walls to carry a load when made from "puddled earth" and when made from "rammed moist earth", the South Dakota Agricultural Experiment Station made a carefully controlled study in 1937-38. Three base soils were used. Soil No. 1 was a fairly heavy clay soil with a total sand content of 10.36 per cent, by weight. Soil No. 2 was a medium sandy clay soil with a total sand content of 37.56 per cent. Soil

No. 3 was a very sandy soil containing a total sand content of 74.82 per cent. The sand content was obtained by sieve analysis; all material retained on a 200-mesh screen being classified as sand. (The term "sand" as used in this article includes all aggregate which may range up to an inch or more in diameter.)

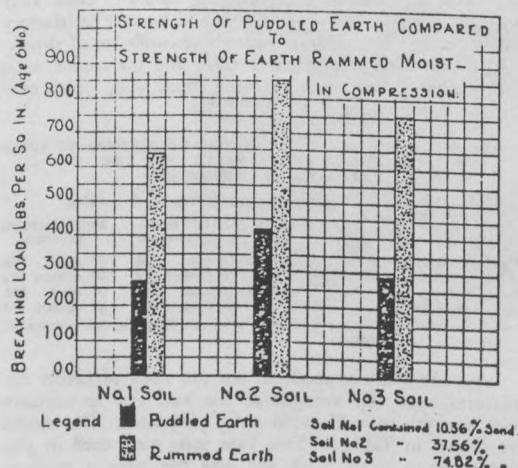
Twenty-four test pieces were made from each of the base soils. Twelve of these were made by the "rammed-earth" method using the optimum moisture for density under compaction. The other twelve pieces were made as "puddled earth" or mud, using the same consistency of mix as is used in the various methods of building mentioned above. This consistency is a mud just stiff enough to avoid slumping of the material as it is removed from the form. Straw was added to the puddled earth pieces at the rate of 122 lb of straw for each 1,000 lb of earth, which is the commonly recommended amount. The straw was cut in lengths of approximately six inches.

Cylindrical steel forms were used for making the test pieces. They were 8 in in diameter and 16 in high, and similar to the forms used for making test pieces of concrete. The rammed earth pieces were rammed in layers the same as for wall construction. The layers of loose dirt were weighed into the form so that the depth of the test pieces would be quite uniform when finished. The layers were rammed with an 18-lb hand rammer that is used in ordinary wall construction and with the ordinary intensity of ramming. The puddled-earth pieces were made by packing the mud into the form carefully with the hands. This is the method used by the Mexicans in making adobe brick. Slightly greater care was used in packing the test pieces than is the practice of the Mexicans in order that no voids be left in the piece due to careless packing. They were removed from the form immediately as is the practice in making adobe brick.

In order that the result be more definite, the test pieces of each soil were made in three different depths. Since adobe brick are usually made and tested in 4-in thicknesses, four test pieces were made of this thickness from each soil. Since rammed earth test pieces have usually been tested in 9-in thickness, four test pieces were made with a 9-in depth for each soil. A 9-in depth is the greatest depth of test piece that could well be made of rammed earth in a cylinder, as the 7 in of reserve space in the cylinder is necessary for the ramming process. An intermediate depth of 6 in was used for the other test pieces. A total of 72 test pieces were made in all, of which 36 were of rammed moist earth and 36 were made from the puddled earth.

The test pieces were all stored in the laboratory for a six-months period under a temperature of 65 to 70 F, when they were tested to failure in a Riehle testing machine. At this age they were well dried out to constant weight, with the test pieces made from the No. 1 soil containing an average of 2½ per cent of moisture; the No. 2 soil, 1¾ per cent, and the No. 3 soil, approximately 1 per cent of moisture. The average of the three soils in the puddled-earth test pieces lost 19.9 per cent of their original weight in moisture in drying out, while the average of the three soils in the rammed-earth test pieces lost 11.48 per cent of their original weight.

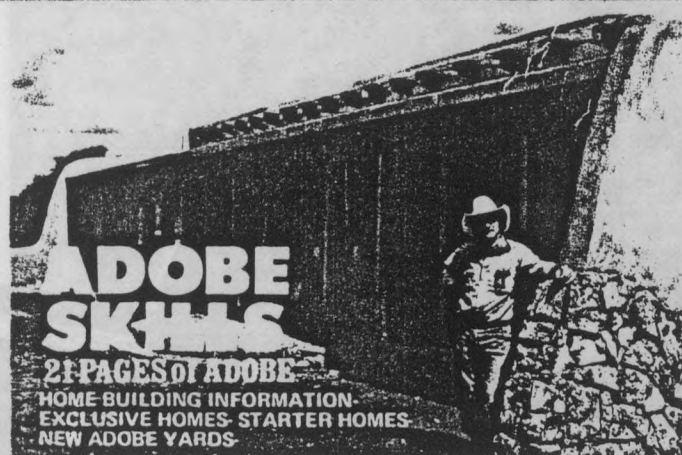
The average breaking load for the 4-in puddled-earth test pieces was 410 lb per sq in as compared to 973.7 lb for



This graph shows the relative crushing strength of puddled-earth as compared with earth material when rammed moist, in the tests at the South Dakota Agricultural Experiment Station

ADOBE TODAY'S
Published since 1974

Earthbuilder®



Rancher Carroll Niblett rides herd on Solaradobe

THIS ISSUE: \$7.95
BULLET
PENETRATION
TESTS from
Nicaragua

FIRE YOUR OWN
FLOOR TILE

14 PAGES of RAMMED
EARTH News, Stories &
Features.

News- International
and regional-



Double Adobe for thermal & structural security

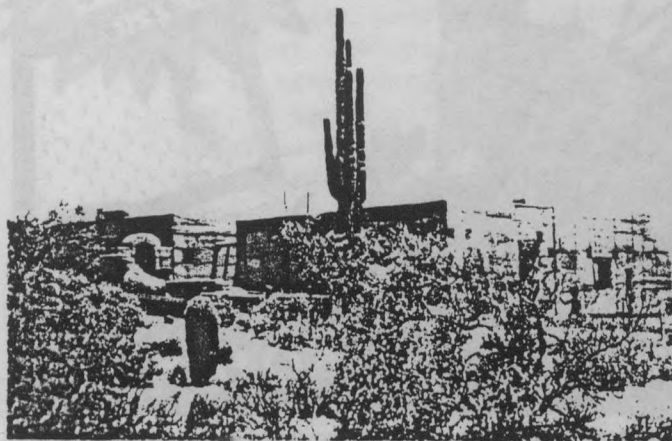


above: Connie & Jack Flynn's home at Sierra Vista, Ariz.
below: Melcher residence near Mesa, Ariz. Masonry by Rammed Earth Contractors, Inc. of Tucson.



UPPER VOLTA, Africa. Carlos Lola reports
on 3rd world Earthbuilding.

Pressed Block Pioneer David Lienau of Corrales,
New Mexico, (left) talks with the owners of his new *Ultrason 1* home.



**A USED BUS EARNS ME
\$35,000 A YEAR!
-SEE PAGE 186-**

Reprinted from THE MOTHER EARTH NEWS®, Issue 61

THE MOTHER EARTH NEWS

PAGE 72: IS YOUR WOOD STOVE SAFELY INSTALLED?

- 36 ● GARDEN-TESTING 1980'S NEW SEEDS
- 86 ● AN ALCOHOL FUEL PREHEATING SYSTEM
- 128 ● HOMESTEADING OREGON'S HIGH DESERT
- 24 ● CUT HEATING BILLS WITH A SNUG SACK
- 176 ● A \$100 GOAT-MILKING STAND FOR \$18.24
- 92 ● MAKE \$10,000 ANNUALLY... ON 1/2 ACRE
- 78 ● YOUR COMPOST PILE CAN WORK FOR YOU
- 40 ● TOUR... FOR \$5.00



LIVING IN THE EARTH

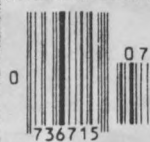
IN A DOME-SHAPED TARDIS
... CAN LEARN G-JO

ACUPRESSURE, RANDY KIDD ON BACKYARD RABBIT CARE, THE NEW ALCHEMISTS, SPIN WOOL WITH A POTTER'S WHEEL, HOW TO TIE THE ZEPPELIN KNOT, RAISE BEES IN THE CITY, FEASTING NATURALLY, A BEAUTIFUL-HOMEMADE LOG CARRIER... AND MUCH, MUCH MORE!

PLUS A
**BONUS ICE FISHING-
CENTER SPREAD!**

**BUILD YOUR
SOLAR HOME
FROM SOIL!
PAGE 120**

**28 WAYS TO
BEAT THE
GAS CRUNCH!
-PAGE 44-**



NO. 61 \$3.00

Reprinted from THE MOTHER EARTH NEWS®. Additional copies of this reprint are available for \$1.00 each (six for \$5.00) from THE MOTHER EARTH NEWS® • P.O. Box 70 • Hendersonville, N.C. 28739. Subscription rates: 1 year (6 issues) \$15 (\$17 outside the U.S.), 2 years (12 issues) \$28 (\$32 outside the U.S.), lifetime subscription \$500 (\$600 outside the U.S.).

EN INDE

L'Inde est aussi réputée pour avoir tenté de promouvoir une réactualisation des techniques de construction traditionnelles. Diverses actions patronnées par les institutions d'Etat ont été lancées depuis les années 50. Le C.B.R.I. de Roorkee et le "Indian Standards" comptent parmi les principaux relais efficaces de cette promotion d'une construction en terre plus actuelle. On peut néanmoins regretter que ces actions aient davantage relevé du domaine de l'expérimentation en laboratoire que de celui de la multiplication des actions sur le terrain. Beaucoup des publications officielles indiennes font état de recherches très sectorielles sur l'amélioration des matériaux de terre notamment par le biais de la stabilisation. Néanmoins, l'Inde demeure à ce jour l'un des rares pays à avoir préparé des normes officielles. Celles-ci, éditées en 1950 par le "Indian Standards Institute" de New Delhi sont pour l'essentiel axées sur la construction en blocs de terre comprimée stabilisée. Il semble en effet que le pisé, technique pourtant traditionnelle en Inde, n'ait pas suscité l'intérêt des promoteurs actuels de la construction en terre. La seule publication patente que l'on connaisse, au-delà de quelques articles ou apartés sur le pisé, est due à l'initiative de la Fondation d'Auroville et s'intitule "Rural India, Village houses in rammed earth", publiée avec une assistance allemande et imprimée par l'Ashram de Sri Aurobindo. L'édition date de 1979. Cet ouvrage introduit son développement sur une évocation graphique de la pathologie de l'habitat en pisé, problèmes d'érosions dues à l'action de l'eau qui sont majeurs en Inde par manque de précautions élémentaires adaptées dans la construction : absence fréquente de fondations et de soubassement, toitures dégradées. Le pisé est présenté comme une alternative à la construction en bauge et en torchis qui sont souvent très déficientes. Les banches qui sont présentées sont de conception classique, inspirées du principe local (idem système marocain). Vient ensuite un chapitre sur le choix correct de la terre avec des tests de terrain. La préparation de la terre, le contrôle de la teneur en eau, et les diverses séquences de la construction sont ensuite décrits et illustrés sur un mode visuel didactique. Les systèmes constructifs sont également étudiés mais on peut remarquer qu'une attention insuffisante est portée à l'ouvrage de fondations et de soubassement pourtant indispensable en vue d'assurer une bonne durabilité de la construction. La première banchée de pisé est en effet dressée sur un terre plein en terre damée qui semble être une disposition insuffisante pour assurer une protection contre les risques de dégradation par l'eau. Par ailleurs, les photographies qui font état d'un chantier expérimental montrent que l'exécution de la technique laisse à désirer. Néanmoins, une proposition de plan type pour une maison en pisé à "1000 roupies" accompagne ce document, avec des plans d'exécution au 1/50-ème assez détaillés et un plan de banche. Ce modèle semble avoir été diffusé dans la région du Tamil Nadu avec la construction de deux villages pilotes : Mahaveerapuram et Tindivanam Taluk qui comptent plusieurs dizaines de maisons. Les informations actuellement en notre possession ne nous permettent pas de confirmer l'existence de prolongements à ces opérations qui semblaient pourtant marquer les développements prometteurs d'un nouveau savoir-faire.



Rural India

VILLAGE HOUSES IN RAMMED EARTH

ठुकी हुई मिट्टी के देहाती घर

இறுக்கிய மண்ணில் கிராமவீடுகள்

AU MAROC

Les années 60 et 70 ont vu, au Maroc, un développement très significatif des recherches et expérimentations sur la construction en terre, et notamment sur le pisé. Les actions ont été notamment développées par le C.E.R.F. de Rabat dont les études étaient soutenues, institutionnellement par le Ministère de l'Intérieur marocain. Plusieurs publications ont été produites au cours de ces années notamment dans le cadre de recherches sur l'habitat rural du sud marocain et dans le cadre d'un programme de rénovation de l'habitat traditionnel de la vallée du Draâ. Les auteurs de ces publications, agissant dans le cadre du CERF, sont J. Hensens, J. Bauer, G. Hamburger et Jean Dethier, qui participèrent très activement à des actions de restauration et d'entretien du patrimoine en pisé du sud marocain. La bibliographie de ces publications spécifiquement marocaines ou traitant du pisé marocain fait état de plus d'une soixantaine de titres de publications, d'ouvrages ou d'articles. Ces publications ont été accompagnées d'expérimentations exemplaires (projet de Ouarzazate de A. Masson, rénovation des Ksour et Qasbahs des vallées du Sud) dont on peut encore regretter aujourd'hui le peu de prolongements contemporains. Les barrières psychologiques étaient encore trop vivaces et le soutien des institutions, bien qu'effectif, n'a pas su préparer et lancer une véritable politique de multiplication des acquis par le biais d'une formation ou d'une plus large diffusion d'un nouveau savoir-faire sur des terrains d'application plus directement concernés, en milieu rural. Un nouveau savoir-faire, initié par des chercheurs et visiblement appliqué avec quelques succès n'a pu trouver un contexte d'élargissement profitable au plus grand nombre qui demeure toujours ciblé par ces potentialités d'un pisé plus actuel. D'autres tentatives sont actuellement développées au Maroc dans le cadre d'un programme Rexcoop réalisé sur Marrakech (60 logements en terre dont 20 en pisé) qui connaît déjà quelques prolongements avec des projets d'habitat luxueux (palmeraie de Marrakech) et d'équipements publics qui pourraient être porteurs d'un renouveau de cette technique. Dans la mesure où un effort particulier sera cette fois-ci porté sur la propagation d'un effet multiplicateur : formation de compétences plus nombreuses, formation de formateurs, opérations didactiques et promotion d'une véritable filière terre dans le sud marocain tout à fait prêt à accueillir un tel renouveau, tant par la vigueur des traditions du pisé que l'on peut y observer que par la nécessaire amélioration de la qualité de l'habitat avec des solutions économiques compatibles aux moyens limités du secteur informel. On note toutefois un renouveau des publications sur le pisé, au Maroc, avec un document élaboré dans le cadre du programme Rexcoop - "Marrakech 83, Habitat en terre" - dont le développement est axé sur une approche didactique de la pathologie du pisé et des recommandations de construction. Ce document est malheureusement mal diffusé.



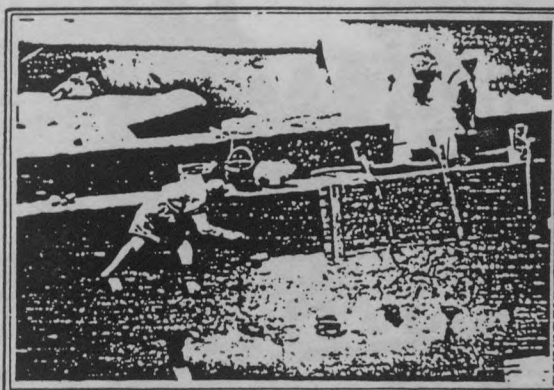


PROGRAMME INTERMINISTÉRIEL

rexcoop

MARRAKECH 84. HABITAT EN TERRE

SESSION DE FORMATION CONTINUE COOPERANTS.
MONTAGE ET GESTION DES PROJETS D'HABITAT ECONOMIQUE



C.R.A.TERRE
SEPTEMBRE 1984

ERAC-TENSIFT

Ministère des Relations extérieures - Ministère de l'Urbanisme et du Logement - Ministère de l'Industrie et de la Recherche

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

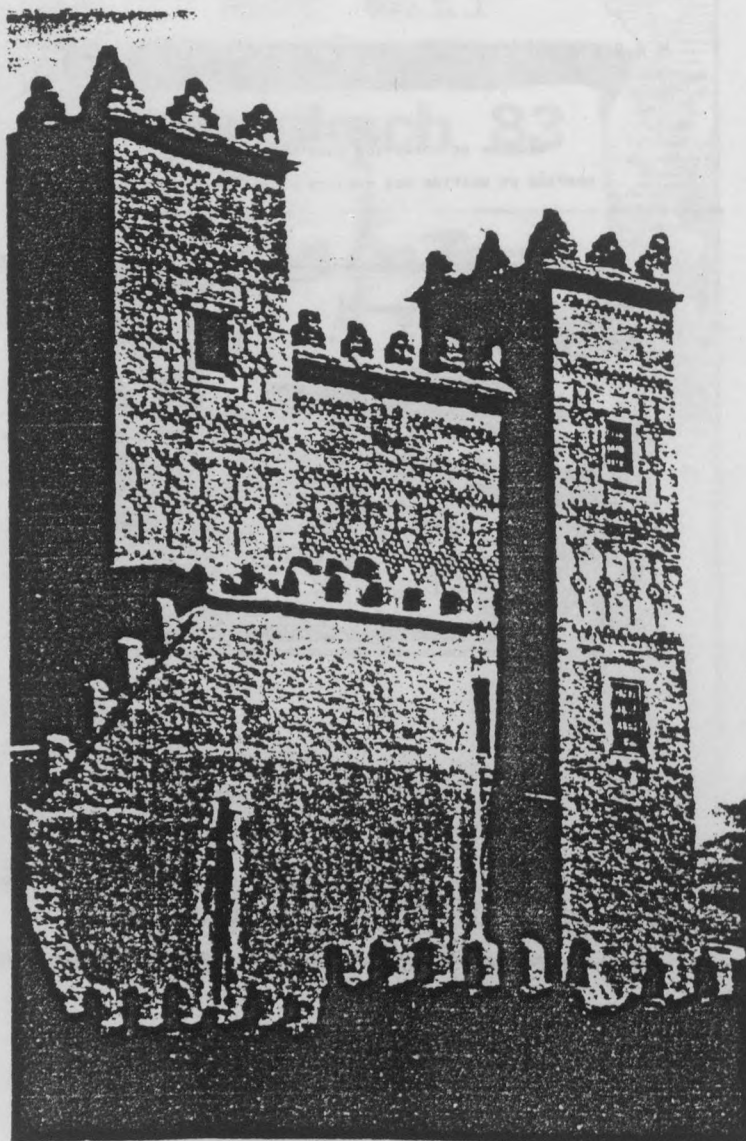
Ecole d'Architecture de Grenoble - 18 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

BIBLIOGRAPHIE

ORGANISMES ET PERSONNALITES



A.5. BIBLIOGRAPHIE :

- ADAM, A., *La maison et le village dans quelques tribus de l'Anti-Atlas*, Collection Hespéris, Institut des Hautes-Etudes Marocaines N° XIII, Paris, 1951.
Egalement dans : Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tome XXXVII, 3°-4° Trim., Paris, 1950, pp. 289-362.
- ASSERMOUH, A., *Marrakech et ses douars spontanés*. Bulletin Economique et Social du Maroc, n° 118-119, juillet/décembre 1970, Rabat, pp. 81-97.
- BEURRET, C., *Haut-Atlas, paysages, architecture, vie et coutumes, objets populaires traditionnels*. Musée de Grenoble, 1980, 50 p.
- BAUER, G., DETHIER, J., *La Terre et le roseau*. Architecture d'Aujourd'hui n° 160, février/mars 1972, Paris, pp. 104-111.
- CHEIKH, Y.H., *Construction en terre au Maroc*. Mémoire de 3e cycle, Unité Pédagogique d'Architecture de Lyon, 1977.
- C.S.T.B.-Paris, *Recherche d'une conception économique d'un habitat traditionnel dans un pays en voie de développement. Application au Maroc*. Paris, C.S.T.B., 1982, 85 p.
- DELEENHER, M., *L'habitat précaire à Marrakech et dans sa zone périphérique*. Revue de Géographie du Maroc, n° 17, Rabat, 1970, pp. 43-50.
- DETHIER, J., *Le Maroc, du spontané au planifié*. Métropolis n° 10, novembre/décembre 1974.
- FORNICHON, *Les solutions en matière d'habitat économique*. Circonscription de l'Aménagement, texte ronéoté, Rabat, 1957.
- GAUD, M., SICAULT, G., *L'habitat indigène au Maroc*. Bulletin de l'Institut d'Hygiène du Maroc, Tome IV, Rabat, 1937, pp. 2-102.
- HAMMOUDI, A., *L'évolution de l'habitat dans la vallée du Draâ*. Revue de Géographie du Maroc, n° 18, Rabat, 1970, pp. 33-45.
- HAROUCHI, A., *Habitat et Société dans la vallée du Draâ*. Thèse 3ème cycle U.P.A.T., Toulouse, 1979.
- HENSENS, J., BAUER, G., HAMBURGER, B., DETHIER, J., *Rénovation de l'habitat de la vallée du Draâ*, Rabat, 1967.
- HENSENS, J., *Habitat rural traditionnel des oasis présahariens. Le Qsar, problèmes de rénovation*. Bulletin Economique et Social du Maroc, n° 114, juillet/septembre 1969, Rabat, pp. 83-107.

(in MARRAKECH 83. REXCOOP. CRATERRE)

- HENSENS, J., Enquête nationale sur l'habitat rural traditionnel au Maroc. Bulletin Economique et Social du Maroc, n° 118-119, juillet/décembre 1970, Rabat, pp. 99-115.
- HENSENS, J., L'avenir des constructions en terre au Maroc. C.E.R.F., Rabat, 1970, 7 p.
- HENSENS, J., L'habitat économique au Maroc. C.E.R.F., Rabat, 1971.
- HENSENS, J., Note sur la nature des matériaux constitutifs de l'habitation. C.E.R.F., Rabat, 1972.
- ICHTER, J.P., SASS, Les Ksours de la vallée du Tafilalet. Revue A + U, Revue Africaine d'Architecture et d'Urbanisme n° 1167, Rabat, 1967.
- JACQUES-MEUNIE, D., Greniers collectifs. Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tome XXXVI, 1° et 2° Trim., Paris, 1949.
- JACQUES-MEUNIE, D., Greniers-citadelles du Maroc. Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tome LII, Paris, 1951.
- JACQUES-MEUNIE, D., Sites et forteresses de l'Atlas, monuments montagnards du Maroc, PARIS, 1951.
- JACQUES-MEUNIE, D., Architectures et habitats du Dadès, Librairie Klincksieck, Paris, 1962, 127 p.
- KASBA.64 Study Group, NIJST, A.L.M.T., PRIEMUS, H., SWETS, H.L., IJZEREN J.J., Living on the edge of the Sahara - a study of traditional forms of habitation and types of settlement in Morocco. Government Publishing Office, La Hague, 1973.
- LANDAU, R., The Kasbas of Southern Morocco. Faber and Faber, Londres, 1969.
- L.P.E.E. - Casablanca - La fabrication au Maroc des pisés stabilisés au ciment - guide pour la prospection, le choix des terres, la définition des conditions d'emploi. L.P.E.E., Casablanca, 1955.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, T.P. de Marrakech, Etude des pisés. C.E.R.F., Rabat, 1965.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, Rénovation de l'habitat de la vallée du Draâ. C.E.R.F., Rabat, 1967.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, Etude d'une voûte en béton de terre stabilisé. C.E.R.F., Rabat, 1968.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, Recherches Technologiques Terre et roseau. C.E.R.F., Rabat, 1968.

(in MARRAKECH 83. RECOOP. CRATERRE)

- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Rénovation de l'habitat traditionnel des vallées présahariennes**. C.E.R.F., Rabat, 1968.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Aménagement du Territoire, **Préparation du Plan de Développement 1968-1972 - Habitat - Rapport**, Rabat, 1968, 6 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Rénovation de l'habitat de la vallée du Draâ dans le cadre du programme national de développement rural 1968-1972**. C.E.R.F., Rabat, 1968.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Habitat rural traditionnel du Draâ, tendances d'évolution**. Enquêtes, C.E.R.F., Rabat, 1969, 6 p.
- **MINISTRE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Rénovation de l'Habitat traditionnel des vallées présahariennes, études opérationnelles - Méthodes**. C.E.R.F., Rabat, 1969, 4 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Rénovation de l'Habitat traditionnel du Draâ-Qsar de Tamezmonte**. C.E.R.F., Rabat, 1969, 17 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'habitat. **Recherches Technologiques sur la terre et le roseau pour l'habitat économique**, C.E.R.F., Rabat, 1969.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Essais de Laboratoire sur le B.T.S. employé au C.A.F.**, C.E.R.F., Rabat, 1969, 21 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Etude de B.T.S., Influence du dosage en ciment et du Taux de Compactage sur la résistance et la durabilité du B.T.S.**, C.E.R.F., Rabat, 1970, 31 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Etude de AFFIA, A., Le béton de terre stabilisée**. Rabat, 1971, 17 p.
- **MINISTERE DE L'INTERIEUR**, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, **L'Habitat Rural au Maroc, enquête nationale sur l'Habitat traditionnel, habitation, résultats partiels**. C.E.R.F., Rabat, 1972.
- **MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS**, Circonscription de l'Urbanisme et de l'Habitat, **Maisons en terre pour Ouarzazate**. Rapport D.U.H. n° R.59, Marrakech, 1967.
- **MINISTERE DE L'HABITAT ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**, OUAZZANI, R., **La construction en terre, note de synthèse**. M.H.A.T., Rabat, 1978.
- **MOINE, Ph., PRADEAU, D.**, **Eléments d'architecture adaptés au climat désertique en pays islamiques**. Mémoire de 3e cycle, Unité Pédagogique de Bordeaux, 1978.

(in "MARRAKECH 83" REXCOOP CRATERRE)

- MONTAGNE, R., Une tribu berbère du Sud Marocain : Massat. Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tome IV, 4^e Trim., Paris, 1924, pp. 357-403.
- MONTAGNE, R., Un magasin collectif de l'Anti-Atlas : l'Agadar des Ikounka. Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tome IX, 2^e et 3^e Trim., Paris, 1929, pp. 145-205.
- MONTAGNE, R., Villages et Kasbas berbères. Allan, Paris, 1930, 20 p.
- NATAF, M., Matériaux marocains pour bétons légers et pour bétons économiques. Mines et Géologie et Energie, n° 46, Rabat, 1979, pp. 203-207.
- OUDGHIRI, N., Signification d'opérations expérimentales sur le territoire de la Délégation Régionale de l'habitat et de l'Aménagement du Territoire de Marrakech. Séminaire organisé par le M.H.A.T., 6-7 juin 1980.
- PARIS, Dr. A., Documents d'architecture berbère, Sud de Marrakech. Larosse, Paris, 1925, 57 p. Egalement dans Coll. Hespéris n° 11, Institut des Hautes-Etudes Marocaines, Paris, 1925.
- TERRASSE, H., Kasbas berbères de l'Atlas et des Oasis. Paris, 1938.
- VÉRITÉ, J., Inventaire, protection et mise en valeur des Architectures traditionnelles du Sud Marocain - UNESCO, Paris, 1977, 18 p.

Bibliographie complémentaire

- ICHTER, J.P., SASS, H., Les "Ksour" du Tafilalt. Revue a + u, Revue Africaine d'Architecture et d'Urbanisme n° 5, Rabat, 1967, pp. 35-49.
- ICHTER, J.P., DURU, H., DECOVILLE, D., "Kasbas" des vallées présahariennes. Revue a + u, Revue africaine d'Architecture et d'Urbanisme n° 5, Rabat, 1967, pp. 50-51.
- ICHTER, J.P., Maison du Rif. Revue a + u, Revue Africaine d'Architecture et d'Urbanisme n° 5, Rabat, 1967, pp. 52-54.
- L.P.E.E. - Casablanca - Rapport sur le Programme d'Essais Préliminaires de Pisés Améliorés. Casablanca, 5 mai 1977, 25 p.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, Cantaloup, J., Construction en Béton de Terre Stabilisée, étude sur la construction en pisé, Marrakech, 1955, 11 p.
- MINISTERE DE L'INTERIEUR, Aménagement du Territoire, L.P.E.E. Casablanca, Mattei, O., Mariotti, M., Aménagement du Territoire, chantier de Berkane Zegzel, Construction de 400 logements - réalisation des agglomérés. 1^{er} rapport, Casablanca, 1968, 16 p. 2^eme rapport, Casablanca, 1968, 13 p.
- MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS, Service de l'Urbanisme et de l'Habitat, Arrondissement T.P. de Marrakech. Résorption des Bidonvilles, programme 1962, Construction de 700 logements, Marrakech, 20 novembre 1962, 37 p.

(in "MARRAKECH 83" REYCOOP. CRATERRE)

QUELQUES PUBLICATIONS EN AMERIQUE LATINE ET CENTRALE

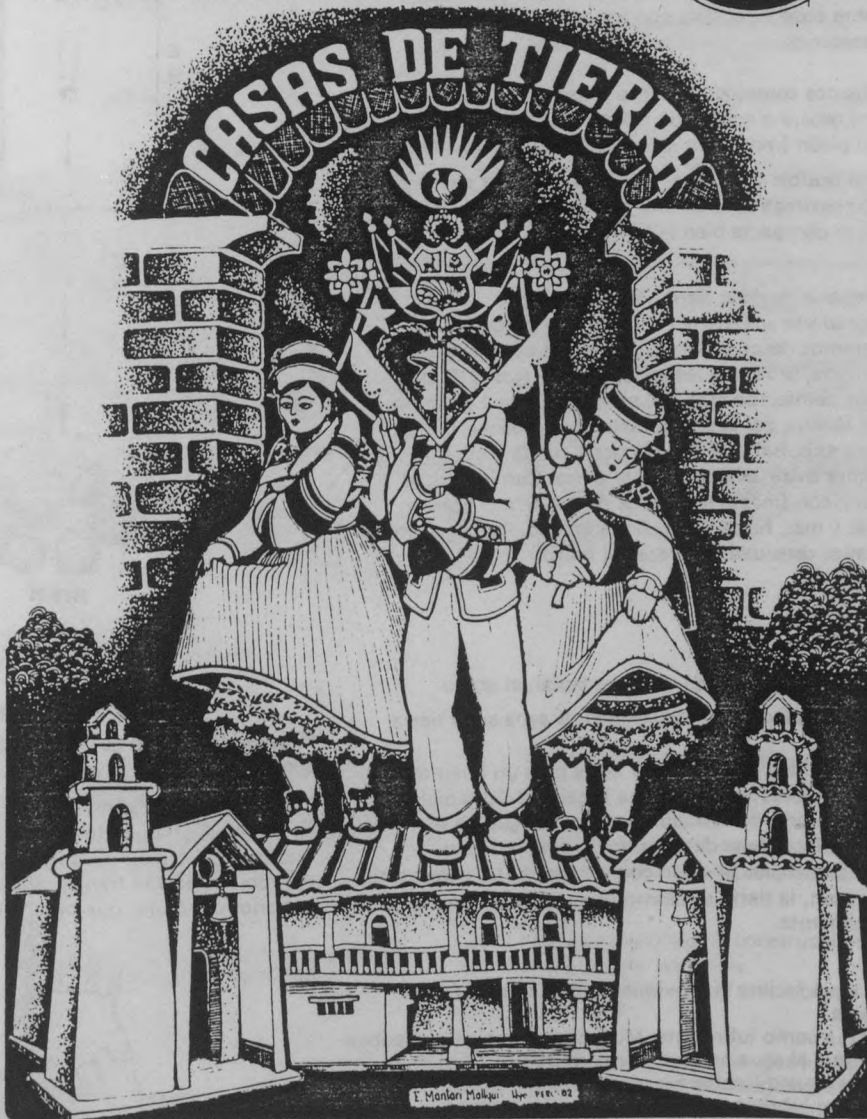
Le Pérou et la Bolivie ont produit des inventaires de leurs constructions en terre, publiés sous l'égide de UNCHS-Habitat. Ces publications sont très générales et donnent autant de place à la démarche d'étude géotechnique classique qu'à l'inventaire des bâtiments traditionnels. La part de la construction en pisé est maigre relativement à celle prise par l'adobe et les données sur l'outillage sont très mal restituées.

On remarque par contre deux publications péruviennes récentes qui sont dues à l'initiative du CRATerre-Pérou. D'une part un numéro spécial d'une revue locale de la région de Huancayo, éditée par un groupe dénommé "Talpu" qui développe des actions en faveur de la promotion d'une technologie rurale. Ce numéro 9 de la revue intitulée MINKA est entièrement consacré à la construction de maisons en terre dans les régions du plateau andin et plus particulièrement dans la vallée du "Rio Montaro". Après une évocation des constructions traditionnelles anciennes, et un rappel des exigences d'économie, ce numéro spécial rappelle les coutumes locales de la construction rurale communautaire dans le cadre de "faenas familiales" et de "faenas comunales" qui permettent la construction rapide de constructions d'habitat ou de bâtiments publics dans une ambiance de fête populaire. Viennent ensuite des recommandations pratiques sur le choix d'une bonne terre pour bâtir, avec les divers tests qu'il convient de réaliser, d'autres recommandations pour améliorer la qualité d'une terre médiocre en la stabilisant, pour implanter correctement les constructions sur des terrains accidentés. L'adobe, le bloc comprimé et le pisé sont décrits avec les outils de production traditionnels et la présentation d'une presse spécialement conçue par le CRATerre Pérou. La dernière partie de cette revue donne une large part aux descriptions des différents systèmes constructifs : fondations, soubassement, murs, angles de murs renforcés de chaînages ou de contreforts, maçonnerie armée et protection de surface. L'autre ouvrage péruvien qui évoque la construction en pisé (CRATerre) s'intitule "Seguir construyendo con tierra" et fait état d'une analyse socio-économique et d'une étude du patrimoine bâti en adobe et en pisé de la région du Rio Montaro. Il s'agit d'une étude très documentée d'un autre niveau de réflexion que ceux qui ont pu être jusqu'alors développés, car le débat technique est enfin élargi à la prise en compte de données qui influent très directement sur la production de l'habitat, données sociales et culturelles, économiques que la plupart des publications avaient auparavant tendance à négliger. Ces publications péruviennes sont parmi les rares exemples d'évocation de la technique du "Tapial" local et échappent à la pléthore des études qui concernaient pour majorité la technique de l'adobe.

Au Mexique, de nombreuses publications évoquent la construction en terre. Parmi les organismes qui ont largement contribué, ces dernières années, à la diffusion des connaissances sur les techniques de constructions économiques, sous des formes traditionnelles ou améliorées, la CONESCAL, organisme officiellement chargé de la construction d'équipements scolaires et de la diffusion des techniques pour l'amélioration de l'habitat rural, a assuré une grande production de revues et de publications spécialisées. On connaît notamment un numéro spécial (59/60) de décembre 1982, entièrement consacré à la construction en terre, qui fut réalisé avec la collaboration du CRATerre à la suite d'un séminaire de formation destiné à des architectes et des ingénieurs dans le cadre d'un vaste programme d'équipements scolaires à l'échelle du territoire mexicain. Ce document, très dense et présenté sous une forme très didactique, abondamment illustré, fournit en 90 pages, les éléments concentrés d'une formation sur les pratiques de construction en terre. La technique du pisé y est présentée avec celle de l'adobe, illustrées de nombreuses recommandations sur les systèmes constructifs - construction anti sismique notamment.

D'une manière générale, on peut dire que dans les pays d'Amérique centrale et latine, la technique du pisé - pourtant pratiquée dans la plupart des pays de cette région du monde - est le plus souvent négligée au profit de l'adobe et du bloc compressé. Cette attitude est plus largement observable à l'échelle du monde entier et confirme certaines orientations privilégiées données aux techniques de construction en terre plus actuelles, au bloc de terre comprimée plus particulièrement. Il semblerait, pour les régions évoquées dans ce chapitre, qu'un nouvel élan en faveur du pisé soit initié au Brésil, autour de recherches et de travaux développés par l'Université et l'École d'Architecture de São Paulo. Mais cette attention donnée au pisé est encore trop naissante pour que l'on puisse augurer un nouveau développement d'un savoir-faire actualisé. Beaucoup de travail reste à faire dans ces pays pour promouvoir une nouvelle actualité du "Tapial", de la "Tapia" ou de la "Taipa", porteuse d'améliorations sensibles vis-à-vis des pratiques traditionnelles. Le travail préalable d'une amélioration progressive de ces traditions semble plus important à développer qu'une mutation technologique plus patente, qui permettrait notamment d'insuffler dans les mentalités l'idée d'une construction en terre durable et non pas provisoire.

MINKA
a favor de una auténtica ciencia campesina



- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

EL TAPIAL

El tapial es la técnica más rápida y quizás la más económica. Si un muro de tapial no es tan resistente como un muro de adobe, no es culpa de la técnica en sí.

Una casa de tapia puede ser muy resistente y hay ejemplos magníficos de construcciones con tapia en diferentes partes del mundo y en el Perú.

La técnica del tapial parece a primera vista bien simple, porque se levanta directamente las paredes de la casa. En realidad se trata de una técnica bien delicada y el maestro debe conocerla muy bien y sobre todo ejecutarla con los cuidados y el tiempo necesarios.

Algunos consejos: Se necesita buenas herramientas: una gavera o encofrado sólido que resista los golpes del pisón (mazo) sin moverse. El pisón debe pesar lo más posible y no tener una cabeza mayor de 15 por 15 centímetros. Con una cabeza demasiado grande no se compacta bien la tierra.

Preparación de la tierra: Se saca la tierra vegetal y se amontona a un costado, porque la recuperamos después para la siembra. Luego se excava la tierra, se rompe los terrones y quitamos las piedras demasiado grandes, más grandes que un puño. La técnica del tapial consiste en compactar la tierra para expulsar el aire de la tierra suelta y eliminar los vacíos entre los granos de la tierra. Con los golpes del pisón (mazo) los granos de la tierra se acercan más y más, hasta que quedan unidos. Así logramos la mayor densidad y dureza del muro.

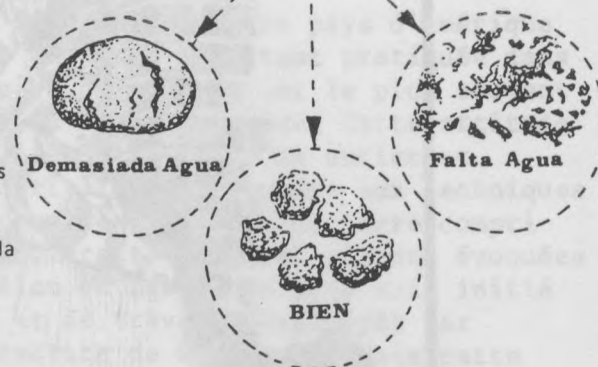
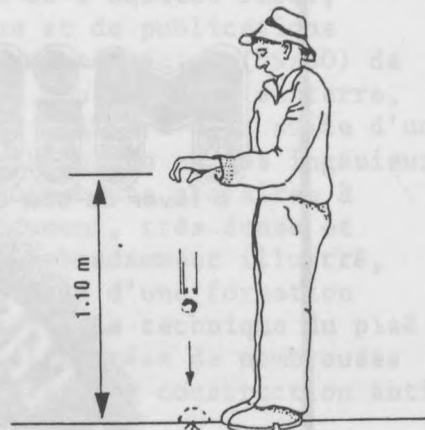
El primer secreto de un buen tapial: el grado de humedad, o sea la cantidad de agua en la tierra.

La cantidad de agua en la tierra para un buen tapial es muy exacta y determina la calidad del tapial. Si se ha usado demasiado o muy poca agua no se nota inmediatamente después de desencotrar. Las consecuencias se verán con el tiempo: las paredes no resisten, la tierra se desmorona y el muro erosiona fácilmente.

El agua facilita el movimiento de los granos de la tierra. Actúa como lubricante. Mucha agua impide compactar porque el agua no se puede comprimir. En cambio, poca agua dificultará la compactación porque falta el lubricante.

El maestro tapiero sabe por práctica si le falta agua a la tierra o si le sobra. Hay un truco muy fácil para reconocer la cantidad exacta de agua:

- o Toma un puñado de tierra y forma una bola
 - o Déjala caer en el suelo desde la cintura
 - o Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua.
- Si se aplasta sin romperse, hay demasiada agua
Si se pulveriza en muchos pedacitos, falta agua.



El segundo secreto de un buen tapial: no compactar demasiada tierra a la vez.

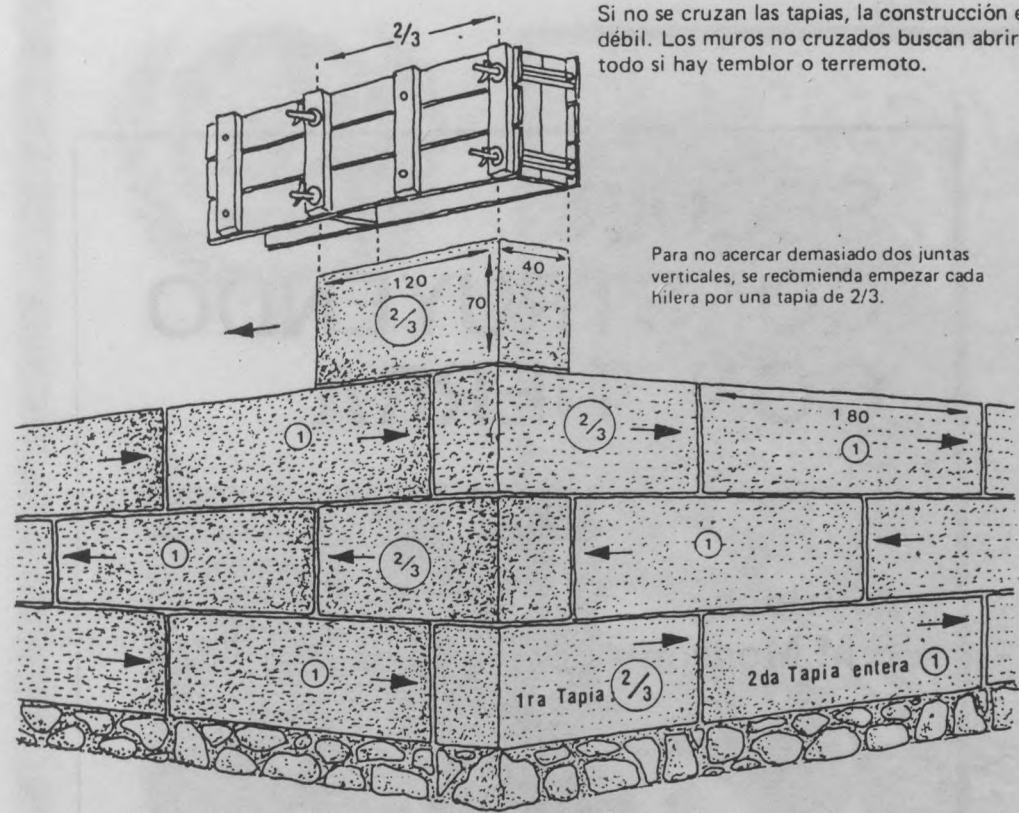
No hay que golpear más de 10 cm. de alto de tierra (antes de haberla pisado con los pies). Si no respetas esta regla, el tapial resultará débil. Después de un tiempo aparecerán franjas largas desmoronadas en los costados del muro, que prueba la mala compactación.



El tercer secreto de un buen tapial. cruzar siempre las tapias

Las tapias siempre deben cruzarse en las esquinas, o en la unión entre dos muros. Por eso hay que cambiar en cada hilera la dirección de trabajo.

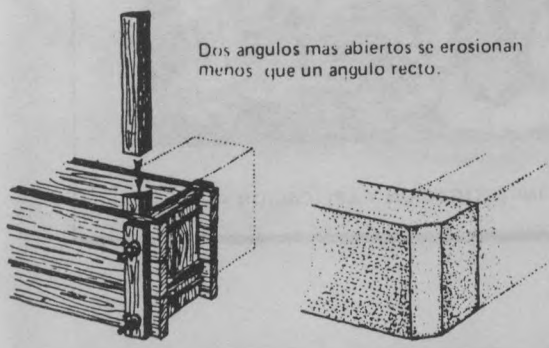
Si no se cruzan las tapias, la construcción es muy débil. Los muros no cruzados buscan abrirse sobre todo si hay temblor o terremoto.



Para no acercar demasiado dos juntas verticales, se recomienda empezar cada hilera por una tapia de 2/3.

Problema de erosión de las esquinas

En una casa de tapial las esquinas se gastan facilmente. Una solución consiste en cortarlas colocando un cuartón de madera (cortado a lo largo) dentro del encofrado en la parte que corresponde a la esquina, la tierra se compacta, y al momento de desencofrar se recupera el cuartón.



Algunos consejos prácticos.

- o Todas las tapias deben estar al nivel. Si el terreno tiene pendiente, se hacen gradas, como escaleras.
- o Hay que planificar la construcción pensando en el tamaño de las tapias. Hay que evitar cortar una tapia ya hecha.
- o No hay que sobreponer dos juntas verticales. Para lograrlo en algunos casos, hay que llenar solamente una parte de la gabera.
- o Las hileras del tapial deben cubrirse con paja, tejas o maguey (ala) hasta terminar el techo, para que no se deteriore con la lluvia.

SEGUIR CONSTRUYENDO CON TIERRA

A.Vildoso
F.M.Monzón

CRATERRE
A.Hays
S.Matuk
F.Vitoux



CENTRO DE INVESTIGACION Y APLICACION - TIERRA

CHAPITRE II - LE RENOUVEAU DE LA CONSTRUCTION EN PISE



UNCHS-82-0097

INVENTARIO Y BIBLIOGRAFIA
DE TECNOLOGIAS
DE CONSTRUCCION
CON TIERRA
E INFORMACION DE UN
PROYECTO TIPO-
BOLIVIA.



LA PAZ - MARZO - 1983

A CONSTRUÇÃO

SAO PAULO revista semanal ano XXXVII n.º 1903 30/7/84 Cr\$ 4.700,00

ISSN 0010-6631

n.º 1903 30/7/84 A CONSTRUÇÃO São Paulo ano XXXVII



**Construções em terra,
a retomada de
uma técnica milenar**



- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - S R A -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

CHAPITRE II - LE RENOUVEAU DE LA CONSTRUCTION EN PISÉ À L'ÉTRANGER

II.1. DIFFUSION CULTURELLE DU SAVOIR-FAIRE

Nous ne ferons ici que rappeler l'importance de l'événement très porteur que fut l'exposition du C.C.I. : "Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire", conçue par Jean Dethier et présentée à Paris en 1981-1982. A l'étranger, l'itinérance de cette exposition dans plusieurs capitales de pays occidentaux et du Tiers Monde, ainsi que le voyage planétaire de la mini-expo de 80 planches commentées, a très largement contribué à une relance du débat et des actions de tout genre en faveur de la construction en terre. Le catalogue accompagnant cette exposition, annexé en quelques pays (R.F.A., Brésil) d'un chapitre spécial sur les traditions et l'actualité de la construction en terre des pays visités, fut et demeure un best-seller. Il est encore difficile d'évaluer aujourd'hui, au-delà des plus de 2 millions de visiteurs acquis à cette manifestation, l'impact produit auprès des décideurs, des constructeurs et du public. On sait d'ores et déjà que de nombreux groupes et associations de recherches, que de nombreux projets expérimentaux ont été initiés par le débat international qu'a porté cette exposition. Ce succès est à mettre au crédit de son auteur⁽¹⁾ qui concevait une action volontairement décentralisée et qui abordait le véritable débat : la terre pour une économie d'énergie et la terre pour l'habitat économique du Tiers Monde.

Parallèlement, on a pu constater, la relative timidité de la diffusion culturelle du savoir-faire par le canal de la publication. Les ouvrages sont peu nombreux et pas toujours de la qualité requise propre à faire avancer la multiplication du savoir-faire. Il demeure une pénurie dramatique d'ouvrages spécialisés de haut niveau, autant sur les plans technique que culturel. Cette pénurie est ajoutée d'un manque désolant de productions cinématographiques et audiovisuelles qui sont pourtant désignés par excellence pour faciliter la diffusion des connaissances et la formation professionnelle. De telles productions destinées aussi à un plus large public contribueraient, dans la mesure où elles échapperaient aux poncifs et à la médiocrité courante, à abattre les trop nombreux obstacles culturels et psychologiques. On note à cet égard, la réalisation récente d'une production de télévision allemande (chaîne Zdf) d'une durée de près de 2 heures, qui fait état de

(1) J. Dethier, architecte - conseil au C.C.I.

COLLECTE DE DONNEES sur le PISE

l'actualité de la construction en terre dans les pays occidentaux et dans le Tiers Monde. Cette réalisation est louable et fut diffusée à une bonne heure d'écoute, mais pêche par certaines longueurs d'interviews et des images trop souvent dévalorisantes ou connotant un courant actuel d'écologie bon enfant qui ne fait pas la preuve nécessaire d'un professionnalisme. Curieusement, cette production allemande finit, peut être malgré elle et grâce au poids de l'actualité française, à faire la démonstration d'un nouveau savoir-faire et d'un professionnalisme plutôt flatteur qui voient le jour en France. L'opération de l'Isle d'Abeau apparaît encore comme étant le projet le plus important de notre époque, dans l'ensemble des pays industrialisés. Ce film allemand semble avoir eu un impact sur le public intéressé si l'on en juge par l'explosion soudaine de la demande d'étudiants-architectes allemands pour suivre le "post-diplôme" terre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble. Par ailleurs, les délégations allemandes à Grenoble et à l'Isle d'Abeau se font plus fréquentes.

Un autre mode de diffusion culturelle du savoir-faire est assuré par les colloques et séminaires internationaux. A cet égard, on peut observer une multiplication très sensible, au cours de ces 5 dernières années de ce type de manifestations qui réunissent les spécialistes de plusieurs nations. Hier l'Australie et les U.S.A., plus récemment la Belgique et prochainement la Chine. La France projette également un colloque terre pour 1987 et les initiateurs de ce projet voudraient introduire un volet culturel plus démonstratif. Ceci afin d'échapper d'une part à l'approche trop technologique qui confine les débats à des propos de spécialistes et trop souvent de laboratoires, non performants sur les véritables terrains d'application, ou pour le moindre, peu démonstratifs et pour élargir la diffusion à un plus large public qui doit être encore convaincu des potentialités actuelles de la construction en terre. La promotion de ce matériau semble en effet devoir nécessairement passer par le débat social et culturel. L'exposition du C.C.I. a largement démontré que cette orientation était indispensable et particulièrement gratifiante. Faut-il ajouter que la coutume des colloques, liée à la distribution officielle de "primes" de communications techniques et scientifiques implicitement accordées à leurs auteurs est aujourd'hui bien désuète face au véritable défi international de la construction en terre : construire pour le plus grand nombre, multiplier les compétences, diffuser largement les savoir-faire. Convaincre les institutions et le public. Il s'agit bien de sortir des chapelles en proclamant une ère nouvelle de l'indispensable médiatisation culturelle.

II.2. EXPÉRIMENTATIONS ET PROJETS

LE RENOUVEAU DES EXPERIMENTATIONS AU MAROC

(d'après J. Dethier, étude de cas sur le Maroc pour colloque UNCHS-Habitat de Bruxelles, déc. 84) et programme Rexcoop en cours.

Au-delà de l'établissement du Protectorat français, en 1912, les européens, civils ou militaires sont encore souvent appelés à employer les ressources de la construction en terre pour édifier les bâtiments de leurs constructions individuelles ou collectives. D'autre part, la stratégie politique de Lyautey, qui assume les responsabilités du protectorat français, accorde une large place à la prise en compte des traditions culturelles et architecturales du Maroc. Il s'oppose à l'importation d'une architecture de type européen et choisit lui-même des architectes et des urbanistes compétents et sensibles à l'idée de créer un style "néo-marocain" prenant en compte les spécificités socio-culturelles du pays. Des architectes comme Prost et Laprade ont ainsi mené jusque dans les années 20 et 30 des travaux dans ce sens dans les grandes villes du pays mais n'eurent pas l'occasion de connaître les principales régions rurales et leurs témoignages d'architectures en pisé. Ces régions étaient encore inaccessibles aux civils. Mais les architectes officiels du protectorat eurent à employer la terre pour restaurer et préserver le patrimoine historique des villes marocaines. A partir des années 30-40, divers historiens de l'art et ethnologues ont commencé à étudier certains aspects des traditions architecturales populaires du Maroc. Un premier ouvrage fut publié en 1938 par Henri Terrasse : "Kasbahs berbères de l'Atlas et des Oasis". D'autres travaux allaient par la suite épanouir cet intérêt en faveur des architectures de terre, notamment les études de Jacques Lucius, Henri Basset, Laoust, André Paris et surtout ceux de Monsieur et Madame Jacques-Meunié. C'est notamment à Madame Jacques-Meunié que l'on doit la seule monographie régionale marocaine sur les constructions en terre du sud marocain : "Architectures et habitats du Dadès", édité en 1962. Ces travaux universitaires imitèrent un courant d'intérêt pour l'adobe et le pisé marocains mais n'eurent pas d'influence immédiate sur les pratiques opérationnelles.

Par contre, les autorités militaires ont été très vite concernées par la construction en terre. Durant les premières décades de la période coloniale (1912-1955) l'armée va fonder des garnisons dans les régions des oasis des vallées pré-sahariennes où tous les bâtiments civils et militaires seront construits en terre crue. C'est le cas aussi bien dans la vallée du Draa (à Ouarzazate, Agdz et Zagora), dans la vallée du Ziz (à Ksar-es-Souk rebaptisé Er Rechidia), dans la vallée du Dadès (à Boumalen) et du Torda (à Tineghir). Dans ces centres, de vastes camps militaires sont édifiés en pisé et s'inspirent de l'architecture régionale des ksour. Un demi-siècle après leur édification, ces bâtiments sont toujours en fonction et conservent une apparence de bon état. Ces constructions stratégiques sont très vite complétées de constructions civiles qui utilisent aussi le pisé pour les bâtiments administratifs, régionaux et locaux, scolaires, médicaux ou pour des villas de hauts fonctionnaires, des centres commerciaux, des entrepôts divers et des petits hôtels. Il n'existe aujourd'hui aucun inventaire de cet ensemble de constructions coloniales françaises dans le sud du Maroc, très diversifié. Il s'agit pourtant là d'une des premières grandes opérations de construction de bâtiments et d'équipements publics modernes, sur le territoire africain, à l'échelle d'une vaste région, utilisant comme seule ressource la terre et un savoir-faire local.

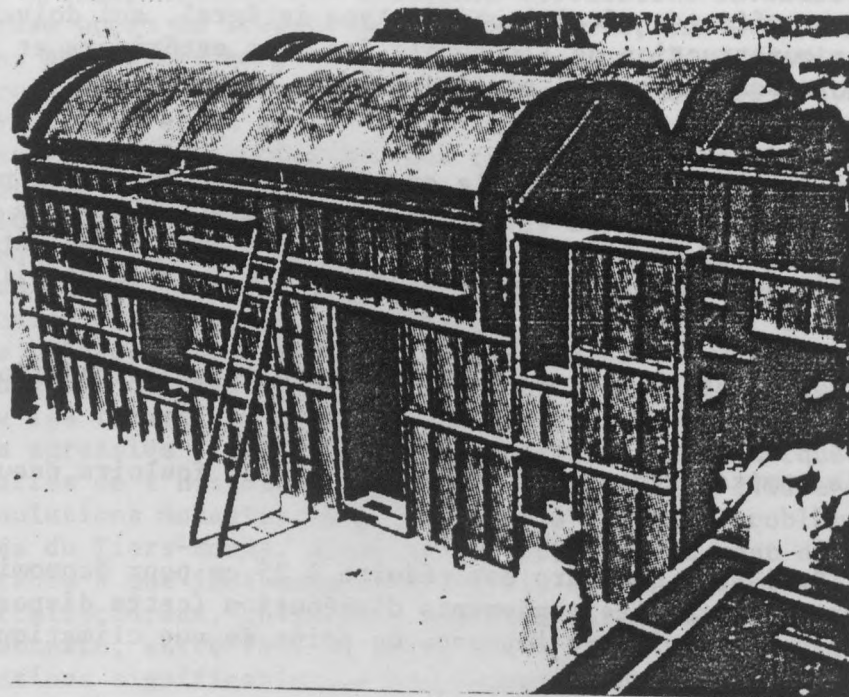
Après l'indépendance, les doctrines culturelles favorables à une symbiose entre la tradition et la modernité, ont été progressivement abandonnée au profit de la diffusion d'une architecture "fonctionnelle" conforme aux objectifs de la charte d'Athènes, en urbanisme, et au style "international", en architecture, qui caractérisent les années 50. Les travaux de Michel Ecochard, architecte et urbaniste en chef du Maroc, iront dans ce sens et appliqueront ces idées dans les villes et les campagnes jusqu'au milieu des années 60. A cette époque, une nouvelle génération d'architectes européens (il n'y a encore presque pas d'architectes marocains en exercice) vont progressivement relayer l'action de leurs prédécesseurs. Ils s'intéressent à nouveau aux spécificités culturelles du pays et cherchent à rétablir de nouvelles symbioses entre les traditions architecturales vivantes et une modernité moins agressive. Cette nouvelle génération moins marquée par les séquelles de l'histoire coloniale est sensible à l'idée de trouver des solutions modestes mais réalistes à certains problèmes spécifiques du Tiers-Monde. Ainsi se développe un courant d'idée favorable à une indépendance vis-à-vis des modèles techniques et architecturaux, culturels, importés par l'Europe. C'est dans ce contexte, entre 1962 et 1972, que vont se développer, quelques opérations significatives d'une tentative de renouveau de la construction en terre.

Nous n'évoquerons pas ici l'opération de la cité Daoudiat, à Marrakech, développée à partir de 1961 et jusqu'en 1965, qui comptabilisa à son terme, la construction de 2700 logements, en briques de terre comprimées stabilisées. Ce fut sans doute l'une des plus importantes opérations mais elle sort ici du cadre de nos préoccupations techniques relatives au pisé. Par la suite, sur les résultats patents de cette première grande opération, c'est à Ouarzazate (ville du sud marocain à la confluence du Draa et du Dadès) que Alain Masson va entreprendre en 1968 sa deuxième expérience : la construction de 200 logements économiques en terre. Avec la collaboration de l'architecte belge Jean Hensens (chargé de recherche au Ministère de l'Intérieur - CERF) ils entreprennent d'améliorer les performances techniques et économiques établies à la cité Daoudiat et visent une amélioration de la qualité architecturale tout en rationalisant une autre technique : le pisé.

L'expérience de Ouarzazate vise une modernisation du pisé avec l'idée de régénérer son usage et de le convertir aux procédures des chantiers réalisés par l'Etat marocain et les entreprises privées de construction de leur époque. Pour ce faire, ils adoptent les procédures techniques suivantes :

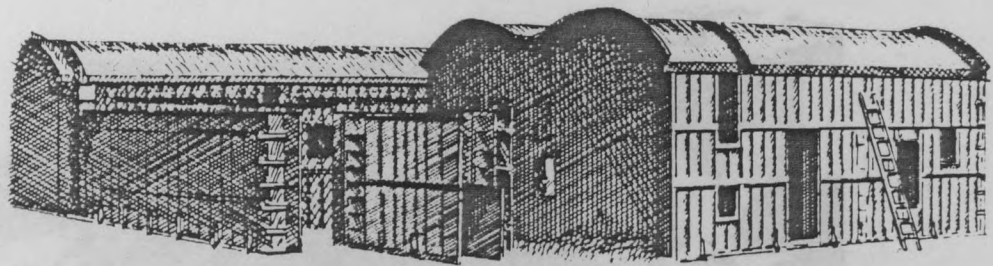
- le module unique de coffrage en bois traditionnel est remplacé par des coffrages métalliques de type intégral, qui doivent permettre la construction de l'ensemble des murs extérieurs et intérieurs (cloisons comprises) ainsi que de la toiture.
- la toiture traditionnelle en terrasse est remplacée par une voûte surbaissée elle aussi réalisée en pisé stabilisé. Le but est l'économie du bois et d'homogénéiser l'emploi des matériaux en les réduisant à un matériau dominant : le pisé stabilisé.
- le pisé stabilisé au ciment remplace le pisé traditionnel.
- le comptage est effectué à l'aide de fouloirs pneumatiques.
- l'épaisseur des murs est réduite à 25 cm pour économiser le matériau et améliorer les rendements d'exécution (cette disposition de type ingénierie s'avère impropre du point de vue climatique).
- la procédure de coffrage doit permettre la réalisation d'une maison en une seule journée.

Cette nouvelle expérience développe les principes sus-énoncés avec succès sur une première dizaine de logements mais il fut impossible de dépasser ce stade des prototypes du fait d'un obstacle politique qui s'opposa à la continuation du programme, avançant une argumentation de non conformité du modèle construit aux traditions architecturales du pays. Cette expérience qui introduisait de nouvelles performances techniques et économiques remarquables et démonstratives d'une réelle modernité du pisé fut avortée. Le programme qui assura par la suite la construction des 190 logements restants remplaça la voûte en terre damée par une dalle en béton qui imposa un surcoût de 1/3 supplémentaire. Cette décision de cessation du programme originellement conçu par Alain Masson et Jean Hensens apparaît aujourd'hui regrettable pour certains décideurs qui entendent toujours l'actualité de la construction en terre au Maroc et qui reconnaissent un caractère d'avant-garde aux conceptions techniques du projet de Ouarzazate.

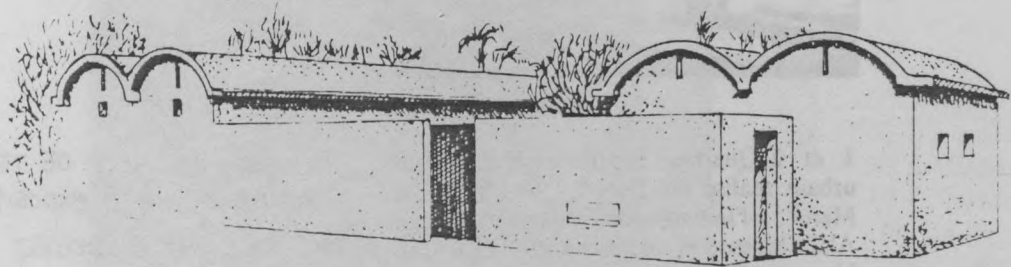


(in Case Studies on earth Construc-
tion in Morocco - UNCHS 1985)
J. DETHIER

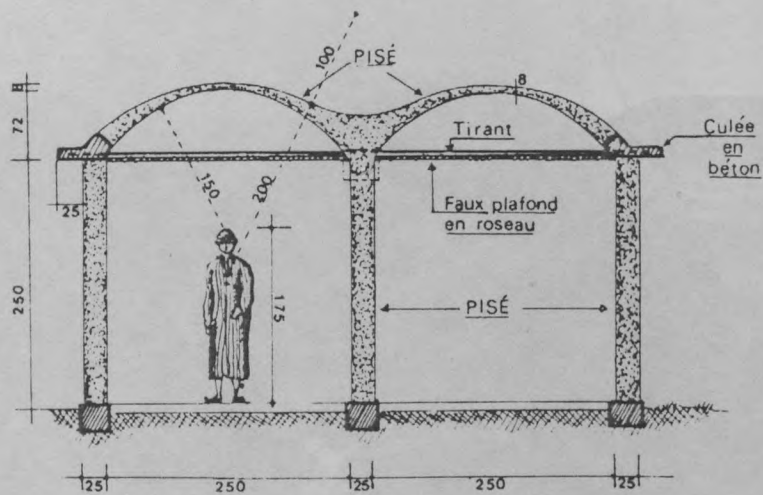
Projet de OUARZAZATE



Coffrage

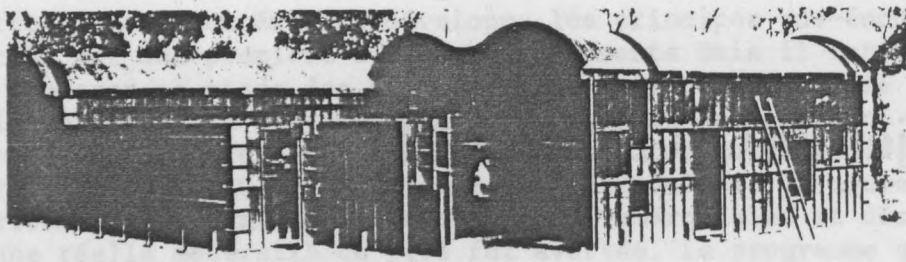


Vue générale des batiments

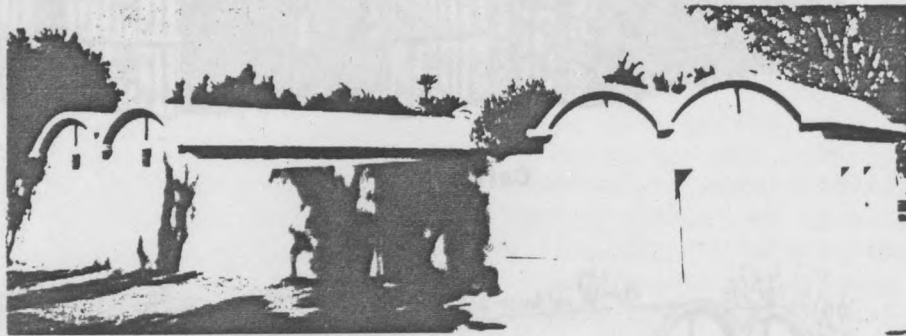


Coupe

in "CONSTRUIRE EN TERRE." CRATERRE 1979



1



2

1 et 2 Quartier expérimental d'habitat urbain réalisé en 1968 à Ouarzazate, au Maroc, à l'initiative de l'ingénieur français Alain Masson et de l'architecte belge Jean Hensens. Photos de Alain Masson.

in "ARCHITECTURE DE TERRE"
Catalogue de l'exposition
du CCI BEDUBOURG 1980



photo cratère -

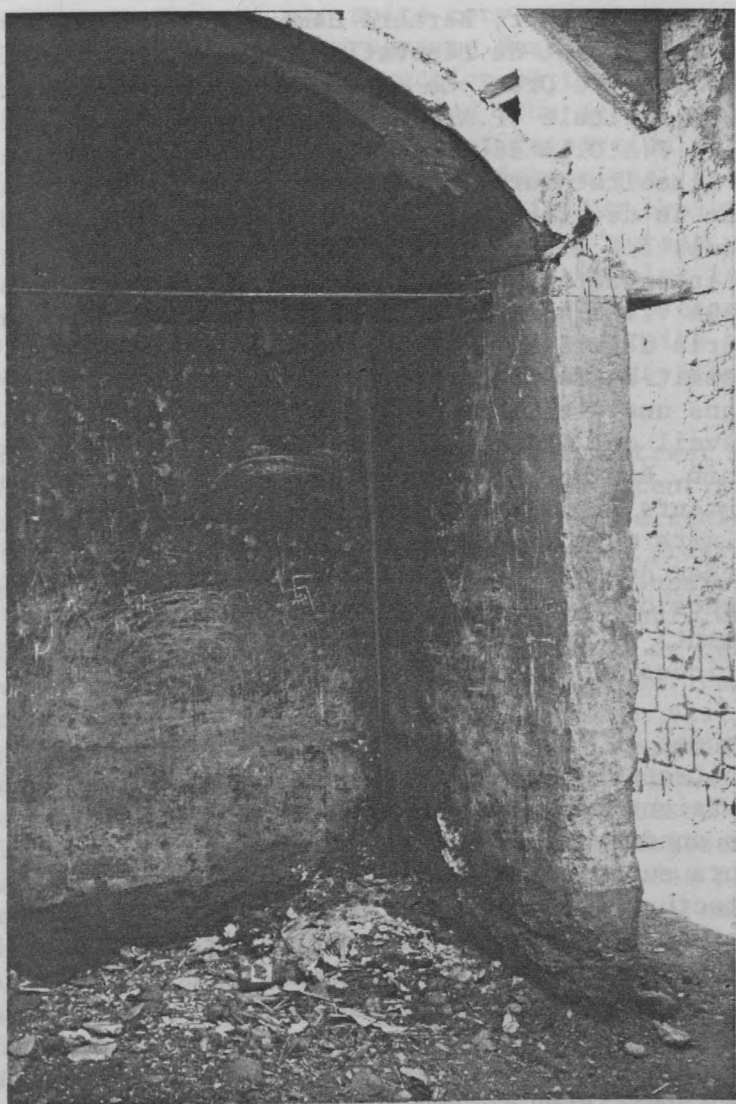


photo CRATERRE.

AUTRES OPERATIONS

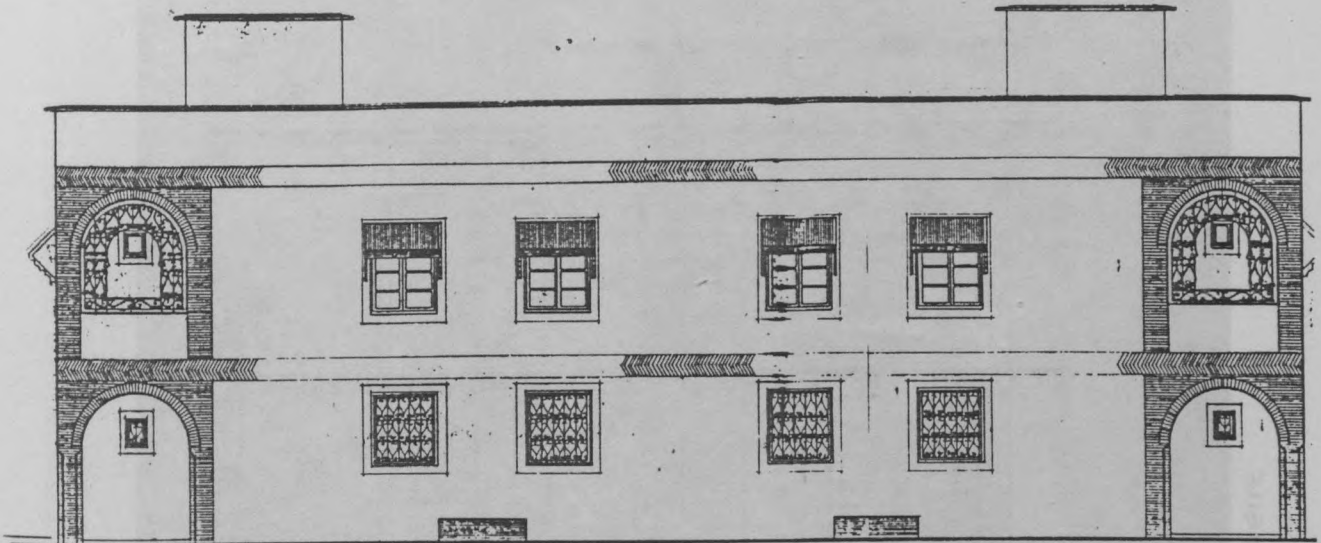
Le patrimoine architectural de la vallée pré-saharienne du Draa (Ksour et kasbahs en pisé), confisqué par l'état après l'indépendance et la soumission du Glaoui, progressivement abandonné, menaçait de ruine. En 1966, Jean Hensens proposa la restauration de l'une des plus spectaculaires de ces kasbahs du Draa, celle de Taourirt, à Ouarzazate. Sur cette initiative, en 1968, quatre architectes de la Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat, Gérard Bauer, Jean Dethier, Bernard Hamburger et Jean Hensens, élaborent le premier projet de rénovation et de réhabilitation des ksour de la vallée du Draa. Ce programme intégré à un plus vaste ensemble d'actions intitulé "P.A.M." visait, avec l'aide des Nations Unies et de la F.A.O. à développer un programme quinquennal (1968-1972) d'habitat rural dans une dizaine de "régions pilotes" sur le plan du développement agricole. Le périmètre de l'oasis du Draa (destiné à être irrigué par un nouveau barrage) était l'objet d'une intervention spécifique visant non pas à construire de nouveaux villages mais à réhabiliter et adapter aux besoins nouveaux une série de villages traditionnels entre Agdz et Zagora. Il s'agissait de restaurer ou d'améliorer 2500 logements anciens regroupés dans une vingtaine de ksour. Près d'un demi-million de journées de travail ont été ainsi investies par les communautés rurales pour assainir, équiper, restaurer ou agrandir les logements et les équipements publics de ces villages. Cette opération demeure exemplaire mais a pu être contredite par des décisions politiques perverses qui ont accepté le "parachutage" bureaucratique de bâtiments onéreux réalisés en béton préfabriqué (bâtiments scolaires notamment) et totalement inadaptés aux spécificités culturelles, climatiques et économiques des lieux.

Les années 70 voyaient l'émergence d'une première génération d'architectes et d'ingénieurs marocains opérationnels qui véhiculaient le courant d'architecture de style international de ces années, les écartant des préoccupations de leurs prédécesseurs européens sensibles à l'émergence d'une nouvelle architecture de terre marocaine. Après cette décennie d'adaptation et de construction massive en matériaux actuels, qui contribua à accroître une dépendance économique du Maroc vis-à-vis de l'importation des techniques de construction et qui bouleversa profondément l'aspect des villes marocaines, tout en assurant un logement massif des populations urbaines, un nouveau souffle en faveur d'une réactualisation des traditions voit le jour au début des années 80. Cette nouvelle orientation vers la construction en terre a été très largement portée par l'exposition du C.C.I. dans laquelle le Maroc occupe une place privilégiée. Les décideurs et architectes marocains ont été sensibles aux arguments développés par l'exposition du C.C.I. qui a semble-t-il motivé un nouvel investissement sur la terre, au Maroc. Divers projets dus à des initiatives privées ou publiques ont ainsi pu voir le jour. Des restaurations de bâtiments en pisé anciens dans la palmeraie de Marrakech, la construction de plusieurs villas luxueuses et un programme de 60 logements sociaux lancés par l'ERAC-Tensift de Marrakech, en collaboration avec le programme Rexcoop qui fait intervenir l'assistance technique et architecturale du CRATerre.

Ce programme Rexcoop a notamment initié la création d'un groupe d'architectes et d'ingénieurs marocains qui entendent se spécialiser dans le développement d'actions en faveur d'un renouveau de la construction en terre : le GAITerre. Un document conjointement élaboré par le CRATerre et le GAITerre a été spécialement conçu dans le cadre de cette opération : "Marrakech 83, Habitat en terre", qui est destiné à fournir les éléments d'une conception technique et architecturale adaptée au contexte marocain et plus localement au contexte de Marrakech qui est visé. Cette étude présente l'originalité de développer une problématique très didactique, basée sur l'étude de la pathologie classique des constructions en terre traditionnelles, qui est par suite convertie en recommandations pratiques de conception. Le programme Rexcoop entend développer une approche moderniste de la construction en terre en stimulant l'emploi d'un outillage de production plus actuel et en faisant appel à l'emploi de systèmes constructifs particulièrement accessibles d'un point de vue technique et économique, cela en vue d'assurer un effet multiplicateur à partir des projets expérimentaux. Les contextes ciblés par ce projet sont tout autant urbain, péri-urbain et rural, ce qui permet d'entrevoir un plus large registre d'applications de solutions innovantes ou interprétant une nouvelle symbiose des traditions et de la modernité. A cet égard un cahier des charges d'opération a largement développé ce critère d'accessibilité technique et économique.

Les développements actuels de ce programme montrent que les architectes et les ingénieurs maîtrisent mal les potentialités du matériau terre et qu'une formation amont, autre que seulement théorique, est indispensable ; dans le strict cadre de ce programme, l'assistance technique a permis de faire passer ces connaissances mais le délai d'exécution de l'opération en a été ralenti. Qu'importe car il est aujourd'hui essentiel, dans le contexte de ces nouvelles tentatives d'assurer une démonstration éloquente. Parmi les 60 logements prévus, 20 d'entre eux seront réalisés en pisé, en zone rurale et devraient être édifiés sous peu. Il apparaît que les entreprises ont du mal à envisager une modernisation assez radicale des modes de mise en oeuvre du pisé. Il est vrai qu'un programme de 20 logements ne peut suffire à amortir un investissement en matériel nouveau. Par ailleurs, les entreprises intéressées par ce programme ont une organisation plutôt traditionnelle qui emploie les compétences des maâlems locaux, lesquels sont assez réfractaires à une modernisation de l'outillage. Les tentatives actuelles d'introduction de nouvelles banches sont donc très timorées et n'ont rien à voir avec les conceptions d'avant-garde qu'avaient pu développer Alain Masson et Jean Hensens. C'est là encore la preuve qu'il importe de bien situer les ambitions d'un programme expérimental. L'opération se heurte à une ambiguïté : construire des logements sociaux en milieu urbain et périurbain pour faire davantage la démonstration d'un habitat en terre assez luxueux porteur de nouveaux modèles architecturaux de la technique et donner de ce fait une moindre importance au problème de l'accessibilité économique ou bien, construire des logements en milieu rural et faire la démonstration d'une modernisation des techniques

tout en assurant une accessibilité économique et en visant un effet multiplicateur à moyen terme. C'est sans doute dans ce contexte marocain une nouvelle alternative à trouver, dans un premier temps qui puisse satisfaire les deux objectifs tout en donnant une priorité à la construction améliorée et économique en milieu rural. Si ce programme, actuellement assez bien porté par les institutions, bien qu'une suspicion latente demeure (le legs des expérimentations anciennes est lourd), n'est pas prolongé par une véritable politique de mise en place d'une filière terre cohérente s'appuyant notamment sur une formation et une multiplication des compétences, on peut d'ores et déjà augurer un échec à l'égard de l'ambition posée. Fort heureusement, il semble que le Maroc soit actuellement en mesure d'installer les relais favorables à cette diffusion nécessaire des compétences. D'une part, les nouveaux chantiers en pisé se multiplient en investissant davantage d'architectes et d'ingénieurs marocains et également des entreprises (une entreprise spécialisée en construction en terre vient d'être créée), d'autre part, des relais de formation voient le jour : avec l'Ecole Nationale d'Architecture de Rabat qui souhaite voir se développer une formation spécialisée sur la terre et avec le C.E.A.A. "Architecture et construction en terre" de l'Ecole d'Architecture de Grenoble qui accueille déjà, pour sa première année, 4 architectes marocains sur les 20 candidats inscrits. Enfin, l'opération Rexcoop a aujourd'hui permis l'investissement d'organismes marocains tels que la D.C.T.C. (équivalent du C.S.T.B. français) et le L.P.E.E. (laboratoire national d'études et d'essais pour les travaux publics et routiers). La D.C.T.C. est en train de créer une antenne permanente sur Marrakech dont la mission sera, entre autres, de veiller au bon développement des opérations de construction en terre. Un nouveau savoir-faire est en train de se constituer au Maroc, à la suite d'une réponse française à une demande marocaine qui sait aujourd'hui se doter de compétences potentielles. Le programme Rexcoop, à peine entamé dans ses réalisations, a déjà atteint certains des objectifs qu'il s'était fixés dont la stimulation d'un nouvel élan du savoir-faire.



ELEVATION LATÉRALE

PROJET AIT OURIR - M. LARAKKI & A. CHEKKOURI Architectes

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

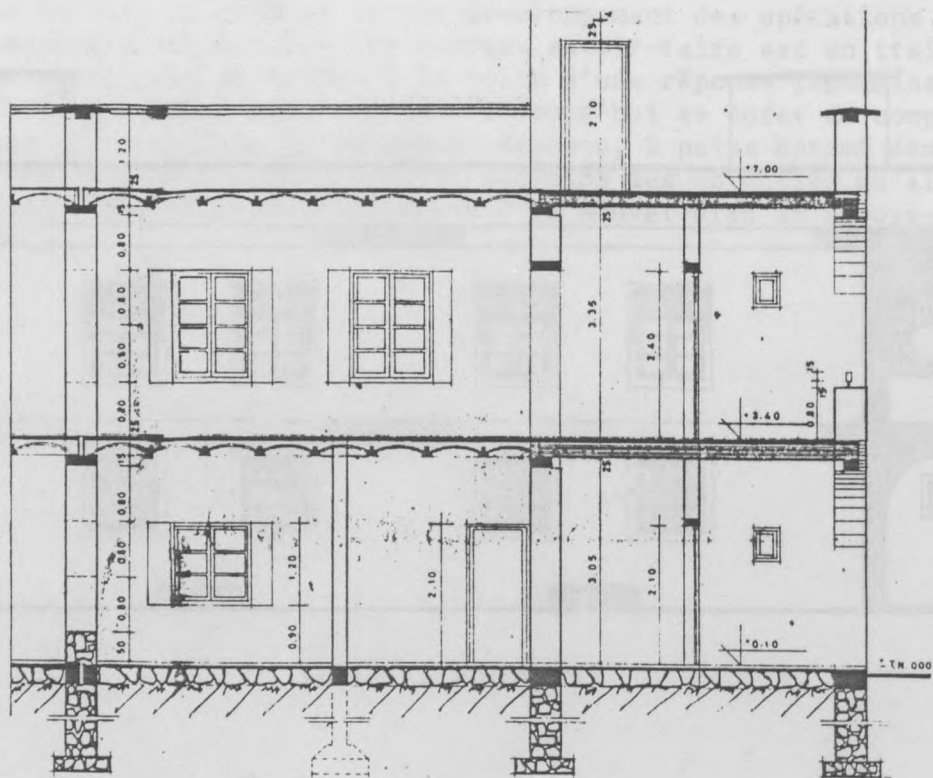
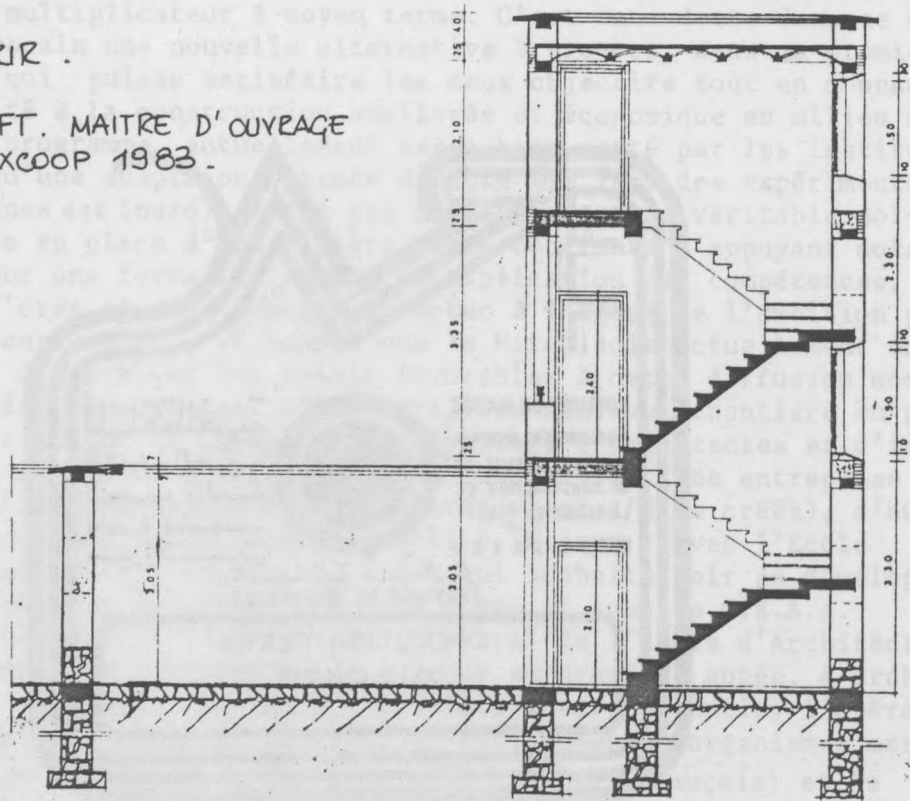
Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA
CRATERRE

PISE

PROJET AIT OURIR .

ERAC DU TENSIFT. MAITRE D'OUVRAGE
PROGRAMME REXCOOP 1983 .



M. LARRAKI & A. CHEKKOURI
Architectes .

COUPE A-A

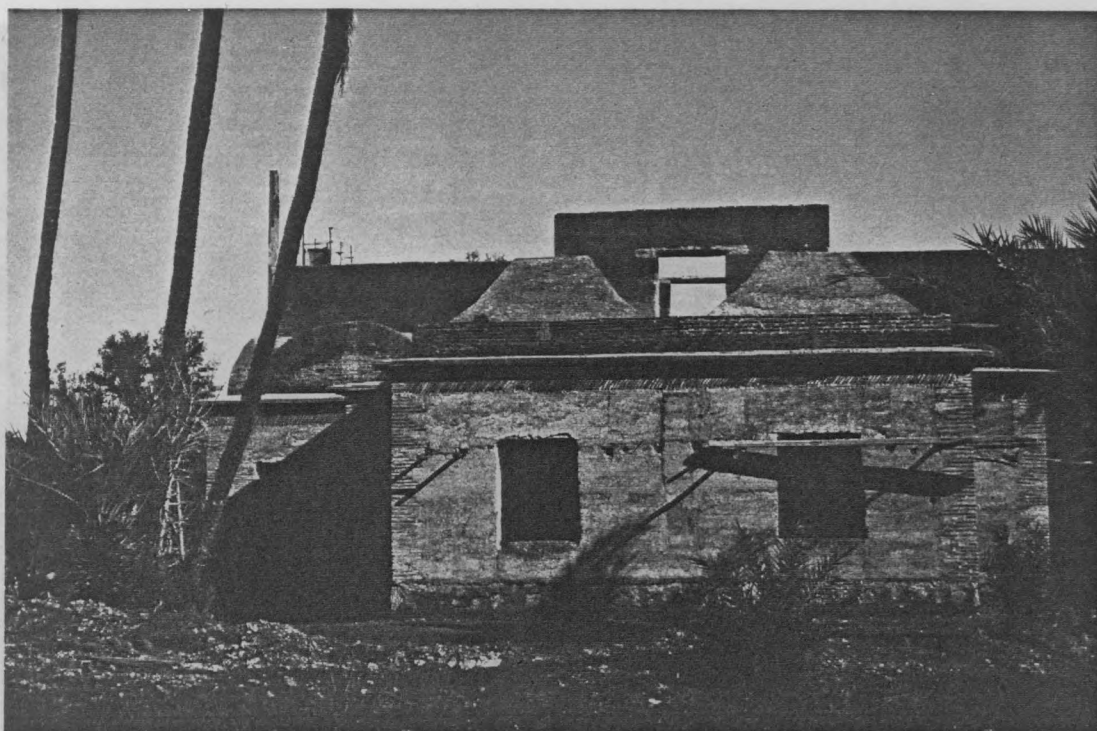


photo CRATERRE

MAISON PRIVEE PALHERAIE DE MARRAKECH . M.LARRAKI Architecte .

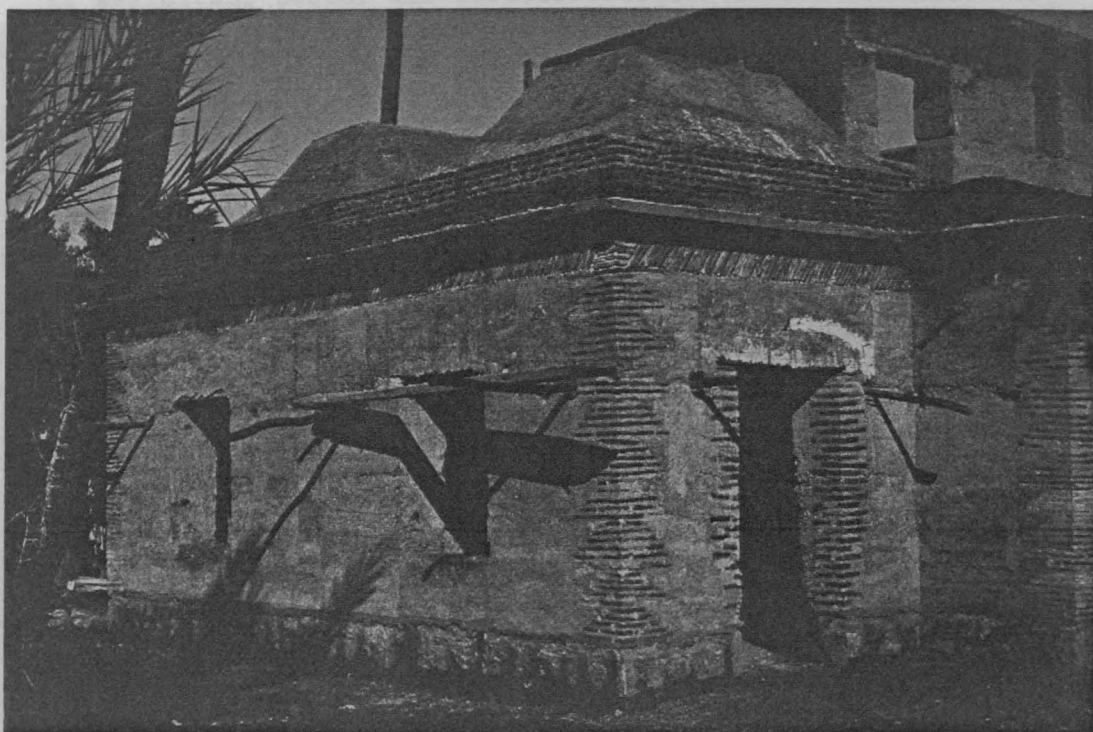


photo CRATERRE

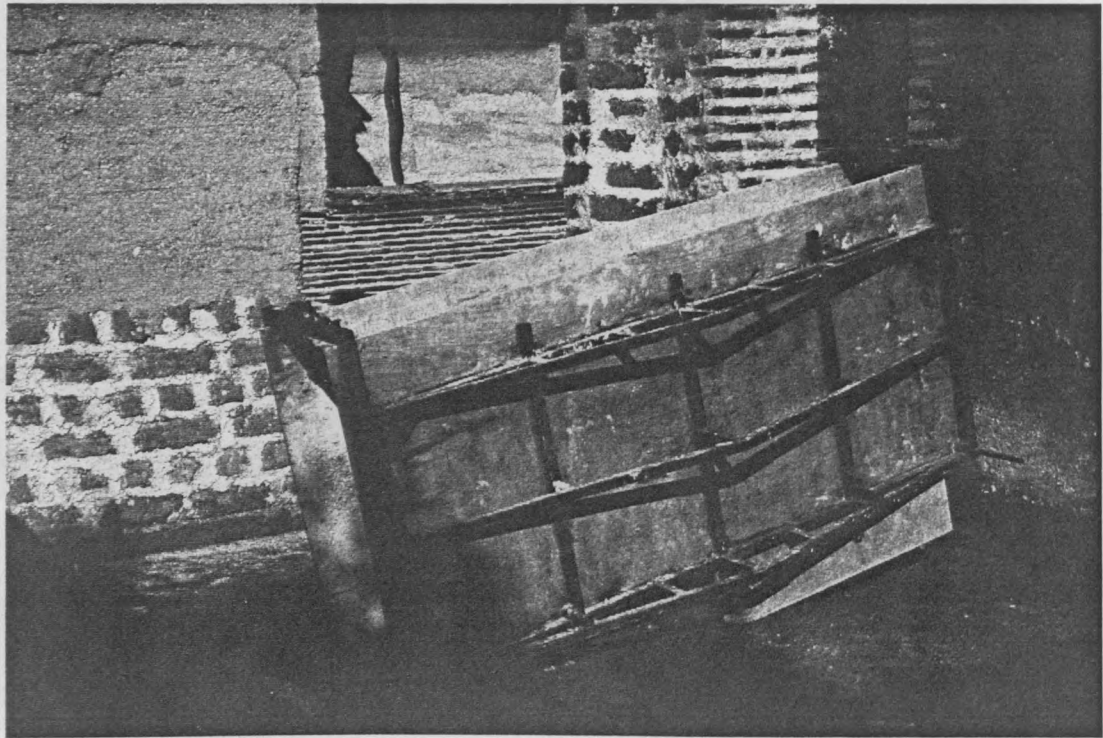


photo CRATERRE

EXPERIMENTATION D'UNE NOUVELLE BANCHE TYPE GUMBAU - 1984

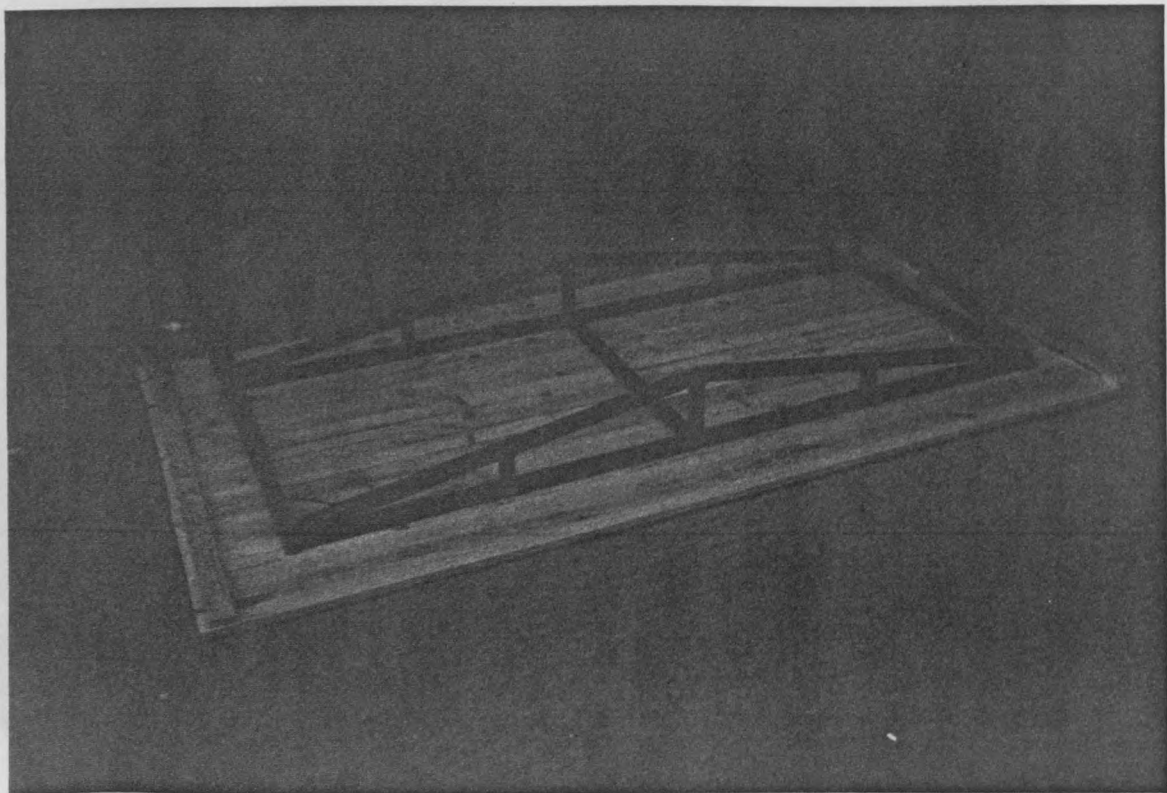


photo CRATERRE

UN TIMIDE RENOUVEAU, AVORTE, EN ALGERIE

En 1970, les autorités algériennes, lançaient un programme pour la construction de 1000 villages ruraux. En 1973, lors du premier congrès national traitant de l'habitat rural en Algérie, l'accent était mis sur l'emploi de matériaux locaux, dont la terre stabilisée, matériau quasi inconnu dans le pays bien qu'il soit dérivé d'une tradition de la construction en terre pourtant vivante en quelques régions rurales algériennes. Le Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment, développe des recherches sur le matériau terre et le CPRA, entreprise rurale au sein du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (MARA) possédait une expérience sur la construction en terre. Ce sont donc les deux partenaires qui furent désignés pour construire 300 habitations en terre à Mostefa Ben Brahim (Wilaya Sidi Bel-Abbès) entre 1973 et 1975. Derrière cette opération se dissimulaient trois intentions principales :

- employer une main d'oeuvre non-qualifiée et développer le travail manuel,
- réduire la consommation du ciment
- prouver la validité de systèmes constructifs employant la terre et exploitant toutes ses caractéristiques afin de vaincre les préjugés psychologiques.

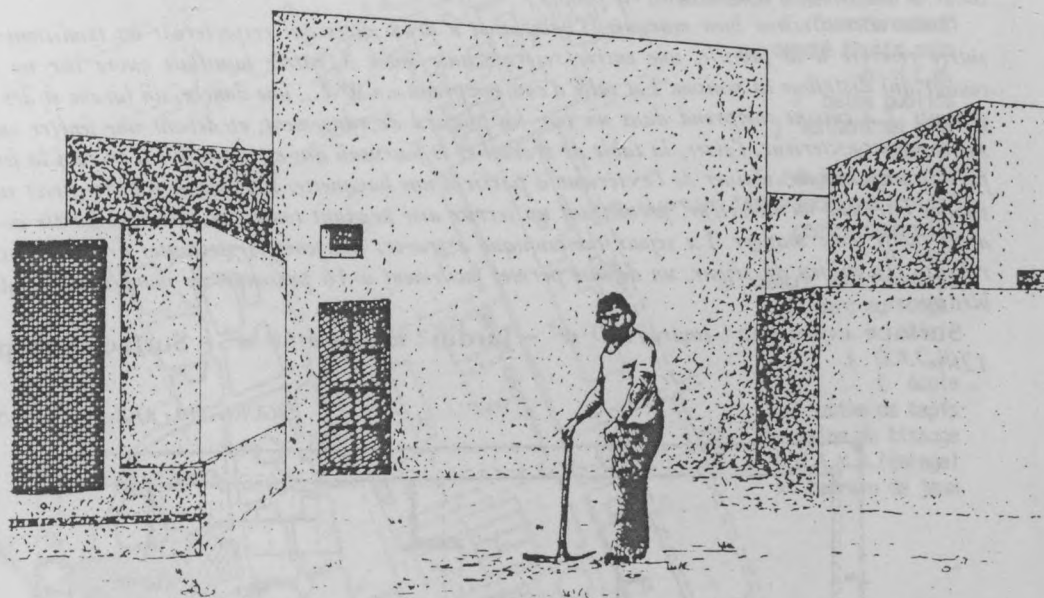
Les travaux de Mostefa Ben Brahim ont débuté en 1973 sous la direction de P. Pedrotti, Dirk Belmans et Hugo Houben (tous deux aujourd'hui membres du CRATerre) avec une première phase de 33 maisons en pisé stabilisé. Par suite, hélas, 192 logements furent construits en agglos d'après les plans d'autres architectes. Ce ne sont pas des raisons techniques qui sont à l'origine de la limitation de l'expérience mais des priorités politiques. Il a été considéré officiellement que la construction en pisé était trop lente (30 maisons en 19 mois). En fait, le service technique de Sidi Bel-Abbès fut parallèlement chargé de la construction de 150 Coopératives Agricoles Polyvalentes Communales de Services (C.A.P.C.S.) et de la conception de deux autres villages agricoles. Cette lourde responsabilité eut un effet démobilisateur vis-à-vis du projet de Mostafa Ben Brahim. Par ailleurs, le matériel de chantier nécessaire (grue et buldozer) pour le chantier fut attribué sur un autre chantier ou régulièrement indisponible.

Des causes psychologiques se sont aussi opposées à l'opération. La région très prospère de Sidi Bel-Abbès connaissait une tradition de la construction en pierre et autres matériaux durables. Le pisé apparaissait comme une technique entièrement nouvelle et les autorités locales la considéraient comme inadaptée à cette région prospère. L'opération du affronter les objections classiques que l'on oppose au matériau terre : résistance insuffisante, pathologie de fissurations dévalorisante, risque d'activité sismique, danger d'une construction en terre de deux niveaux, etc... Malgré toutes les preuves convaincantes la terre ne fut pas acceptée en tant que matériau présentant des potentialités modernes. La fin du chantier souffrit d'une désaffection du personnel de chantier du fait d'un manque d'organisation due à une indisponibilité de plus en plus fréquente du matériel de chantier utile.

Destiné à revaloriser la construction en terre, malgré des résultats techniques assez prometteurs dans la deuxième phase de construction des 33 premiers logements, le projet de Mostefa Ben Brahim a échoué. L'impact social fut très minime bien que tout le monde s'accorda sur les qualités des habitations produites. Par ailleurs, ce projet fut convaincant en ce qui concerne les avantages économiques avec une décroissance notable des coûts au fur et à mesure de l'avancement du chantier qui permettait d'augurer l'atteinte d'un prix de référence inégalable par la construction en béton. Le contexte fut trop hostile et la volonté politique manquait pour assurer des prolongements à cette opération qui demeure malgré tout exemplaire pour beaucoup de ses résultats. Aujourd'hui, l'Algérie n'a toujours pas renoué avec cet intérêt pour la construction en terre et continue même d'entretenir une certaine méfiance.

Un exemple récent de chantier en béton de terre stabilisée :
30 maisons en pisé

Le village agricole de Mostefa Ben-Brahim



CRA Terre

En 1970, le gouvernement algérien a lancé un programme pour la construction de 1000 villages agricoles, représentant environ 200 000 logements à caractère social, destinés à être distribués à la population agricole.

Les « Chantiers Populaires de la Révolution Agraire », entreprise nationale de construction du Ministère de l'Agriculture, se trouvait dans une situation privilégiée pour participer activement à ce programme.

En 1973 a été réalisé le premier village pilote situé à Mostefa Ben-Brahim, à 30 Km de Sidi Bel Abbas, dans l'Ouest algérien (responsables du projet : P. Pedroti, D., Belmans, H. Houben).

Le village livré aux agriculteurs en juillet 1976, était composé de 192 maisons de 85 m² en blocs creux de ciment et 30 maisons de 120 m² en pisé stabilisé.

CLIMATOLOGIE

Climat sec des hautes plaines. Précipitation annuelle : 750 mm. Eventuellement 1 semaine de neige par an (5 à 20 cm) et gel possible pendant 1 mois. Températures moyennes : de - 3°C. à + 36°C. Direction principale des vents et pluies : N.O.

DESCRIPTION ARCHITECTURALE

Les maisons sont aveugles du côté nord. Cette situation isole parfaitement contre les intempéries et permet en même temps de protéger les jardins des regards indiscrets, respectant ainsi la tradition islamique de privauté. Les maisons ont toutes été orientées vers le S.S.E

Le type de maison retenue ne fait pas de distinction entre l'habitat rural et l'habitat urbain, la

in "CONSTRUIRE EN TERRE". CRATERRE 1979

zone étant semi-urbaine. Il tient compte de certaines habitudes traditionnelles, tout en imposant une formule plus progressiste. Elle offre un minimum de confort et de facilité en respectant les critères de besoin des familles qui vont l'occuper et s'installer avec un minimum d'équipement : 7 m² de placards se chargent des rangements.

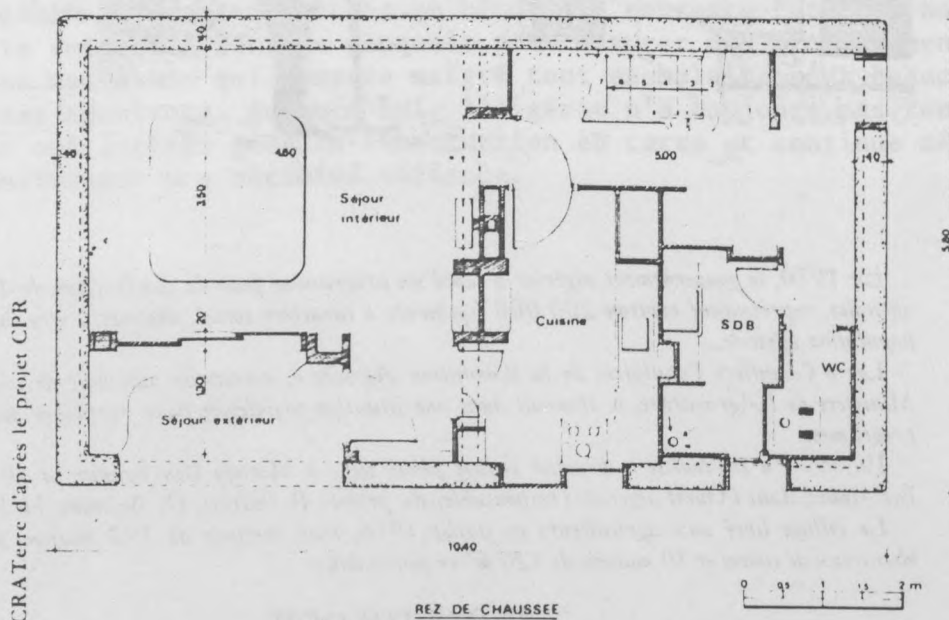
Les maisons sont livrées aux bénéficiaires avec eau courante, chaude et froide, électricité, cheminée dans la salle de séjour avec système de récupération de chaleur permettant ainsi de chauffer l'ensemble à partir d'un point central (poêle ou feu ouvert).

Au premier étage se trouvent une pièce prévue pour les parents ainsi que deux chambres d'enfants. Les trois pièces sont isolées de la vie courante de jour et permettront aux malades d'être au calme et aux enfants d'avoir leur vie propre.

Outre cette division bien marquée, l'habitation a deux accès qui respecteront les traditions : une entrée réservée à la famille, une entrée réservée aux hôtes. L'entrée familiale ouvre sur un hall-couloir qui distribue la maison. La salle d'eau comprend un W.C., une douche, un lavabo et des rangements. La cuisine comprend dans un coin un placard de rangement, et devant une fenêtre ouverte sur le séjour extérieur, l'évier, la table de travail et le fourneau qui est accessible à travers la fenêtre, permettant ainsi de cuisiner de l'extérieur à partir d'une banquette. La cuisine a accès direct sur les séjours intérieur ou extérieur, permettant un service aisé pendant toutes les saisons à partir de l'endroit choisi pour manger. Le séjour communique à travers des fenêtres glissantes à une terrasse en retrait. Au milieu du séjour, un défoncé permet facilement à 16 personnes de manger autour de tables basses.

Surface couverte : environ 120 m² - Jardin : minimum 60 m² - Surface occupée : 120 m².

FIGURE 110 : REZ-DE-CHAUSSEE



DESCRIPTION TECHNIQUE

GROS ŒUVRE

Fondation : semelle élargie en béton armé (B.A.)

Soubassement : béton maigre hydrofugé.

Murs extérieurs du rez-de-chaussée : murs porteurs de 40 cm en pisé stabilisé.

Chânage : B.A. de 10 cm.

Dalle : B.A. de 12 cm.

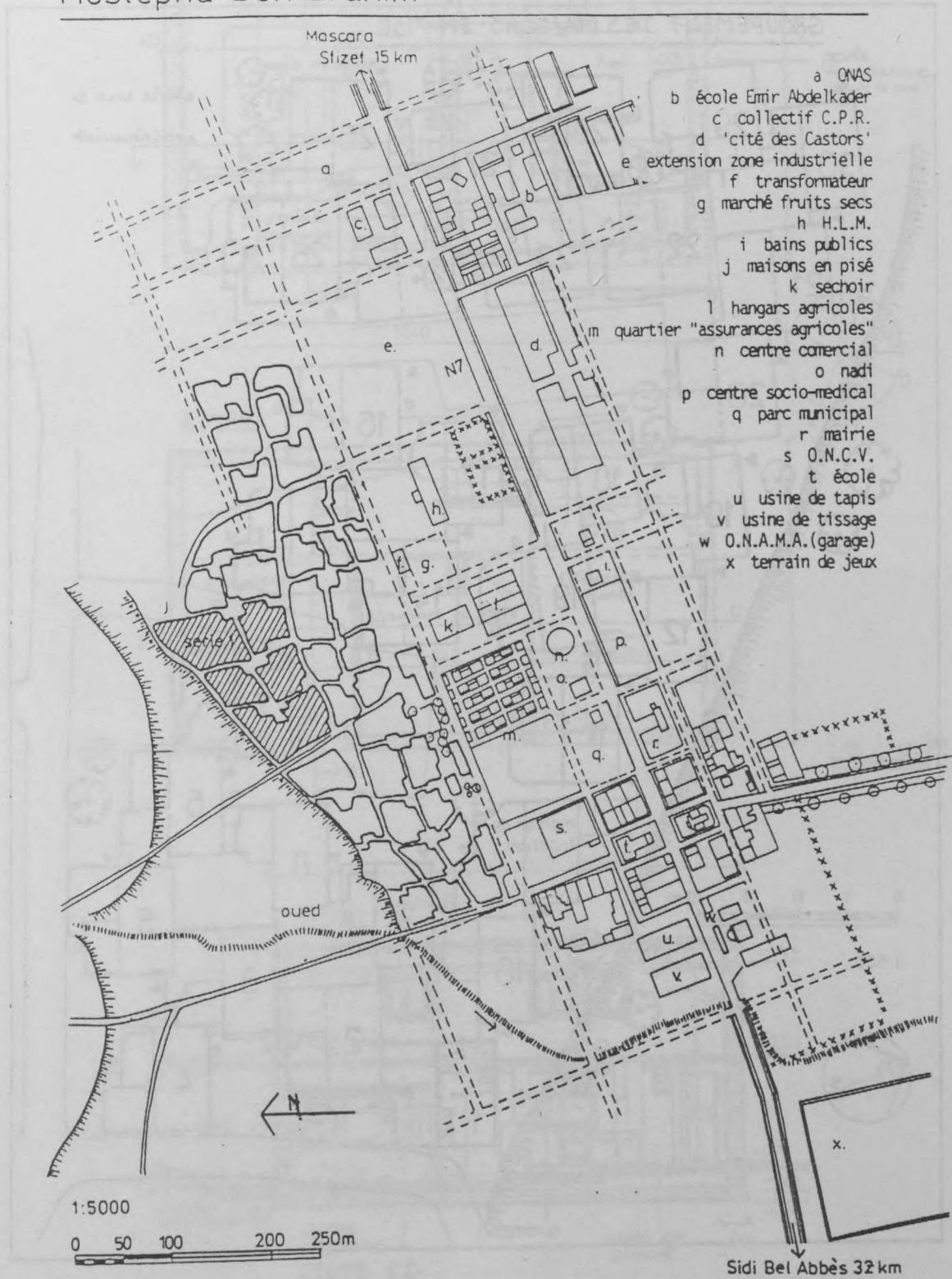
Murs extérieurs étage : murs porteurs de 30 cm en pisé stabilisé.

Chânage et chéneau : B.A. de 10 cm.

in "CONSTRUIRE EN TERRE" CRAterre 1979

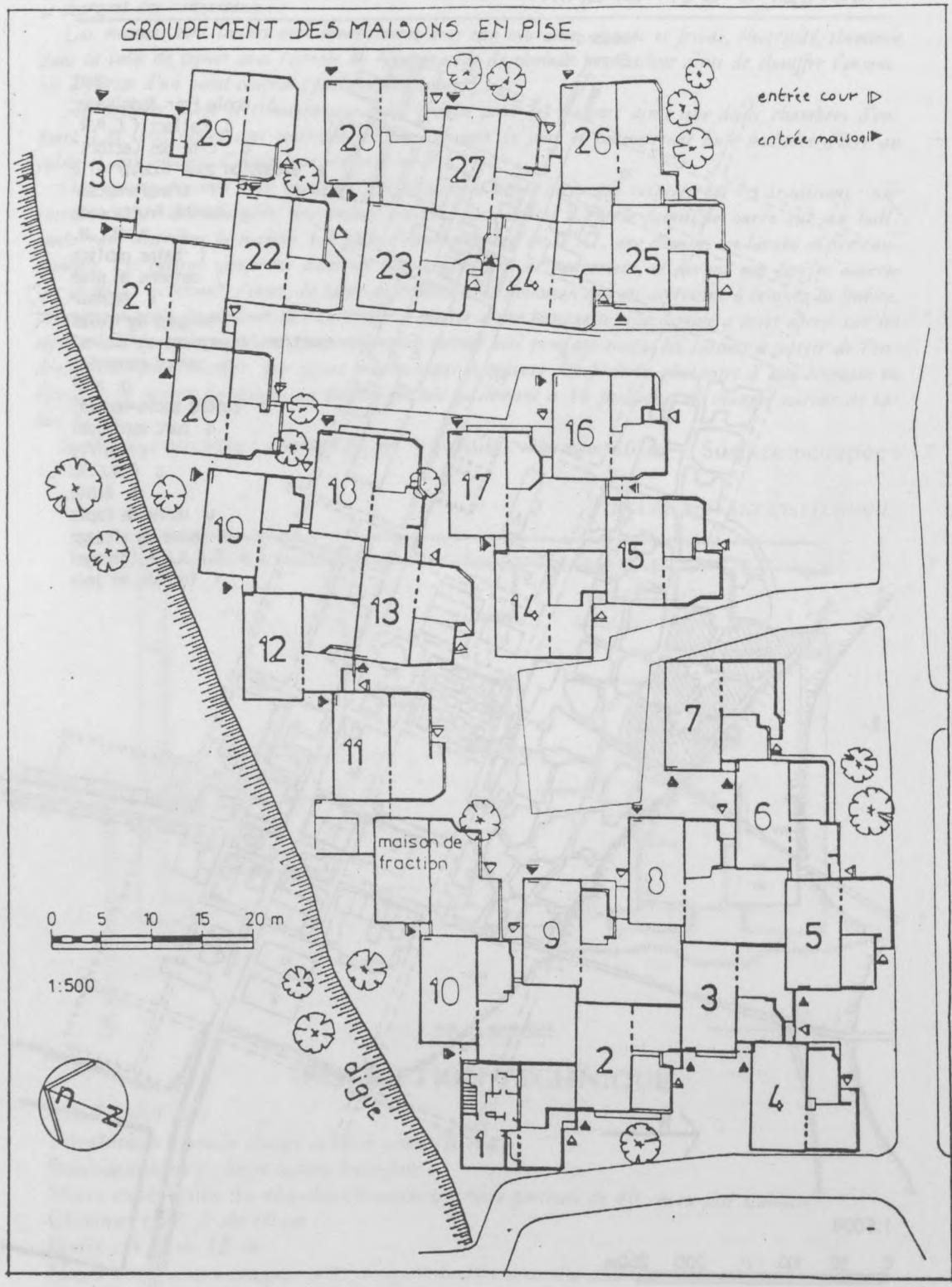
DOCUMENTS BELMANS . PEDROTTI . HOUBEN .

Mostepha Ben Brahim



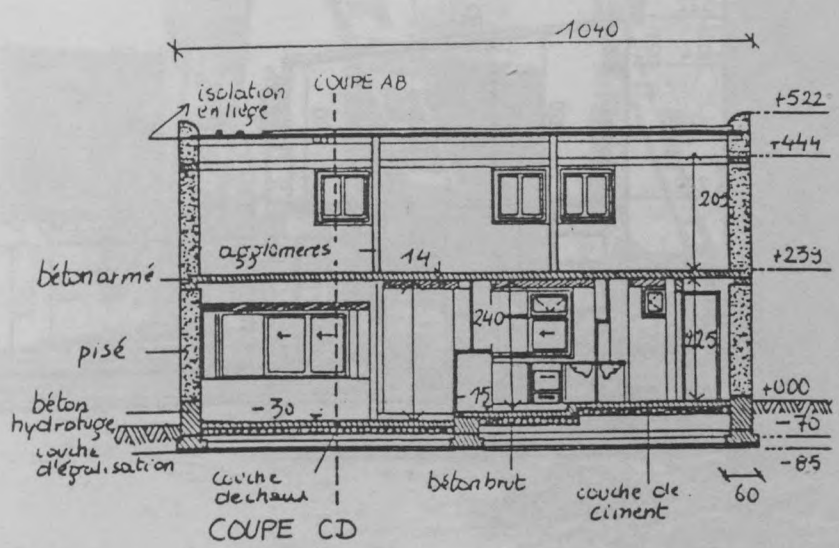
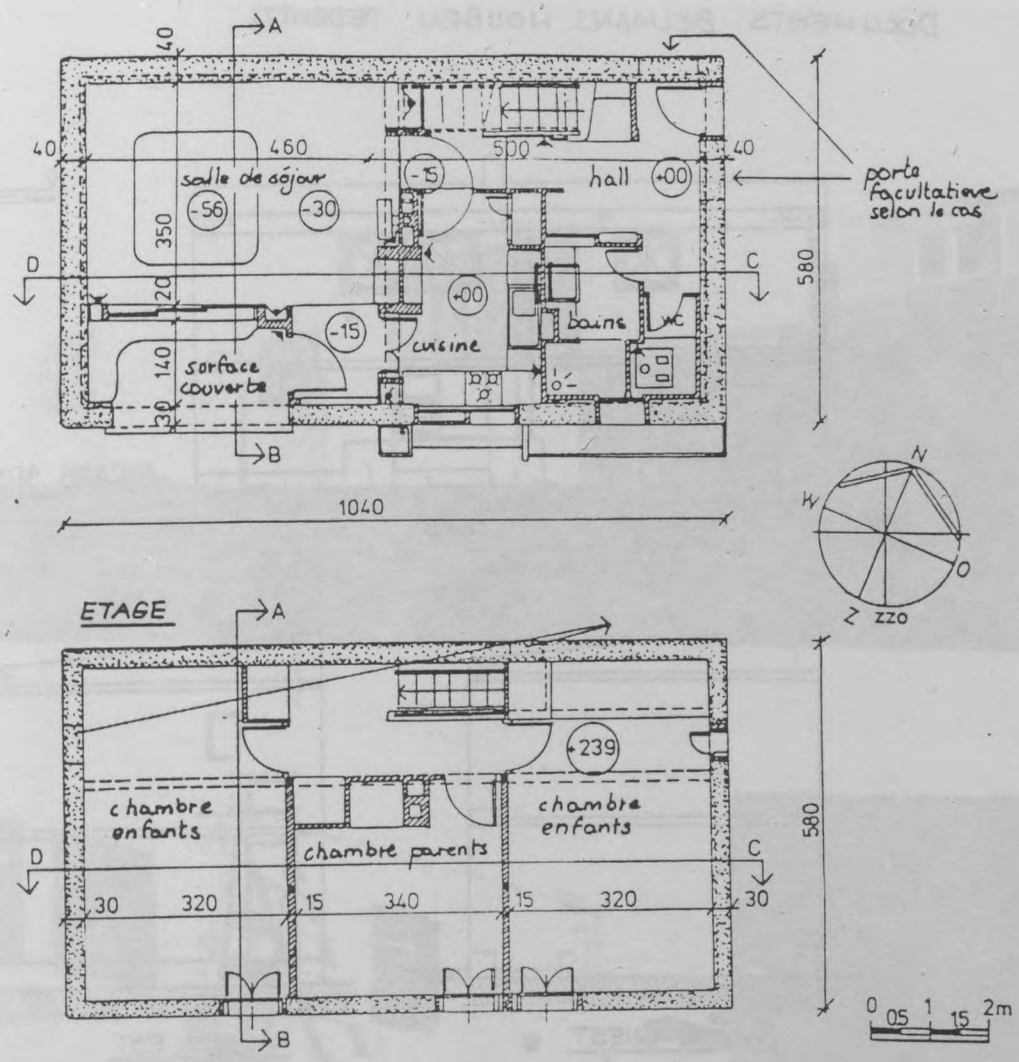
(in CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION IN ALGERIA . UNCHS . 1985 P.004.)

DOCUMENTS BELMANS - HOUBEN - PEDROTTI -



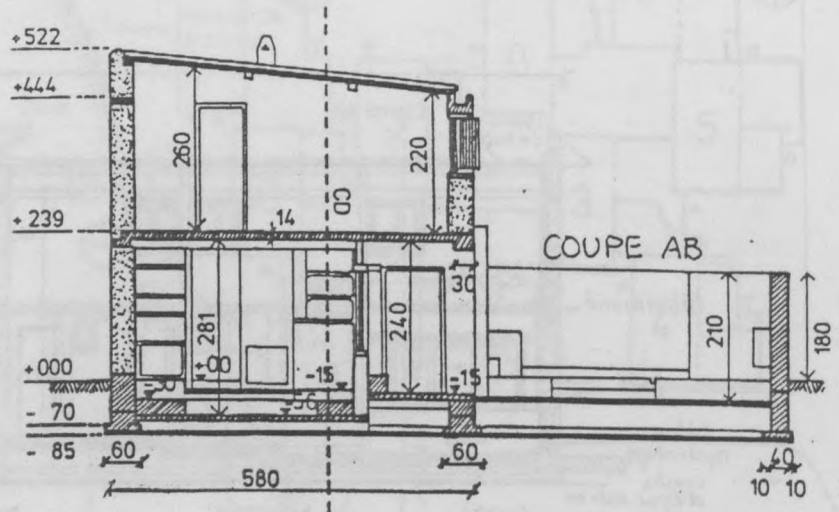
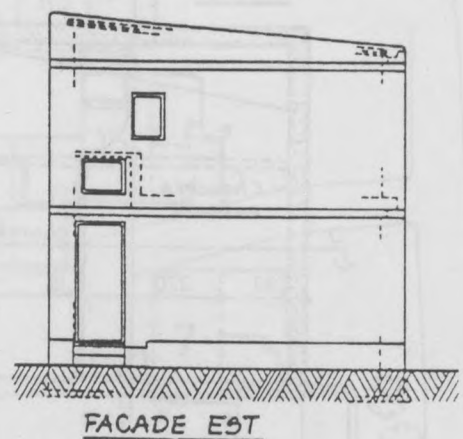
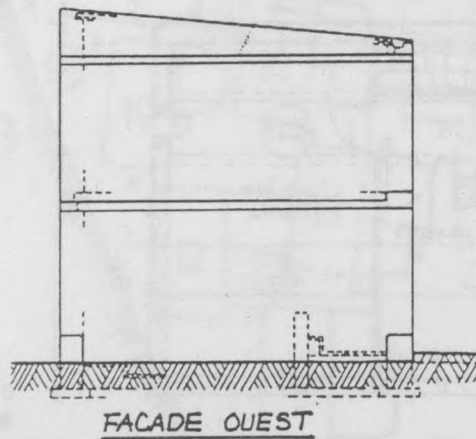
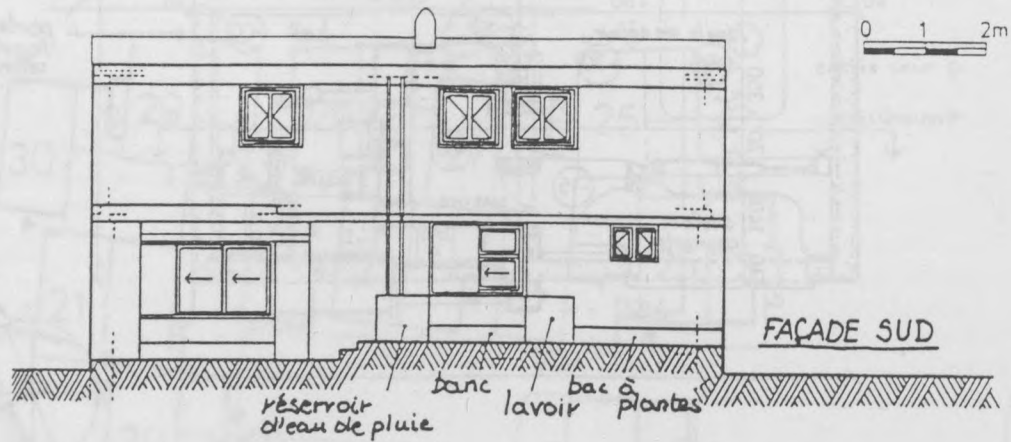
(in "CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION IN ALGERIA" UNCHS 1985. P ODUL.)

DOCUMENTS BELMANS. HOUBEN. PEDROTTI.



(in "CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION IN ALGERIA" - LINCUS 1985. P. ODUL)

DOCUMENTS BELMANS. HOUBEN. PEDROTTI



(in "CASE STUDIES ON EARTH CONSTRUCTION IN ALGERIA" UNCHS 1985.P.ODUL)

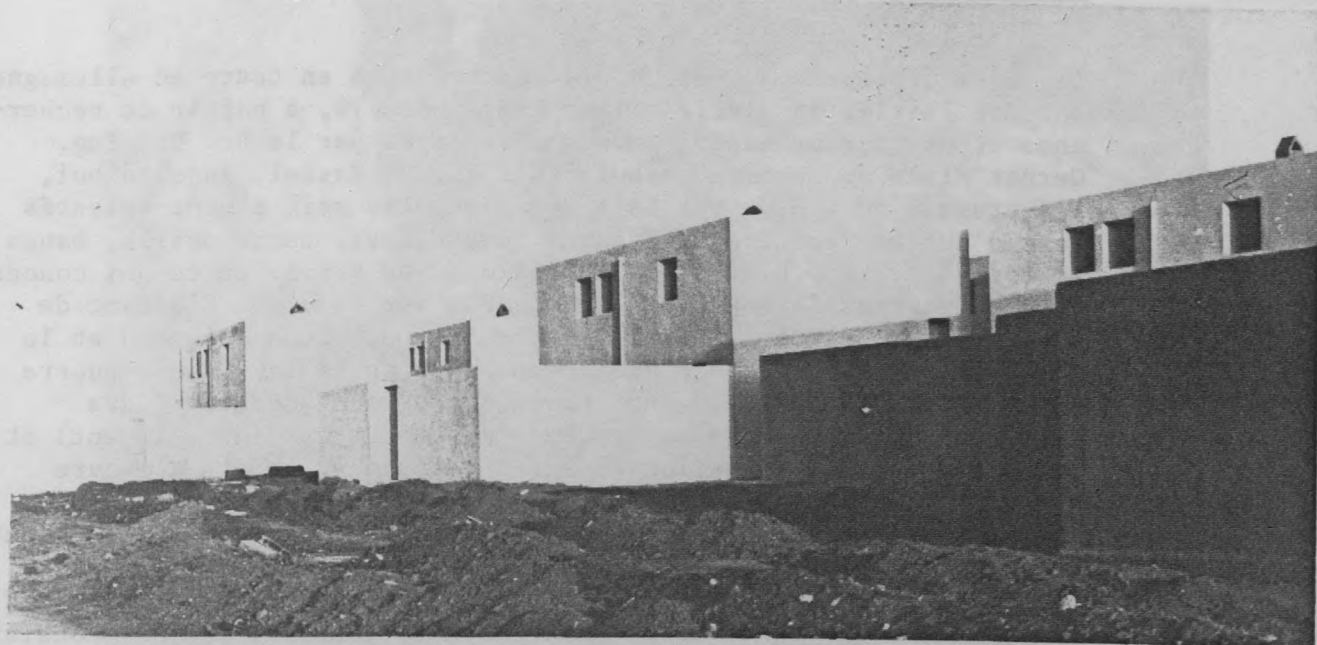


photo CRATERRE

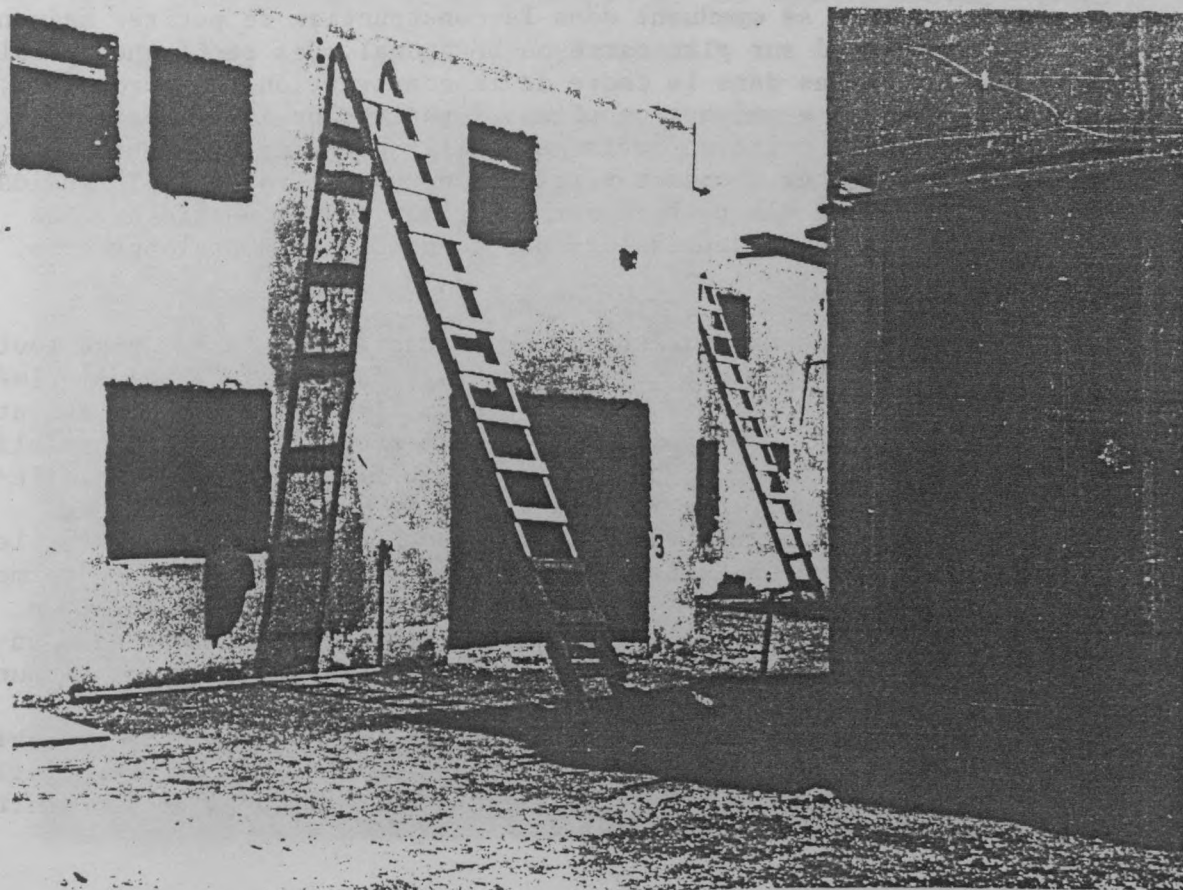


photo CRATERRE

RENOUVEAU DU PISE EN ALLEMAGNE

Les développements actuels de la construction en terre en Allemagne ont été initiés depuis le milieu des années 70, à partir de recherches et de travaux expérimentaux développés par le Pr. Dr. Ing. Gernot Minke du Gesamthochschule (G.H.K.) de Kassel. Aujourd'hui, les travaux du G.H.K. ont fait des disciples mais plutôt orientés vers d'autres techniques (briques compressées, terre paille, bauge et torchis). Le G.H.K. est assez pilote, en R.F.A. en ce qui concerne plus particulièrement les recherches sur le pisé. S'aidant de l'acquis historique (le fonds littéraire technique allemand et le fantastique passé de construction en terre après la seconde guerre mondiale), l'équipe de Gernot Minke a notamment développé des recherches sur de nouveaux systèmes de coffrages (autogrimpant) et de compactage par vibration visant à supprimer la main-d'oeuvre dans la banche. Ces recherches ont donné lieu à la construction d'un prototype, à l'université de Kassel, en 1982 et se poursuivent aujourd'hui par la construction d'un "village écologique" d'une trentaine de maisons. D'autres recherches développées par le G.H.K. visent à promouvoir l'emploi d'un béton de terre allégé qui consiste en un mélange de billes de fibre de verre et de barbotine de terre argileuse. Les orientations architecturales actuelles semblent associer la construction de structures en ossature bois avec des remplissages de murs non porteurs en pisé réalisés sous forme de trumeaux qui se concluent dans la construction de petites maisons de plain-pied sur plan carré ou hexagonal. Des recherches préalablement menées dans le cadre de la construction d'un prototype, au Guatemala - suivant un séisme important en 1974 - permettait de mettre au point un coffrage métallique grim pant destiné à la construction de trumeaux verticaux nervurés (forme de T) solidarisés entre eux par des renforcements horizontaux et verticaux. Les recherches n'ont depuis lors pas connu d'autres prolongements.

Les travaux de Kassel exploitent les potentialités du pisé tout autant que celles d'autres matériaux, l'adobe, le bloc comprimé, la terre extrudée. Les résultats actuellement connus permettent d'augurer un développement qui semble pour l'instant essentiellement dirigé vers des applications spécifiques au contexte allemand dans le cadre de l'étendue d'un mouvement en faveur de l'écologie. A cet égard, et dans ce contexte, les travaux et les recherches du G.H.K. semblent être abordés tout autant en termes universitaires et professionnels ce qui les positionnent à un niveau plus crédible que ceux développés parallèlement dans un contexte d'auto-construction écologique qui manifeste un manque désolant de professionnalisme. Des relations d'échanges sont actuellement envisagées entre l'Ecole d'Architecture de Grenoble et le G.H.K., notamment dans le cadre du C.E.A.A. et potentiellement dans le cadre du futur Institut International de la construction en terre.

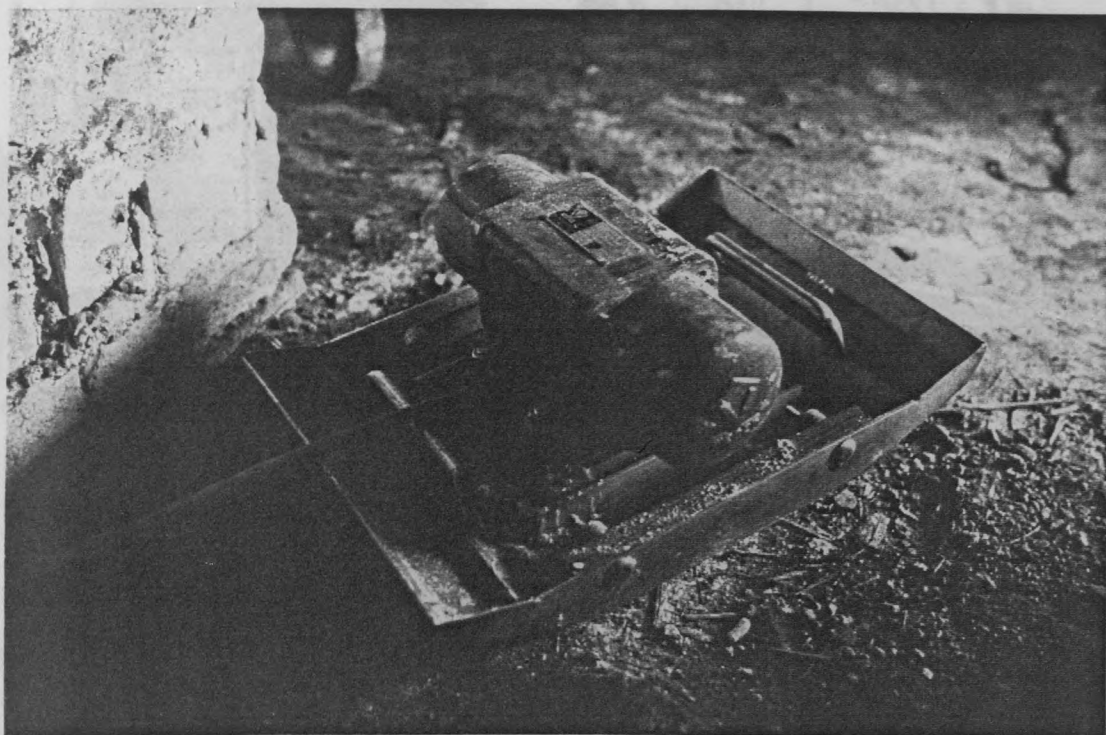


Photo Craterre.

DAME AUTOVIBRANTE AFIN D'EVITER LA MAIN.D'OEUYRE DANS LA BANCHE ET COFFRAGE GRIMPANT.

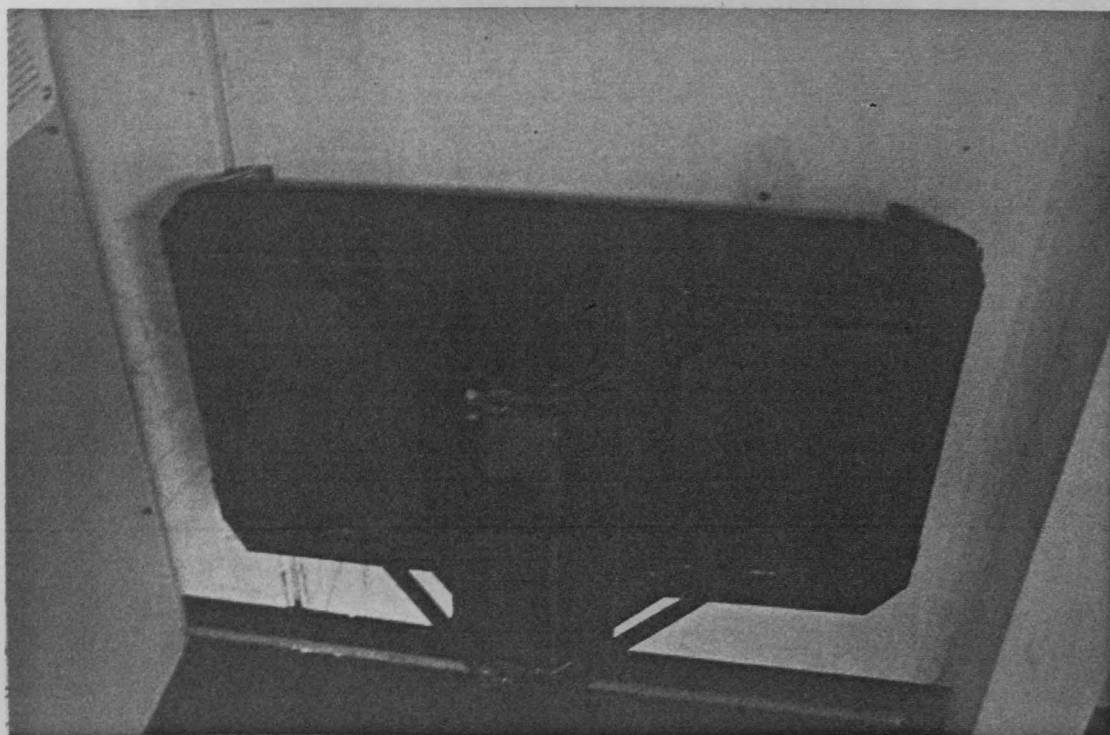


photo Craterre

RENOUVEAU DU PISE EN ALLEMAGNE

EXPERIENCE DE CONSTRUCTION EN PISE
GERNOT MINKE - HOCHSCHULE KASSEL 1982

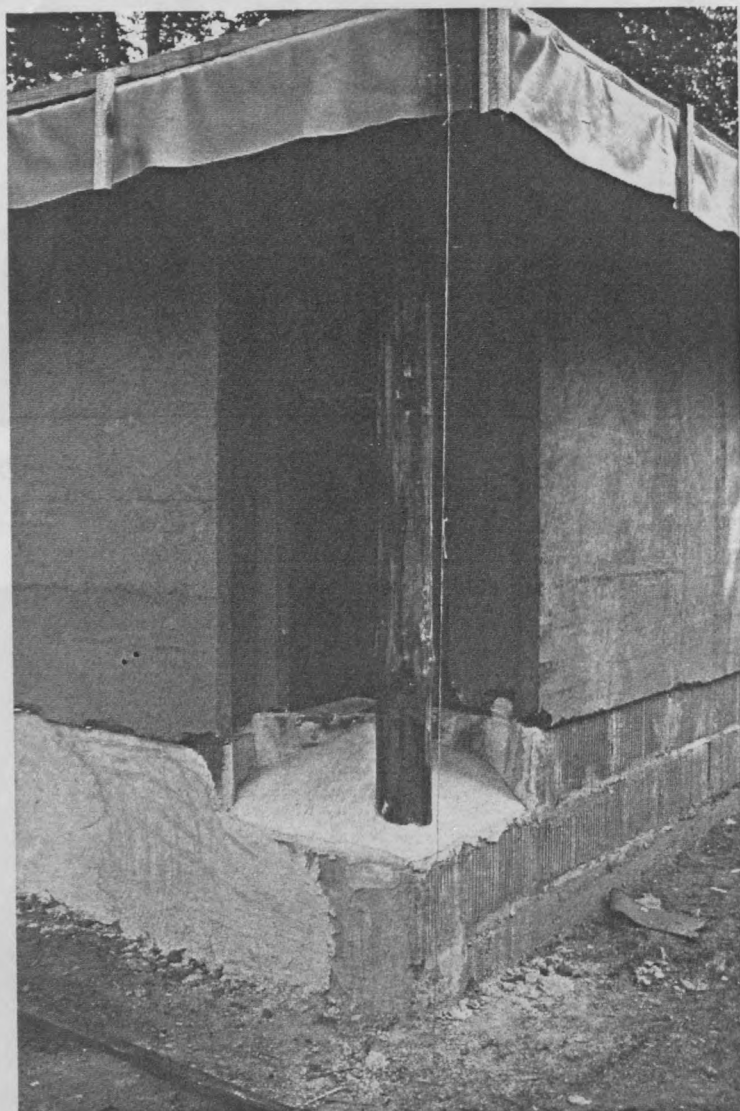
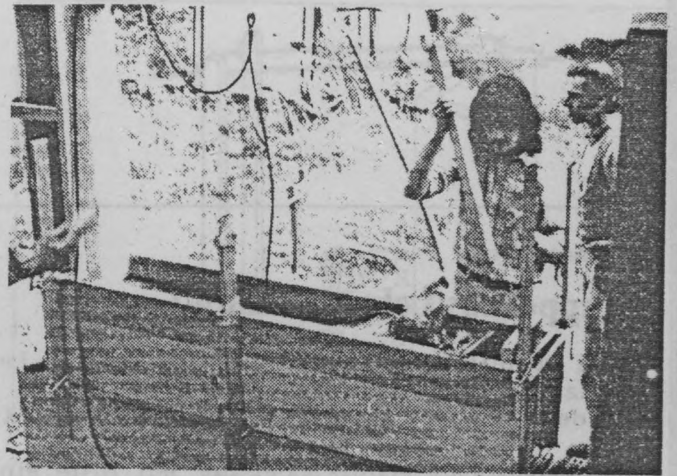
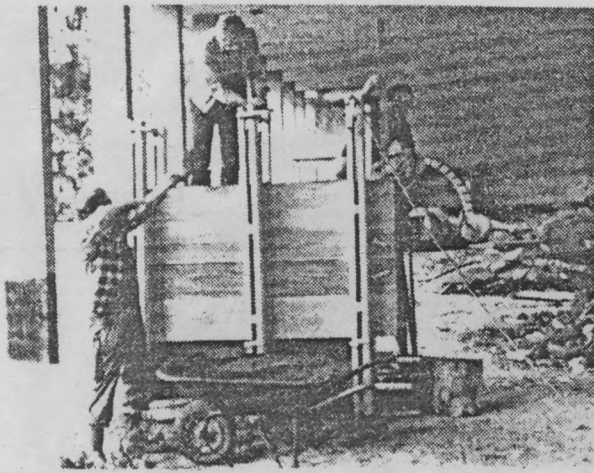


photo CRATERRE



photos in BAUEN MIT LEHM n° 1 1984.

EXPERIENCE DE CONSTRUCTION EN
PISE A LA GESAMTHOCHSCHULE
DE KASSEL. P^r G. MINKE. 1982



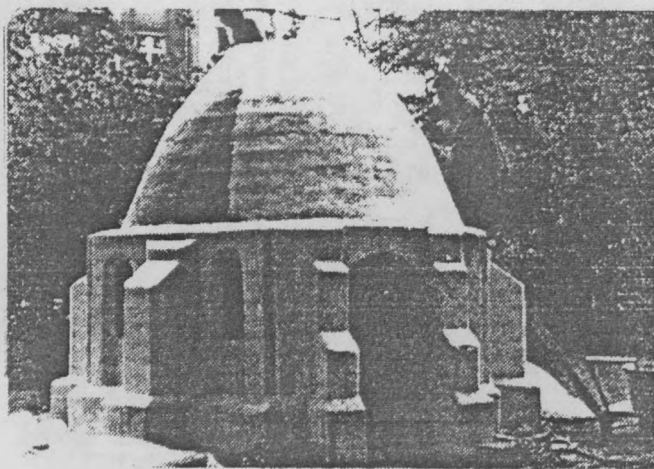
Gernot Minke

Kuppel aus Lehm gestampft

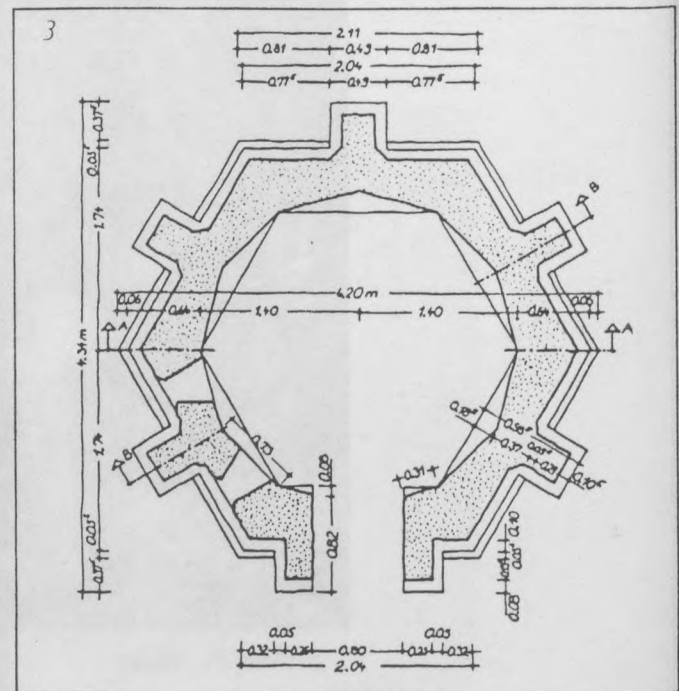
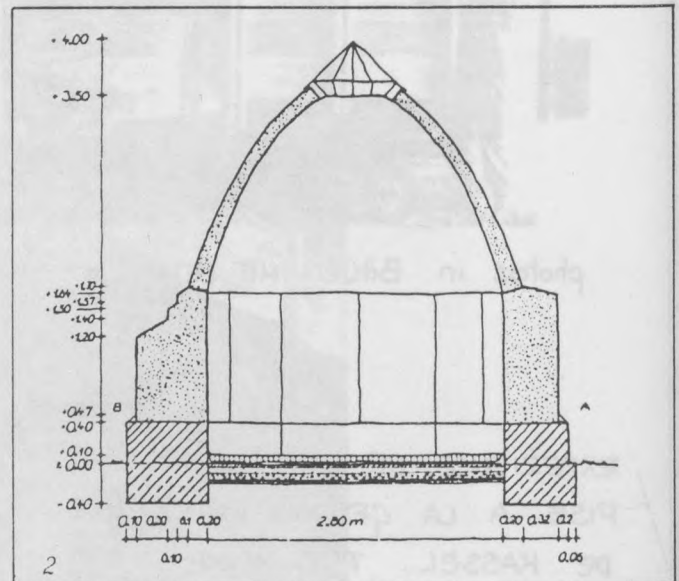
Eine monolithische Kuppelkonstruktion, aus Lehm gestampft, - vermutlich die erste ihrer Art in der Welt - entstand im Sommer 1983 in Kassel.

Die Lehmstampftechnik, bei der mit Hilfe einer neu entwickelten Gleitschalung Rotationskuppeln unterschiedlicher Form und Dicke errichtet werden können, wurde im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Forschungsprojektes "Niedrigkosten-Bauten aus Lehm" am Forschungslabor für Experimentelles Bauen an der Gesamthochschule Kassel entwickelt (1).

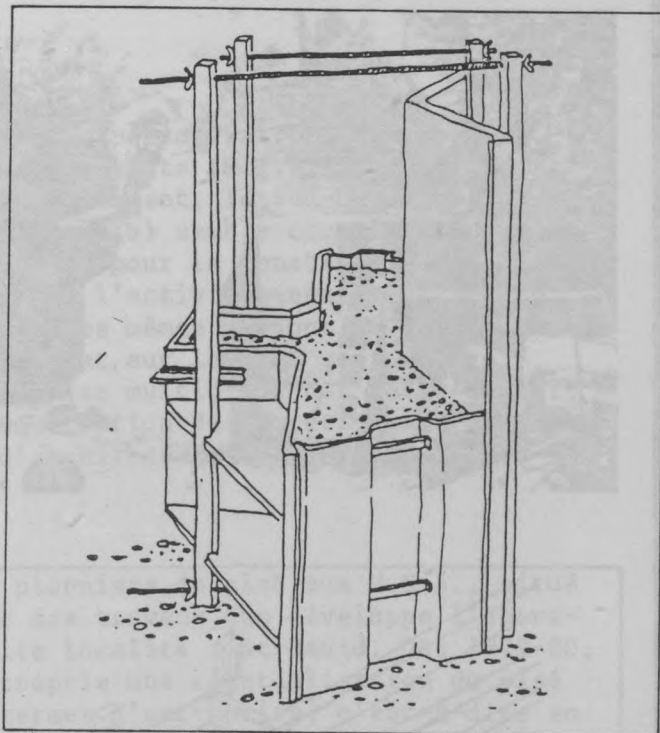
Die ca. 2 m hohe Kuppel, die einen Innendurchmesser von 2,80 m aufweist und unten 18 cm und oben 12 cm dick ist, wurde über einer im Grundriß sechseckigen Stampflehmwand errichtet (Abb. 1-3).



Bauen mit Lehm 1

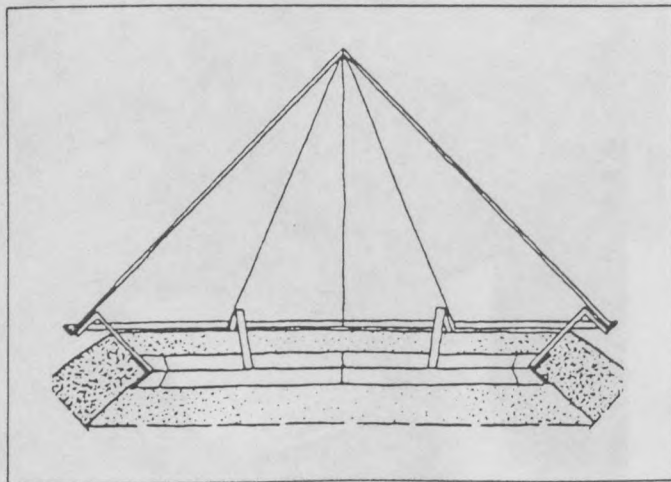
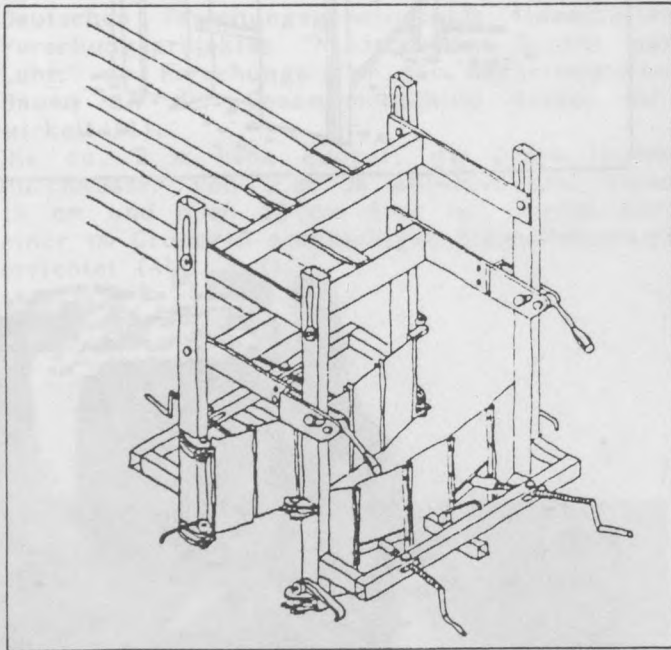
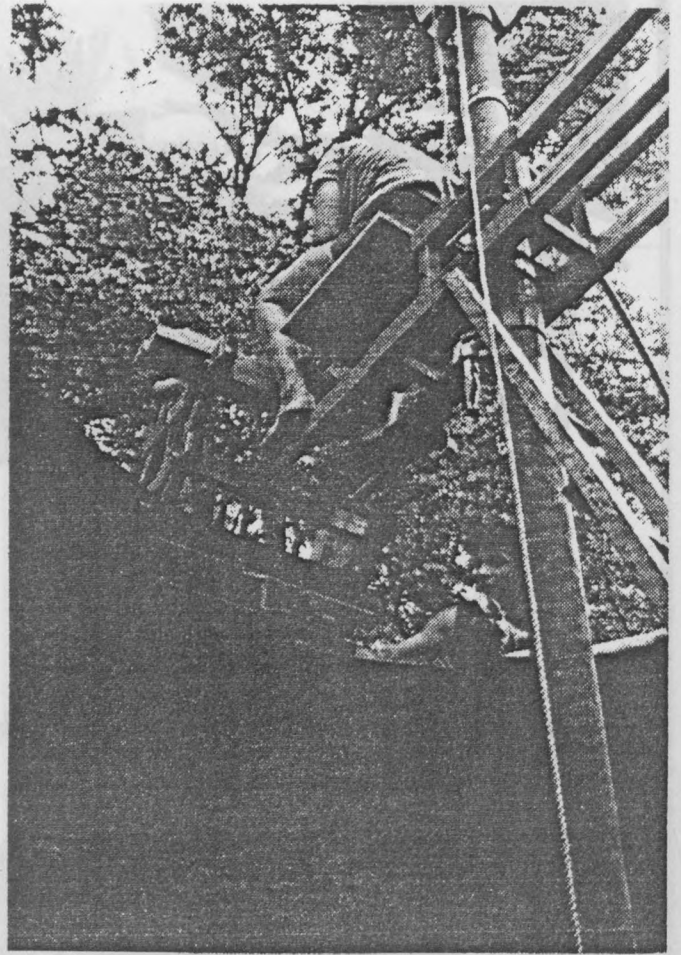
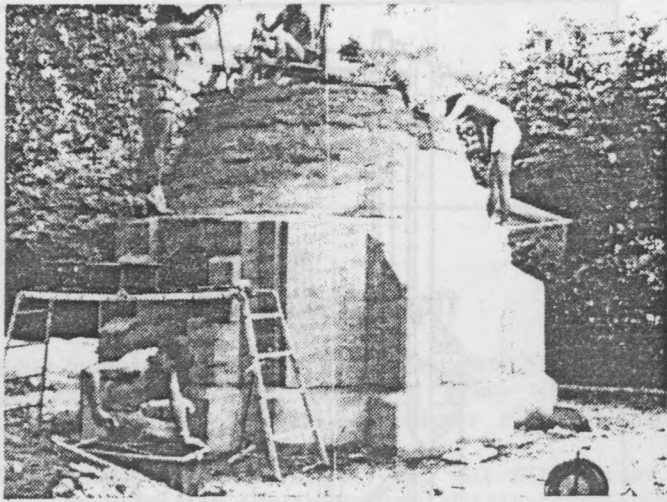


(in REVUE BAUEN MIT LEHM n° 1 - 1984)



(in 'REVUE "BAUEN MIT LEHM" n°1 1984.)





in REVUE "BAUEN MIT LEHM" n°1 1984

RENOUVEAU DU PISE AUX U.S.A.

Sur la lancée des recherches et des expérimentations développées par le Rammed Earth International Institute (R.E.I.I.) de David et Lydia Miller que l'on évoquait précédemment, le Sud-Ouest des U.S.A. (New Mexico, Arizona, California) semble connaître un élan tout à fait nouveau de l'intérêt pour la construction en pisé. Cet intérêt se démarque nettement de l'activisme quasiment industriel que connaît aujourd'hui dans ces mêmes régions la construction en adobe. Les équipes travaillant sur le pisé sont encore rares mais pourraient à court terme se multiplier car cette technique est en passe de faire sa démonstration de compétitivité que vante régulièrement des revues d'architecture ou la revue "Earth builder".

On connaît un foyer de nouveaux pionniers du pisé aux U.S.A., situé dans le Sud de l'Arizona, autour des travaux que développe l'entreprise Schmidt Builders d'une petite localité : St-David. Dès 1979-80, cette entreprise familiale a entrepris une réactualisation du pisé en abordant le problème en des termes d'entreprise, c'est-à-dire en visant une rentabilisation de la technique et de la production architecturale. Cette équipe s'est donc d'emblée orientée vers l'emploi de coffrages modulaires intégraux, légers (panneaux CTBX à armature métallique), le damage pneumatique et la mécanisation du transport de la terre. Leurs premières réalisations furent des petits pavillons bioclimatiques dont le gros oeuvre de conception simple (plans hexagonaux de plain-pied) pouvait être réalisé dans un délai rapide de 15 jours (couverture comprise). Cette performance permettait très vite d'atteindre des coûts très compétitifs et l'entreprise pu, grâce à ces premiers succès, multiplier ses réalisations. Elle a depuis lors construit un monastère en pisé et plusieurs bâtiments publics (banques notamment) ainsi que des petits pavillons d'habitation. Dans ce cadre, les argumentations d'économie, de rapidité d'exécution et d'adaptation au climat (projets essentiellement bioclimatiques) ont pu trouver une réponse fiable.

Un autre constructeur américain, californien, développe des recherches et expérimentations sur le pisé. Il s'agit de David Easton qui a entrepris depuis 1982 la construction de petites maisons privées. Ces modèles sont aussi très simples et tout à fait bien conçus par rapport à la logique propre du pisé : une succession de panneaux trumeaux qui lui permettent d'utiliser la même banche du fait de l'absence des complications architecturales. La banche utilisée est assez lourde, en bois massif (madriers) et en "plywood" (CTBX) mise en place à l'aide de clés de serrage métallique. Le transport de la terre et sa préparation amont sont mécanisés. La démarche globale de ce constructeur est bien adaptée

— "RAMMED EARTH BUILDING AT ANKNEY, EARTH WALL" (L.S.D. MILLER)

MAIL - DIRECTION DE L'ARCHITECTURE : S.R.A.

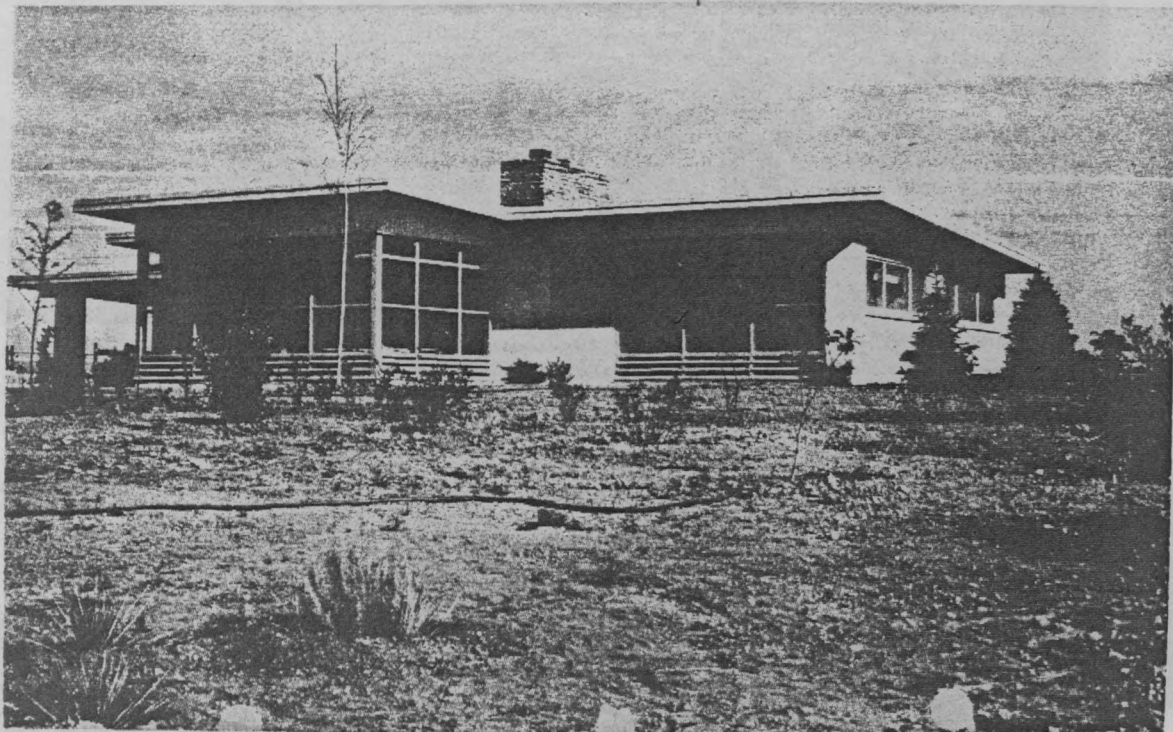
AGRA

CRATEERE

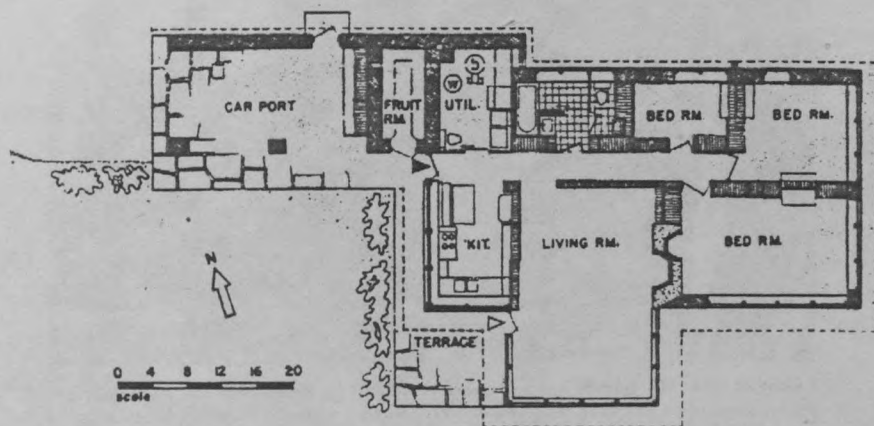
PISE

à une actualisation du pisé dans le contexte d'une économie industrielle et les performances obtenues permettent d'augurer des développements ultérieurs.

D'autres entreprises de constructeurs en pisé voient le jour dans la région de Santa Fe (Don Woodman de "Rammed Earth Contractors") qui contribuent à la diffusion d'un engouement local certain pour cette nouvelle technique qu'est le pisé aux U.S.A. (pas de passé historique très significatif). L'orientation américaine est résolument moderniste et adopte un outillage contemporain (coffrages intégraux métalliques ou en aluminium), des principes d'organisation de chantier similaires à ceux qu'emploient les entreprises concurrentes, et une volonté de faire la preuve de la compétitivité de la technique. Cette orientation est tout à fait favorable à une formidable réactualisation du pisé que l'on peut augurer pour les 5 prochaines années à venir. Un nouveau savoir-faire est naissant aux U.S.A. qu'il conviendrait d'observer plus attentivement. Néanmoins, l'envergure des réalisations (petites maisons individuelles) et les développements ambitionnés pour la construction en terre dans le cadre d'une véritable filière cohérente, ne sont pas à la même mesure que ceux qui sont aujourd'hui déployés en France. Des contacts sont régulièrement entretenus avec nos homologues américains afin de susciter une plate-forme d'échanges. Plusieurs visiteurs que l'on peut compter parmi ces pionniers d'une nouvelle architecture en pisé américaine, sont attendus en France, notamment pour être informés du projet "Village Terre" de l'Isle d'Abeau et des actions développées à l'Ecole d'Architecture de Grenoble et plus largement sur la région Rhône-Alpes. L'exemple américain, spécialement adapté au contexte d'un pays industrialisé doit être suivi car il semble être potentiellement porteur de démonstrations et d'enseignements techniques utiles à une transposition d'un pisé moderne et compétitif, en France. L'Amérique nous offre encore une démonstration efficace de l'acte d'entreprise mais semble ignorer les autres terrains de développement que sont la formation et la construction dans le Tiers Monde, terrains sur lesquels la France conserve aujourd'hui une avance indéniable autant confortée par des actions passées que par des actions actuelles. Néanmoins, la création récente, aux U.S.A. de l'IFEC (International Foundation for Earth Construction) et les objectifs annoncés d'intervention dans le Tiers Monde peuvent laisser à penser qu'il s'agit de prendre désormais en compte un partenaire de taille.

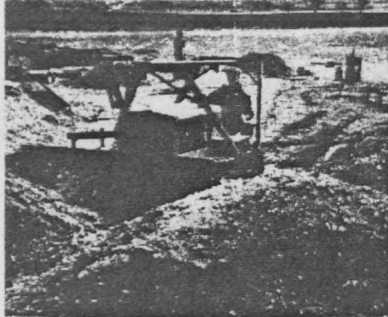


PLAN OF MILLER HOUSE, like its elevation, reflects need for simplicity in successful rammed earth construction. Most glass areas and irregularities are concentrated along south side, permitting continuous earth walls along other three sides, with fenestration held to a bare minimum on north. Intermediate roof support is by wood posts and all interior partitions are replaced by built-in storage units of different types. Three-way division of bath is ideal for family of several children.



(in "MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL" L&D. MILLER)

PRODUCTS & PRACTICE



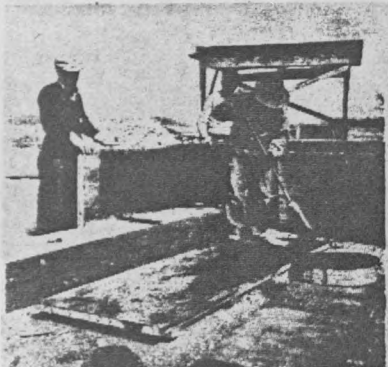
TOPSOIL REMOVED by bulldozer exposes subsoil suitable for rammed earth construction (7 parts sand to 3 parts clay and gravel).



SOIL IS SIFTED through coarse mesh to remove stones and debris. Aggregates can range from fine sand up to large gravel but finer particles must predominate.



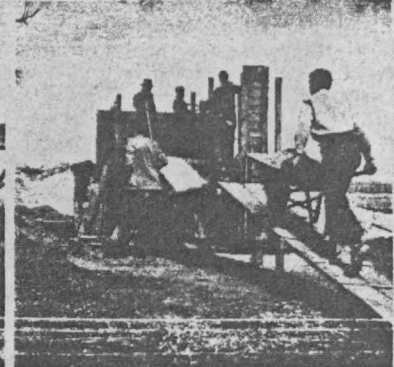
MIX IS DAMPENED by hand. Unlike adobe, terra pise is barely moistened. Soils with high clay content are unsuitable due to high shrinkage and high erosion of clay.



FORMS ARE OILED before use to permit removal as soon as ramming is complete. Concrete footing is scored to assure good water- and frost-proof bond with the wall.



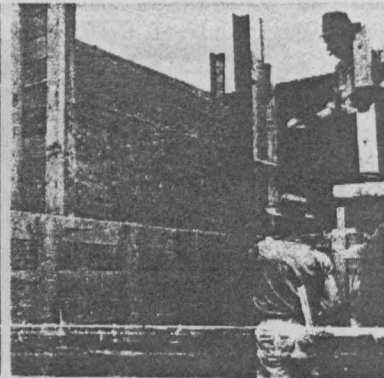
FORMS ARE HELD in alignment by vertical scaffolding tied by transverse rods. Holes left by removal of rods are plugged with dagga.



SOIL IS CARTED in wheelbarrows along ramps to point of ramming. This need for ramps and scaffolding sets practical limit of one story to use of rammed earth.



COMPRESSED AIR HAMMER with special head compacts soil. Each horizontal run, about 4 in. deep after tamping, is rammed in one continuous operation for each wall.



REMOVAL OF FORMS can take place immediately, though walls must cure before roof is framed. Initial set takes 10 days, but strength increases for several years.

in "MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL" D & L. MILLER.

DANS LA MANÈGE À L'ÈRE DES MACHINES CONSTRUITES PAR LES MILLER.

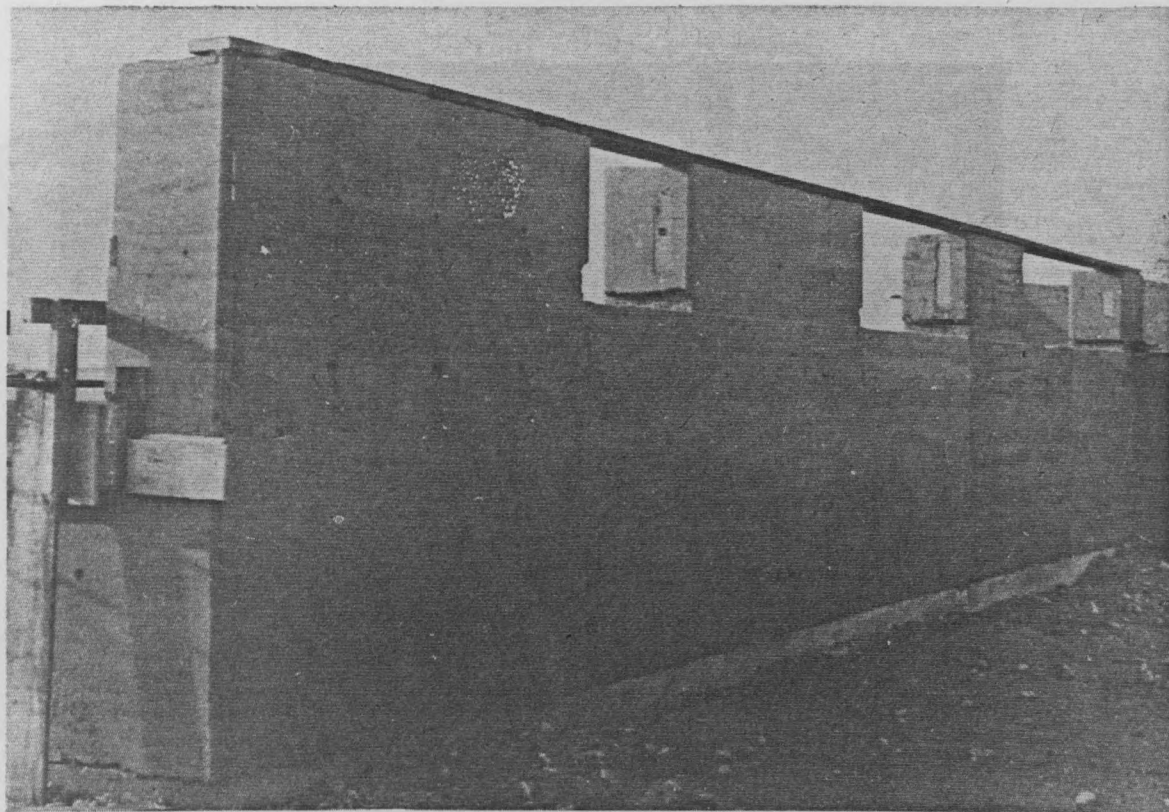


photo D. MILLER

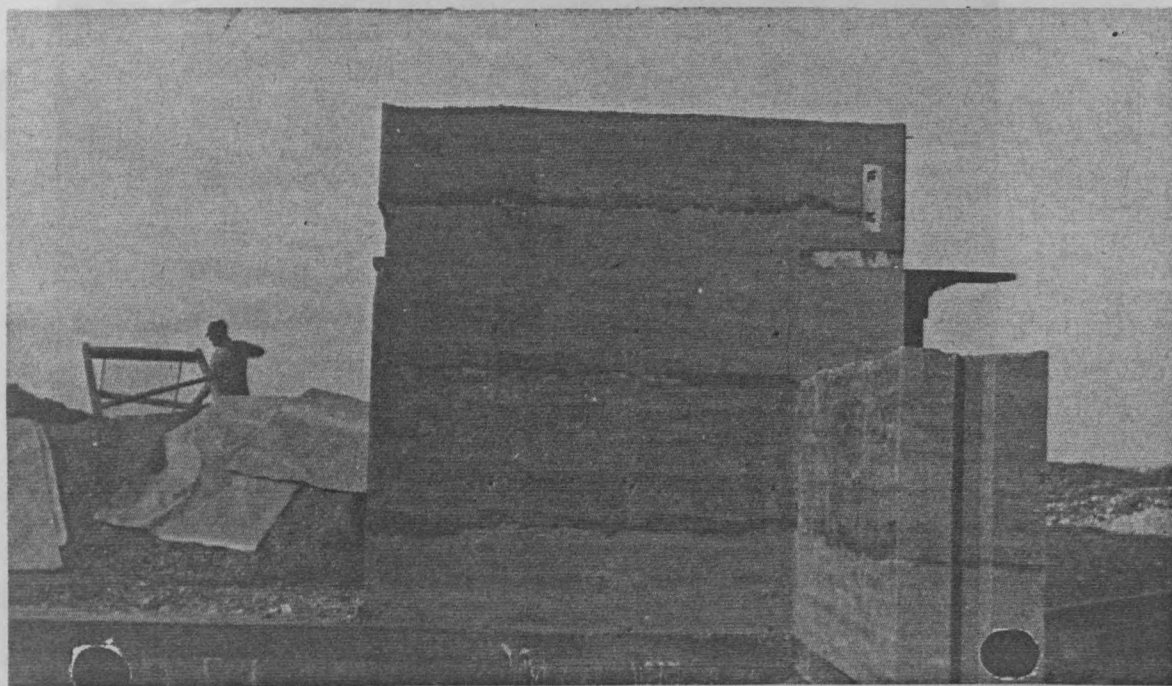
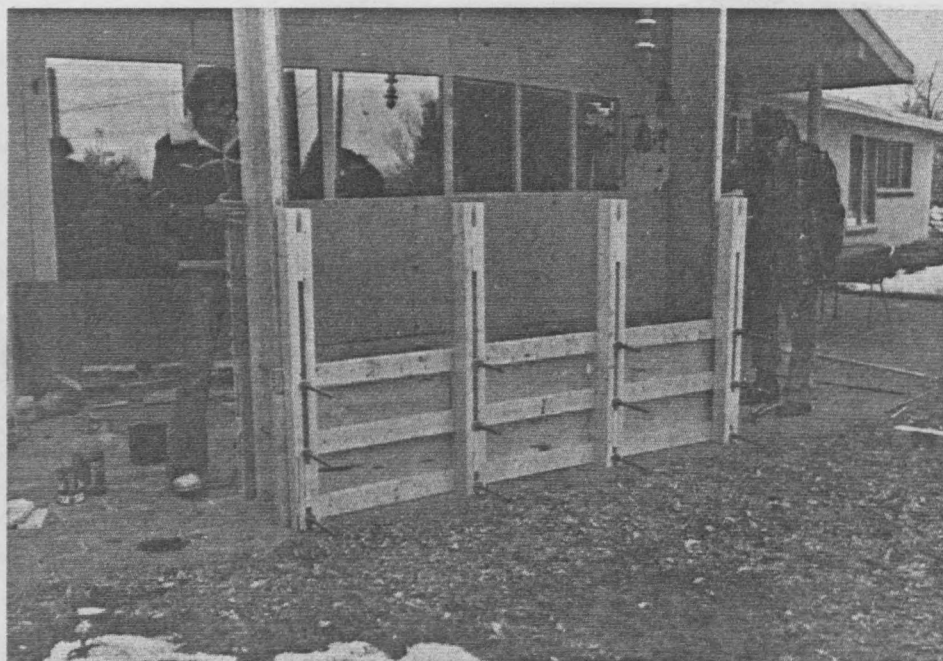


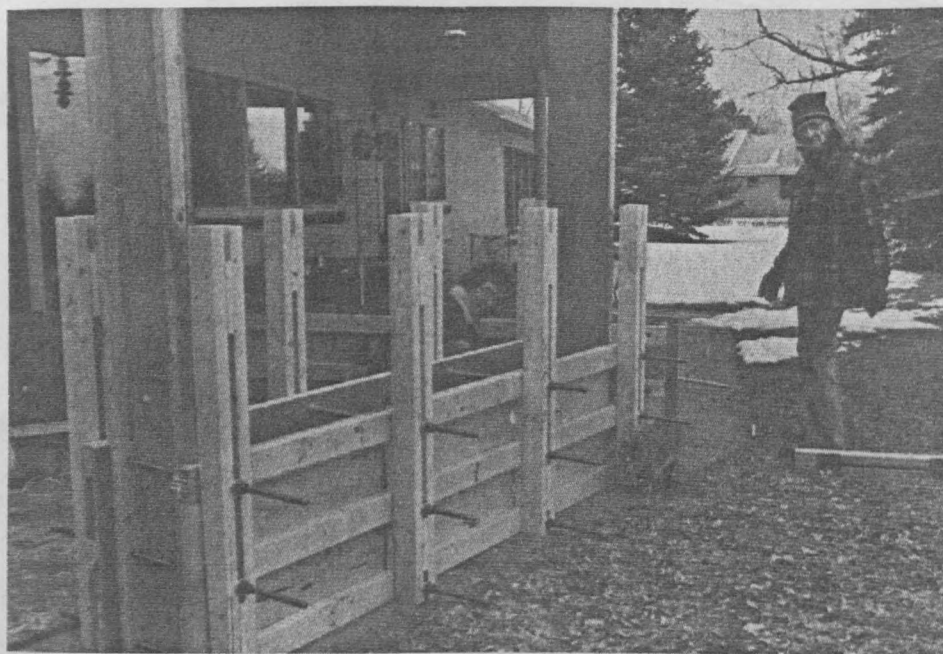
photo D. MILLER

(in MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL. D.L. MILLER)

(in MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL. D.L. MILLER)



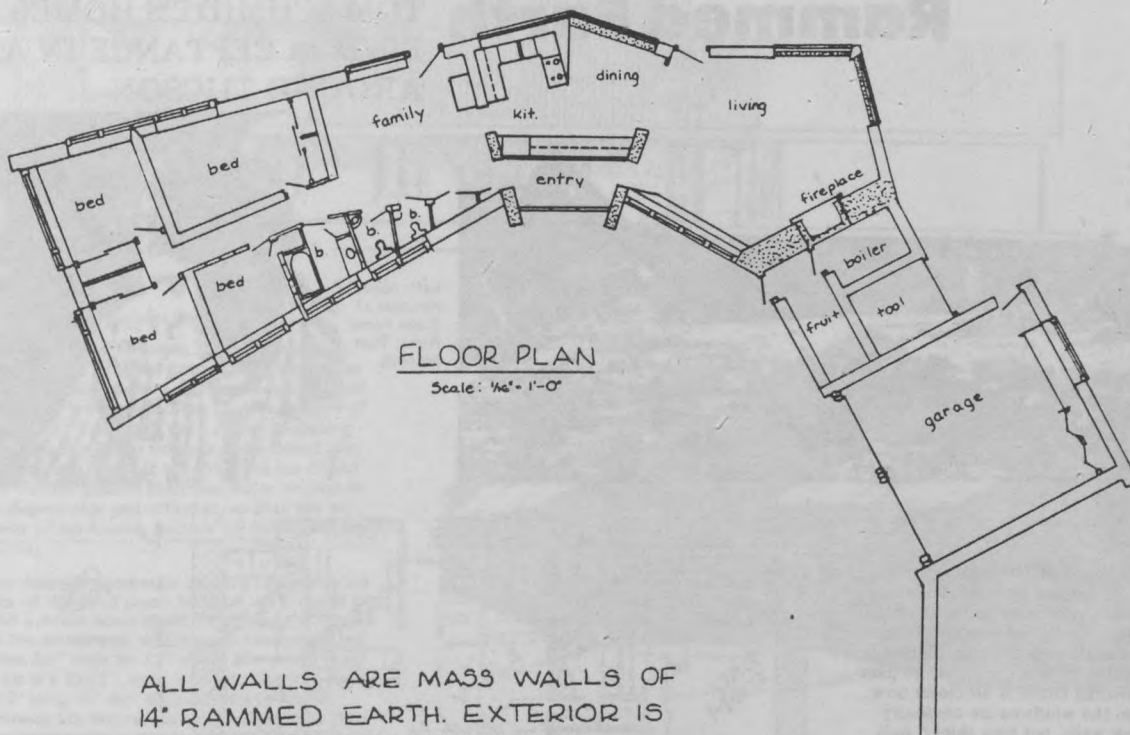
View of assembly of form panels 1, 2 and 3.



Endgates, panels 1 and 2 in place, bolts and uprights holding forms in place.

(in "MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL" D&L MILLER.)

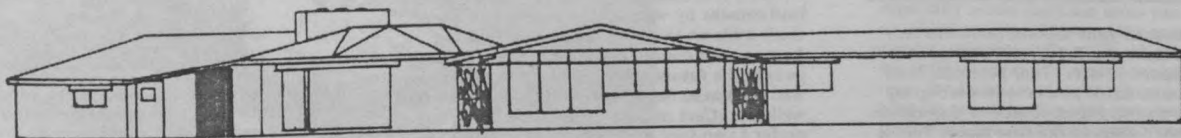
PLANS & FACADES D'UNE DES MAISONS CONSTRUITES PAR LES MILLER.



ALL WALLS ARE MASS WALLS OF 14" RAMMED EARTH. EXTERIOR IS STUCCO, WITH PLASTER AND WOOD PANELING ON INTERIOR



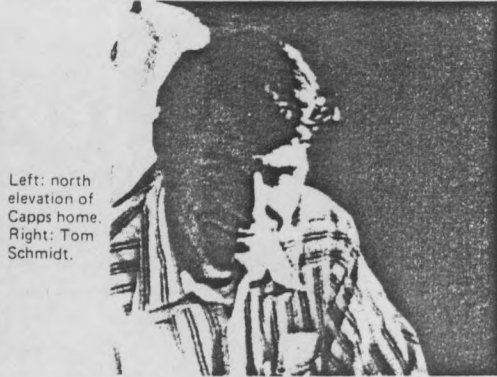
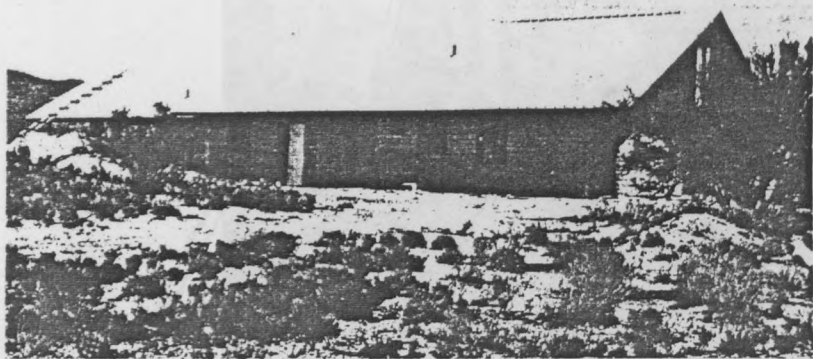
NORTH ELEVATION



SOUTH ELEVATION

Rammed Earth

TOM SCHMIDT'S HOMES FIND ACCEPTANCE IN AND AROUND TUCSON

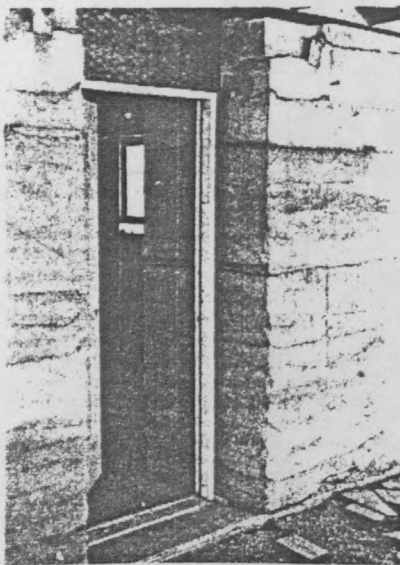


Left: north elevation of Capps home. Right: Tom Schmidt.

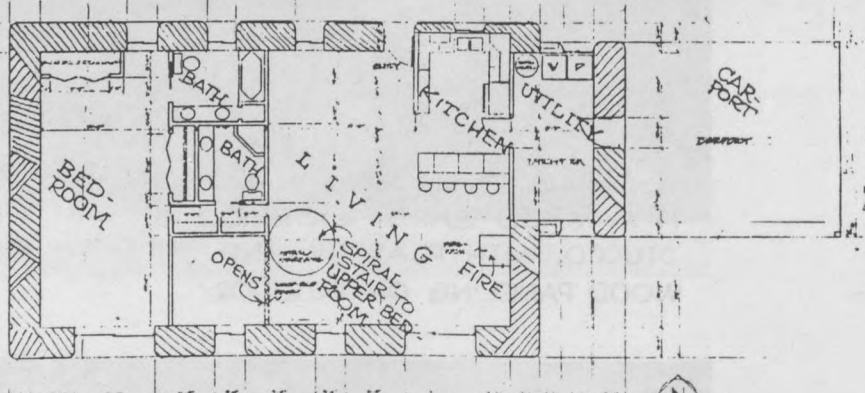
By Joe Tibbets

Under the intense sun of Tucson's suburban foothills, I find myself gazing at what appears to be a standardized American home- clean, gable roof, perhaps a touch of ranch styling, but certainly not a style readily identifiable with earthen construction- no *portales*, no parapets, tile, or territorial trims. A bit closer now, I detect a change- the windows are obviously well set into thick walls, but how thick? And then the non-adobe wall texture speaks of earth- great masses of it, and I can see the thicknesses of doorways, windows. Here we have a very typical home in respect to floorplan and design- but all the walls are three feet thick.

Capps Residence: super-thick aspect of 36" wall.



Ask just about anyone around Southern Arizona about Rammed Earth, and one name will come up sooner or later- Tom Schmidt. Most other Rammed Earth practitioners recognize Tom as the one strongest source of inspiration that motivated them in the first place. Tom is soft-spoken, assured, and has inherited his knowledge and experience from his Father, who began working with Rammed Earth in Europe. He is the kind of person who has compassion for the



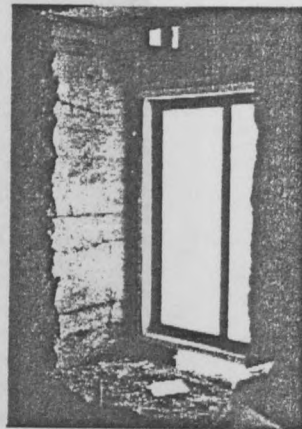
Capps floorplan. In this drawing, windows and doors are shown set towards inside of wall, but in actuality are set about 6" from outside wall edges.

owner-builder, but also a real understanding about large scale work that can only be properly done with heavy equipment and larger crews.

Tom's company goes by his name, *Rammed Earth by Schmidt*. Starting out at Saint David, Arizona, where he already has a name for a fair group of Rammed Earth dwellings, Tom has begun to catch on in the Tucson area. But as most R.E. pioneers will tell you, it hasn't been easy. Acceptance from financial lenders, code officials and competing *adoberos*, has been an uphill battle. Now, Tom and the small band of tenacious rammers appear to be "over the hump"- enough r.e. homes exist as show pieces- with happy dwellers, and the challenge is keeping up with demand.

A look at the new Tucson house (first pictured), will give the reader a fair idea of what goes on in constructing a contemporary home with very massive walls. The soils themselves were largely trucked in from a sand and gravel yard about 3 miles away, and mixed with some on-site soils. At that, Tom stabilized the mix with 4% portland cement by weight. The decision to use 3' thick walls on this particular house resulted from various considerations, but Schmidt projects in the future are more likely to be 24" in wall thickness. Says Tom, "I'll do the three foot walls for effect or accents here and there, but I prefer a two foot wall with 2" of exterior insulation on the north and west. At Saint David (3600'), we have too much heat loss in the winter from even a three foot north-facing wall that is not insulated."

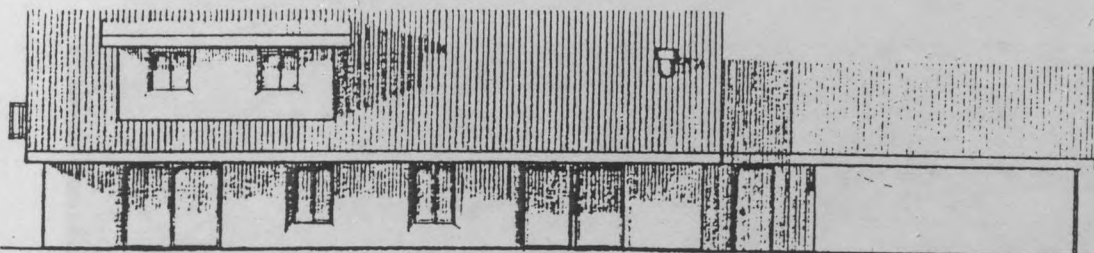
The *Capps Residence*, as this project is named, is about 1600 square feet in size, but appears larger, due to the open 'cabin plan'. It is insulated on the west north and east exteriors with 1" of 'barn board', and then a stucco coat.



In the photo, you are looking at the window setting 'in the rough'. A concrete window sill will be poured to fill the obvious void, giving a space about 28" deep- quite a difference from a typical frame home, where sills range from non-existent to perhaps 4-6" deep.

Continued on next page - 59

in EARTH BUILDER (Adob today's) n° 43.



View of south elevation. Roof is 26 gauge, metal rib, desert tan enamel finish.

- SOUTH ELEVATION -

TOM SCHMIDT

Continued from previous page-

Like the adobe builders, *Rammed Earth* by Schmidt has adopted passive solar design for most of their projects. If you study the floor plan, this is evident on the south exposure of the home. You don't notice a lot of glazing there, as the *Capps* home is a low desert site, and winters aren't that cold. Tom has found the *Cornell* passive solar hot water heaters to be dependable and efficient, so they are on many of his homes, and we see them here (in photo).

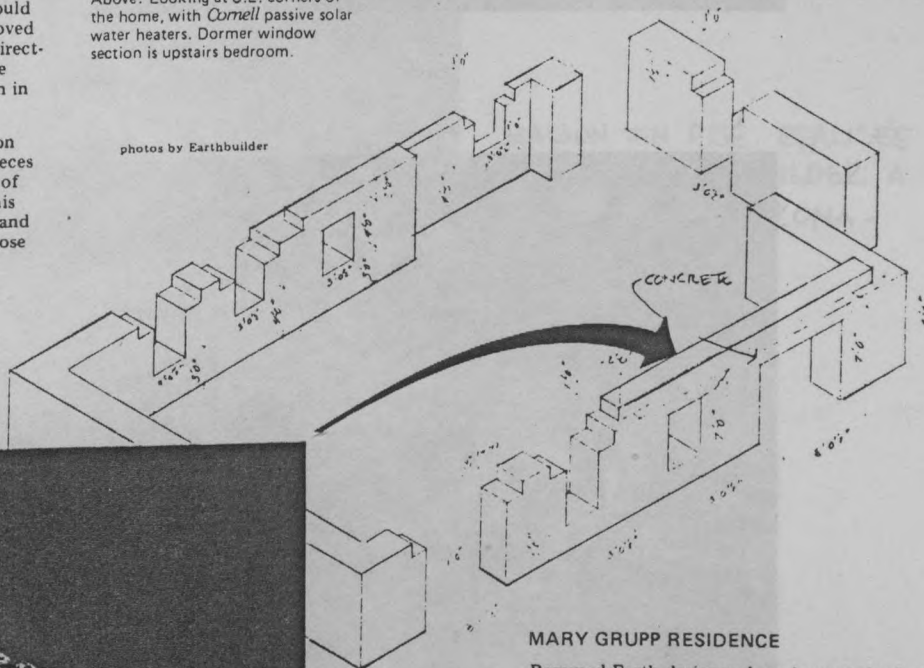
The diagram (isometric drawing) gives you an idea of the 'wall plan'. Most of the home is tied with a wood bond beam, excepting the stretch on the south wall, which has a concrete bond beam 24" wide by 12" deep. The wood bond beam is a 2x12", anchored into the wall mass by 3' long, 1/2" dia. anchor bolts (with flat plates at the bottom to secure them). By New Mexico standards, this wood bond beam would not pass code, but the City of Tucson approved it because a rigid diaphragm roof is nailed directly to the 2x12", which tends to stabilize the walls through a more direct connection than in most roof designs.

The photo below shows the concrete portion of the bond beam on the south wall top. Pieces of rebar can be seen at the chipped section of the underside of the beam. Concrete like this also serves as a lintel feature over windows and doors elsewhere in the structure, but at those points is not technically a bond beam.



Above: Looking at S.E. corners of the home, with *Cornell* passive solar water heaters. Dormer window section is upstairs bedroom.

photos by Earthbuilder



60

MARY GRUPP RESIDENCE

Rammed Earth designers have been at the forefront of small and medium-sized home design, especially where modular units can be repeated or added on later. This was the case at the *Mary Grupp* residence at Saint David, where *Schmidt* has built another 36" walled project. In this case, the living quarters are shown in the floor plan, as one unit. The unit was then repeated to contain the swimming pool. Passive solar enters the larger south windows to heat the water, which in turn tends to keep a moderate

photos and floorplan for Mary Grupp on p. 83

cont. on p. 83-

in EARTBUILDER (Adobe today's) no 43

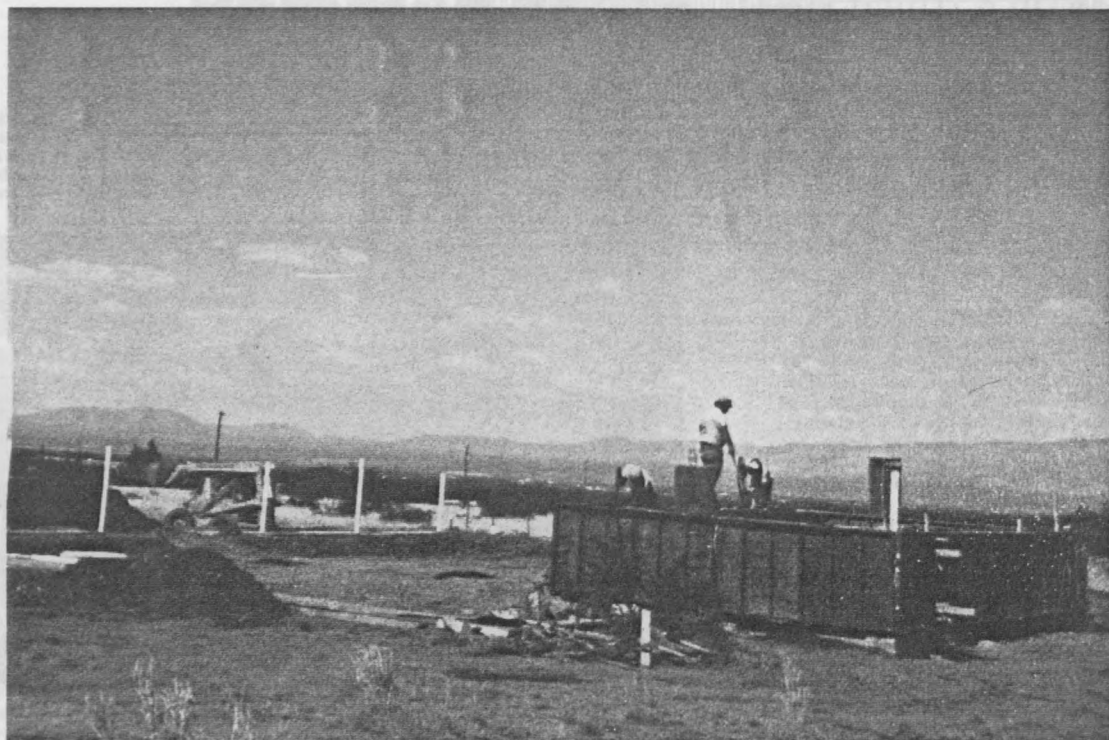


photo SCHMIDTBUILDER

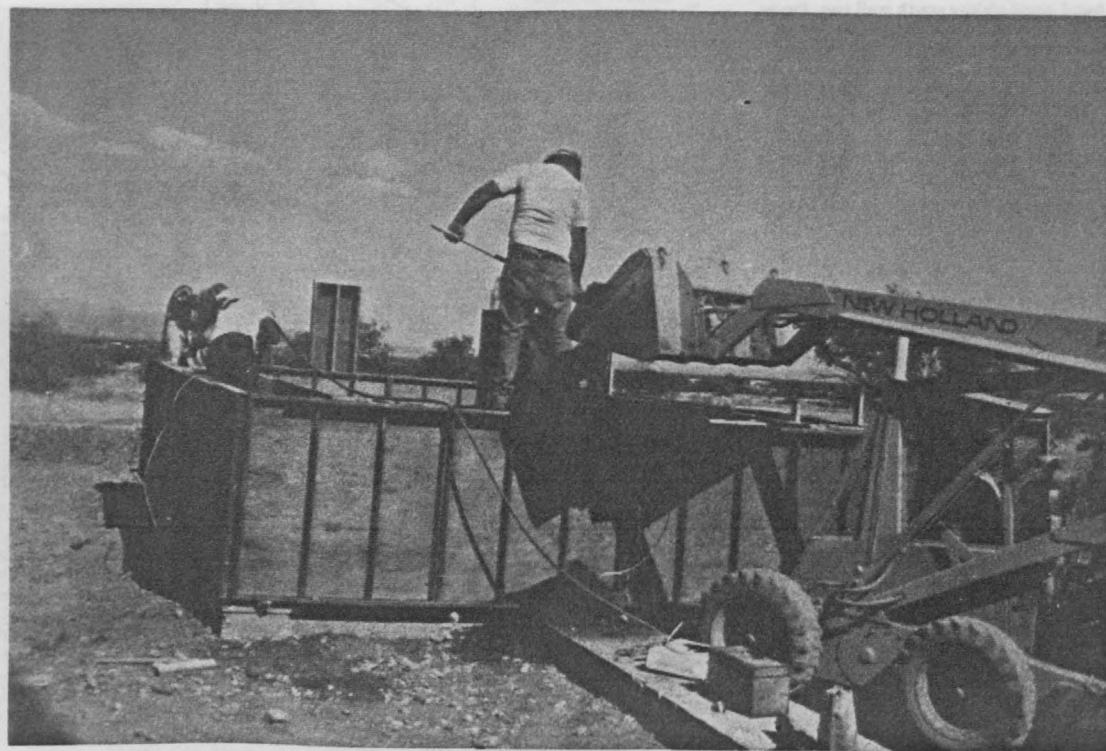


photo SCHMIDTBUILDER

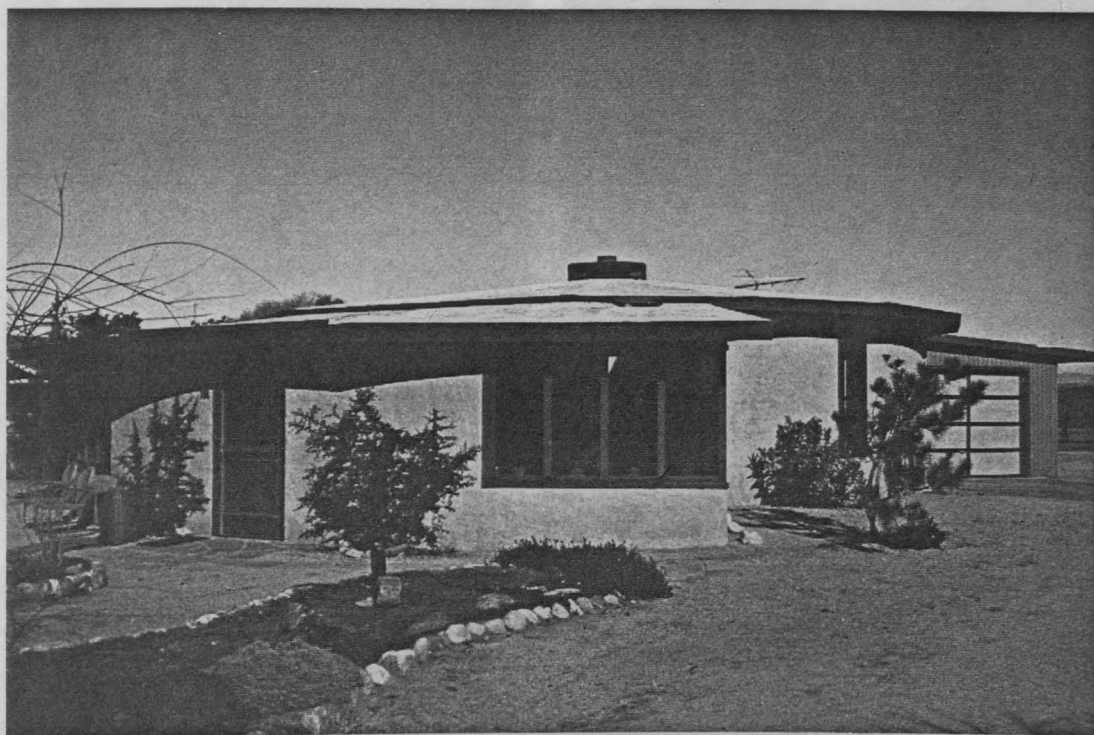


photo CRATERRE

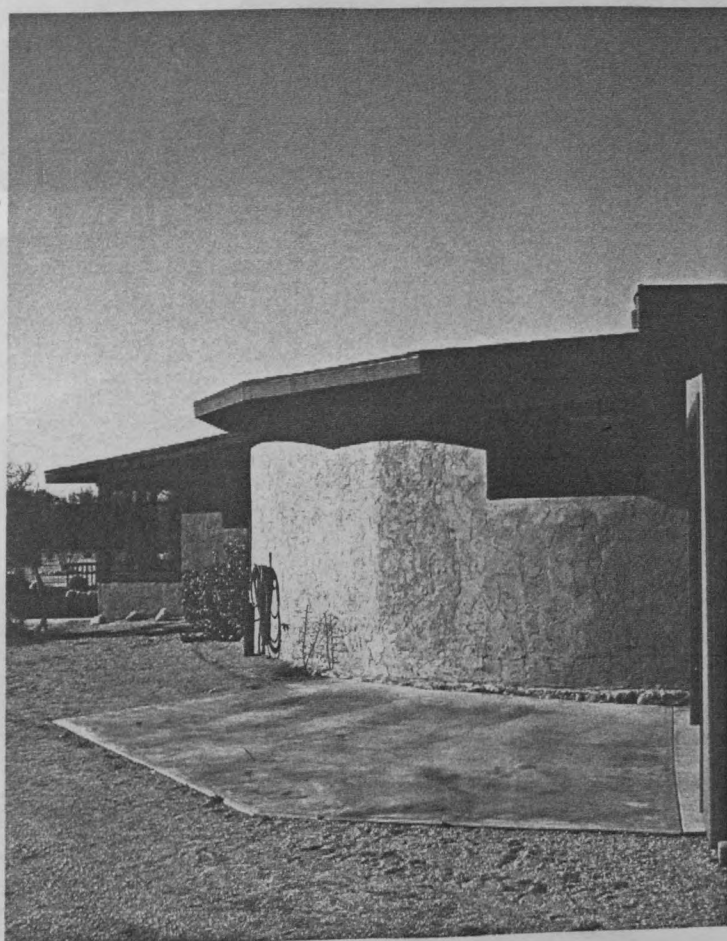


photo CRATERRE

MAISON EN PISÉ REALISÉE
PAR SCHMIDT BUILDER A
ST DAVID - ARIZONA -

MAISON EN PISE REALISÉE PAR SCHMIDT-
BUILDERS A ST DAVID - ARIZONA

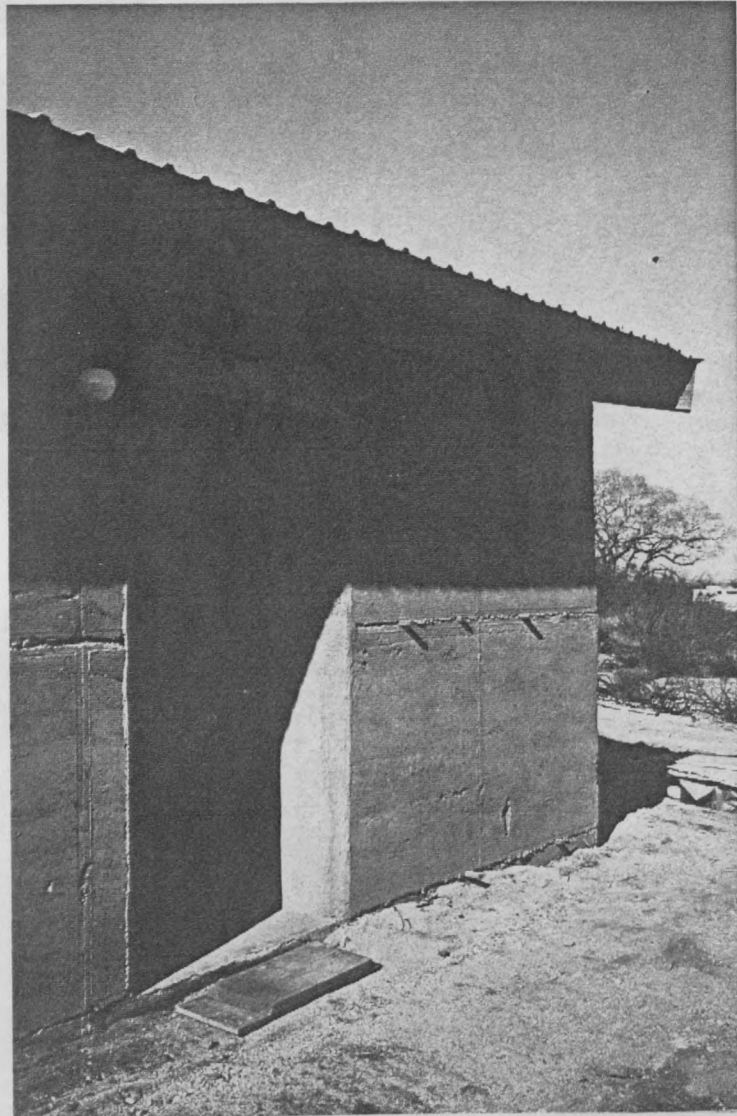
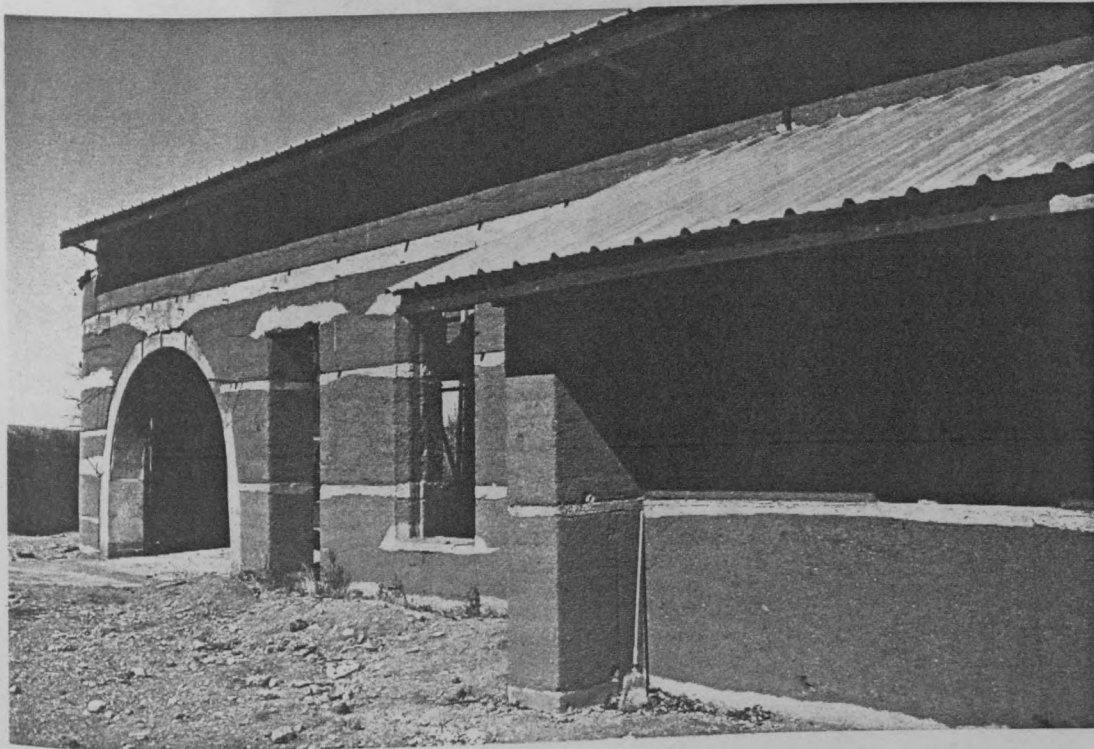
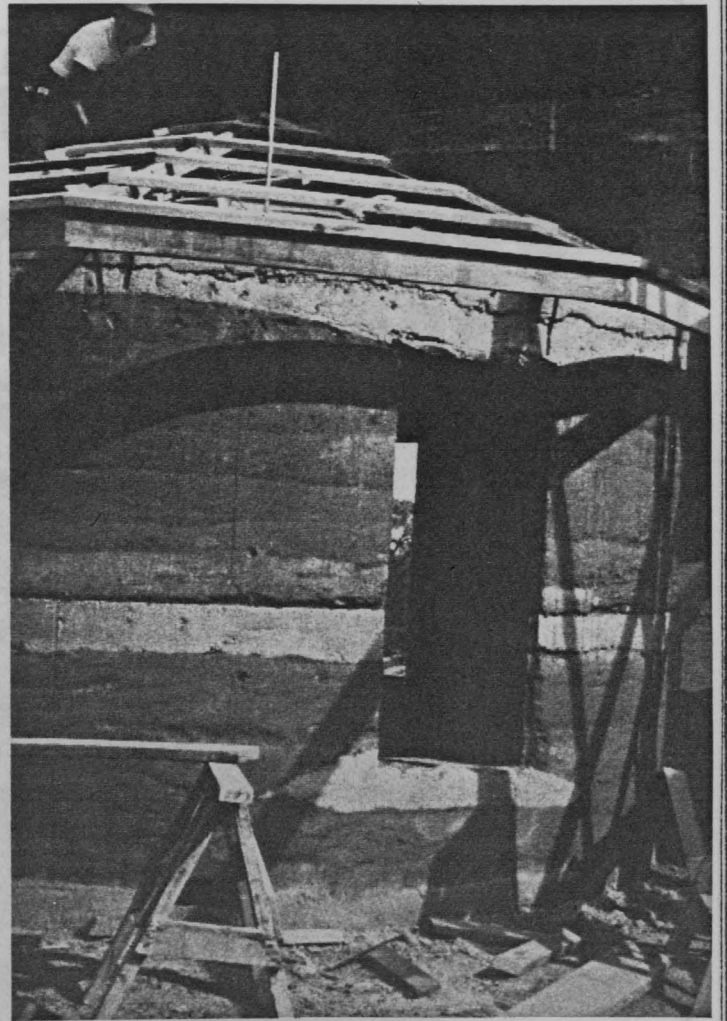
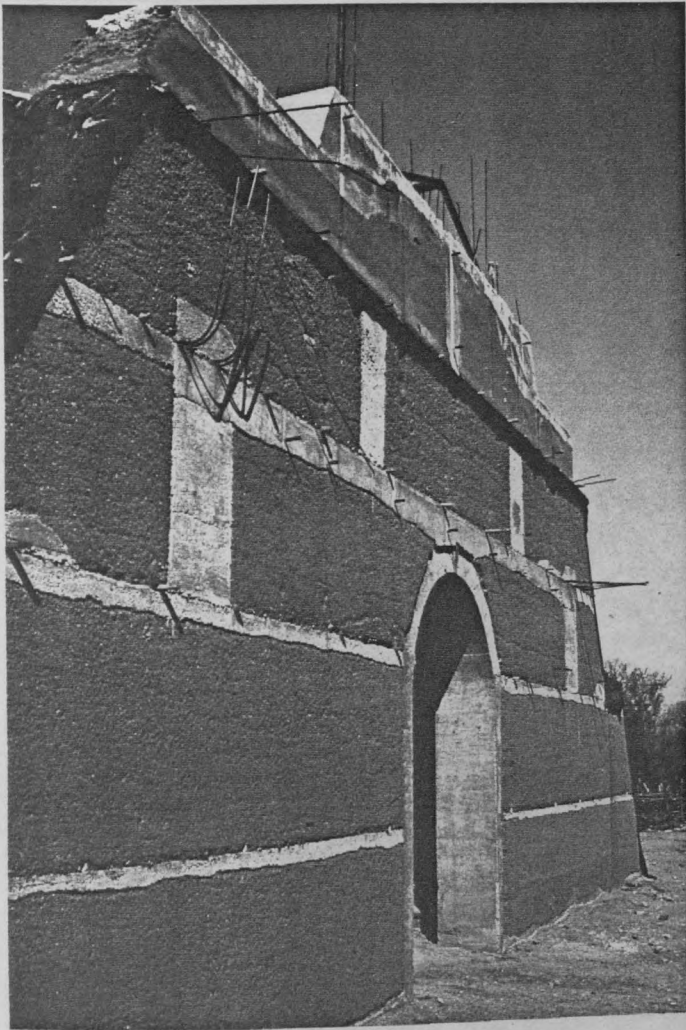


photo CRATERRE -



MONASTÈRE BÂTI
EN PISÉ PAR
SCHMIDTBUILDERS
ST DAVID
ARIZONA

photos CRATERRE .

DAVID EASTON : CHANTIER EN PISE -

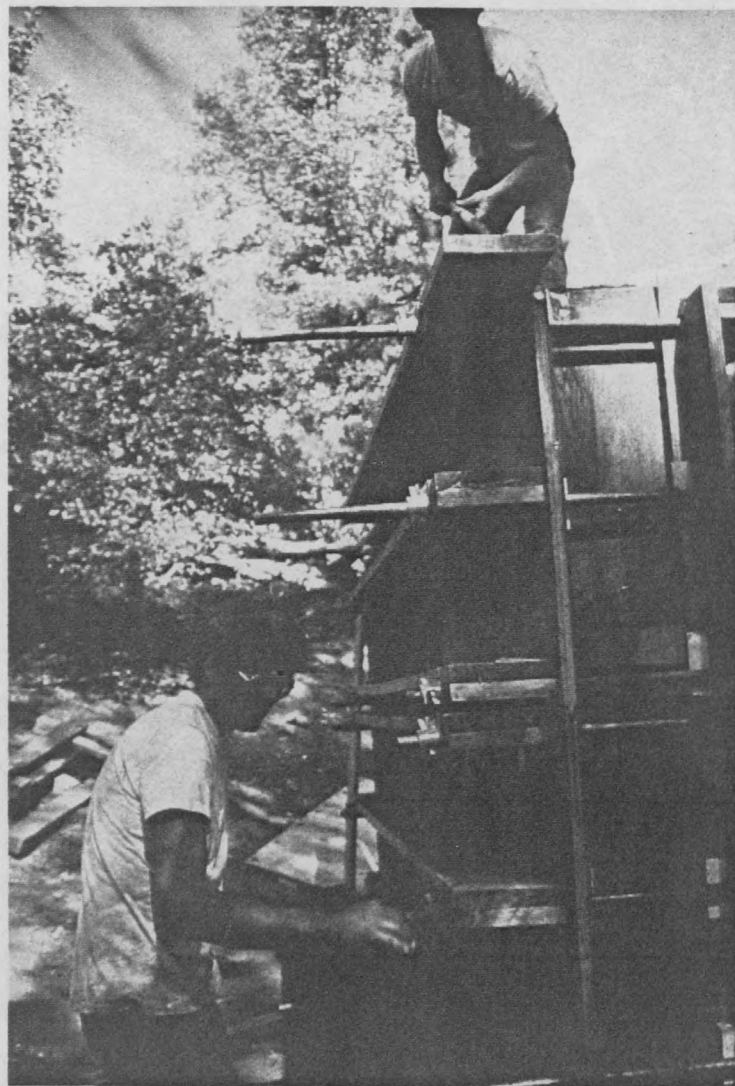
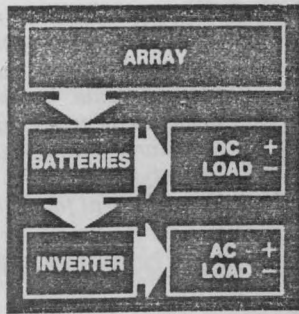


photo D. EASTON.

NEW SHELTER

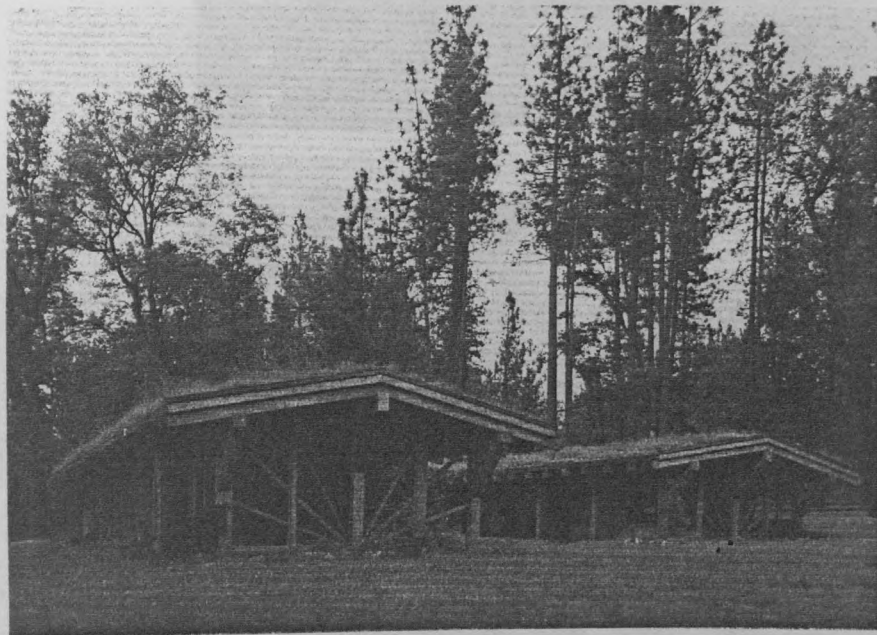


RODALE'S

New SHELTER

MAY/JUNE 1982
\$1.50

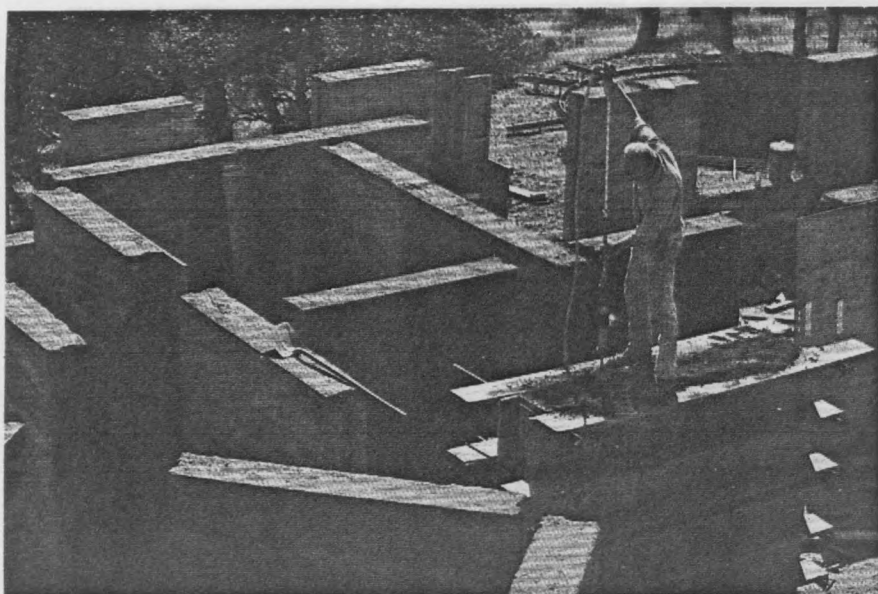
WPS 16641



"If there are such things as devas, spirits of the woods, then they're going to be happier with this house," says David Easton. This was Easton's first rammed-earth effort. PHOTO BY CARL DONEY

FROM POUNDED GROUND...

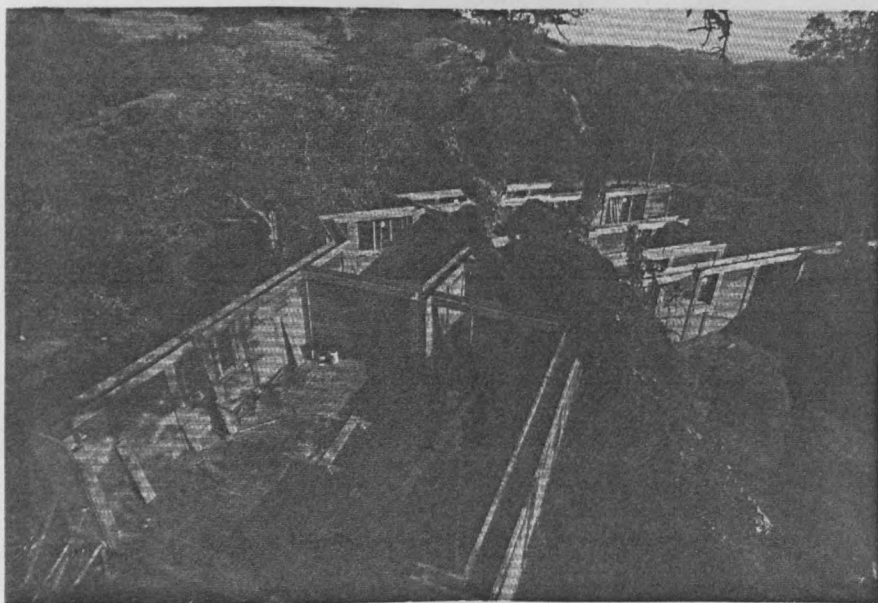
by David Bumke



The actual earth ramming process: Here, a worker uses a pneumatic tamper to create a wall section of the Menzel home. Something magic happens when earth is rammed: It locks up like stone. The horizontal trusses help the plywood forms stand up to the heavy lateral forces of ramming.



A Rammed Earth Works home isn't built in a day, but between sunrise and sunset, a lot of walls can go up. One worker handles the pneumatic tamper; one tills the pile of subsoil; another, on the tractor, carries dirt to the wall forms; a fourth sets up forms and takes them down.



This extensive wooden framework connects the freestanding earth panels and gives shape to the poured concrete posts and bond-beams. The wood remains in place, adding to the natural feel of the homes.

FINE HOMEBUILDING

OCTOBER/NOVEMBER 1982 No. 11

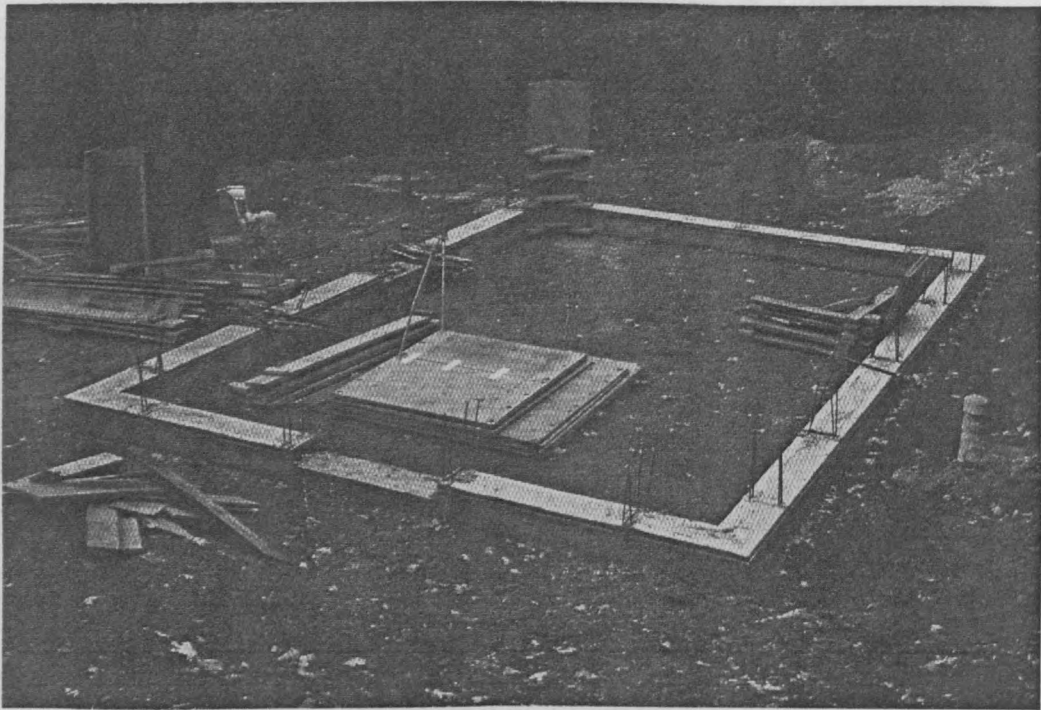
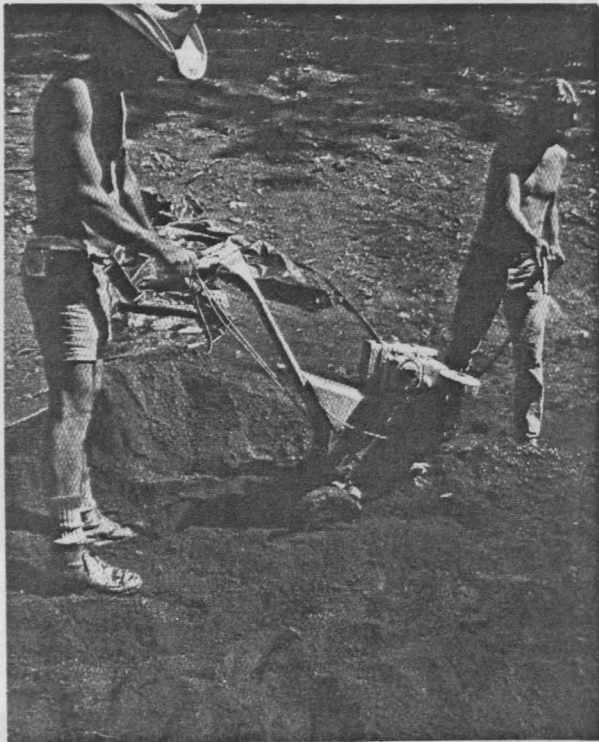
Rammed Earth

An ancient building method made easier by new technology

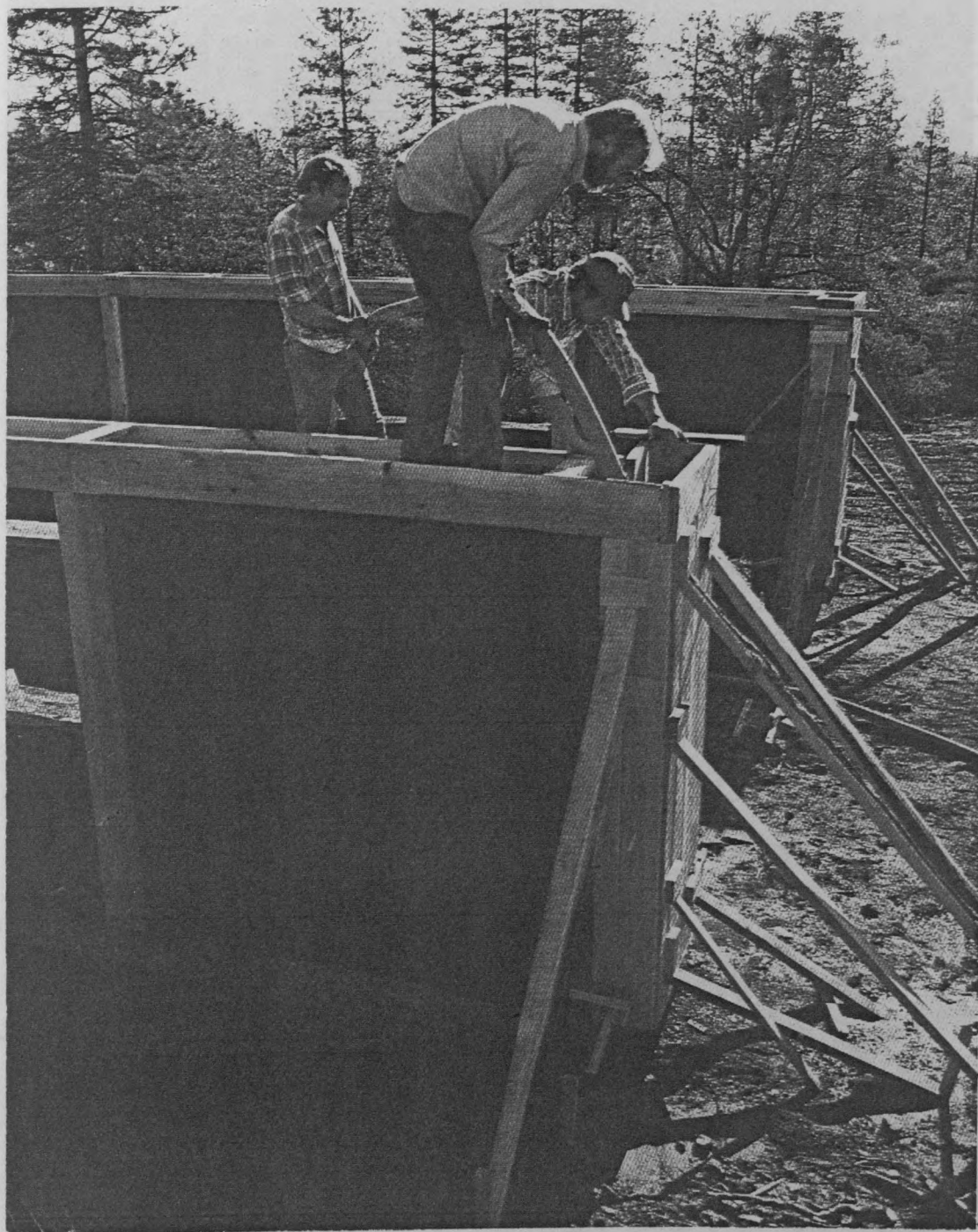
by Magnus Berglund



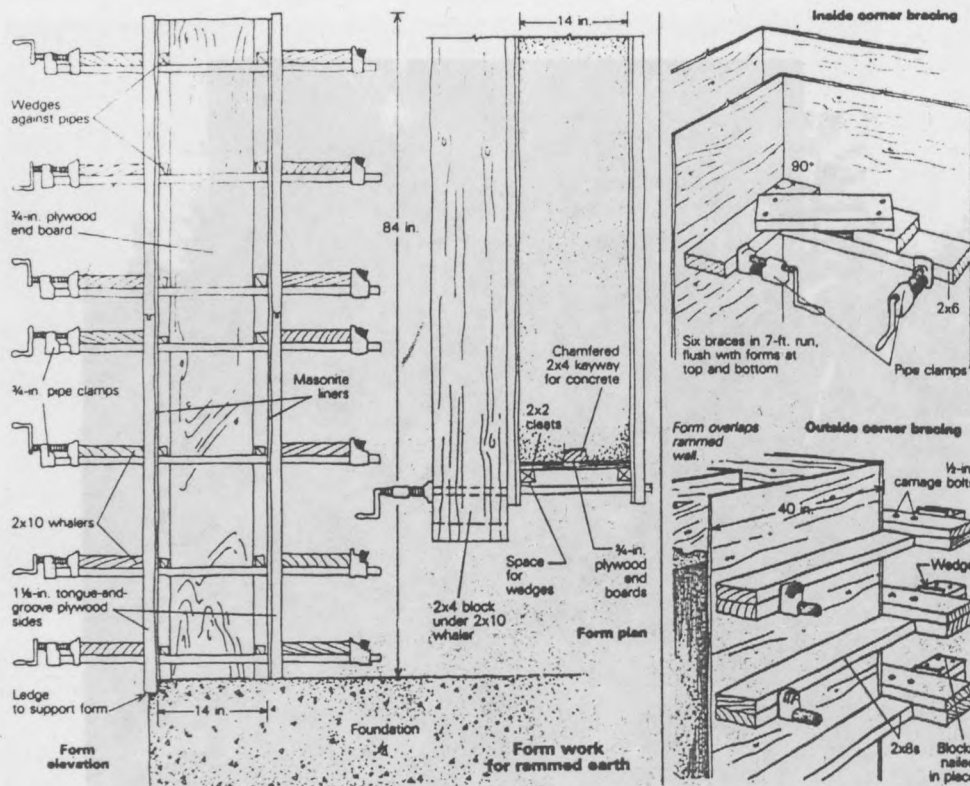
[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.]



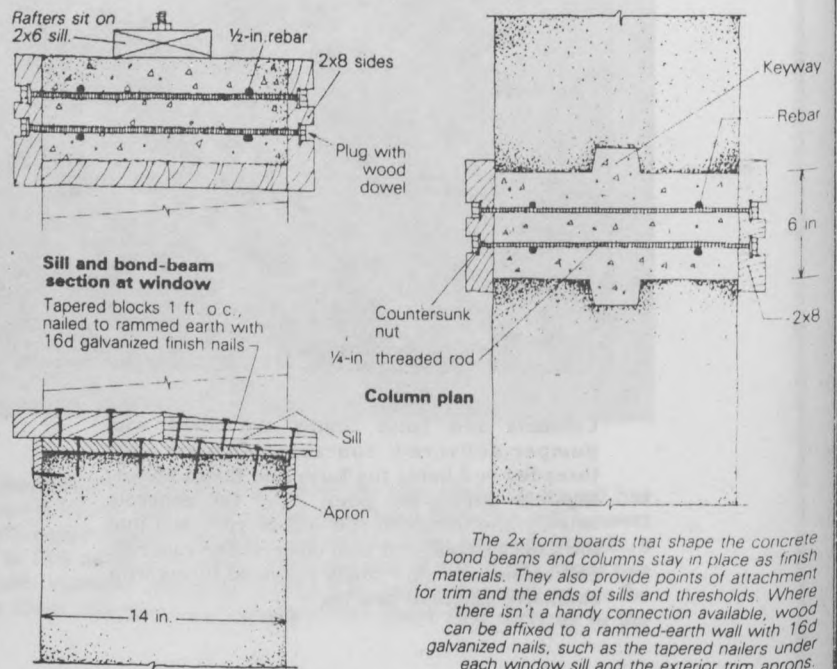
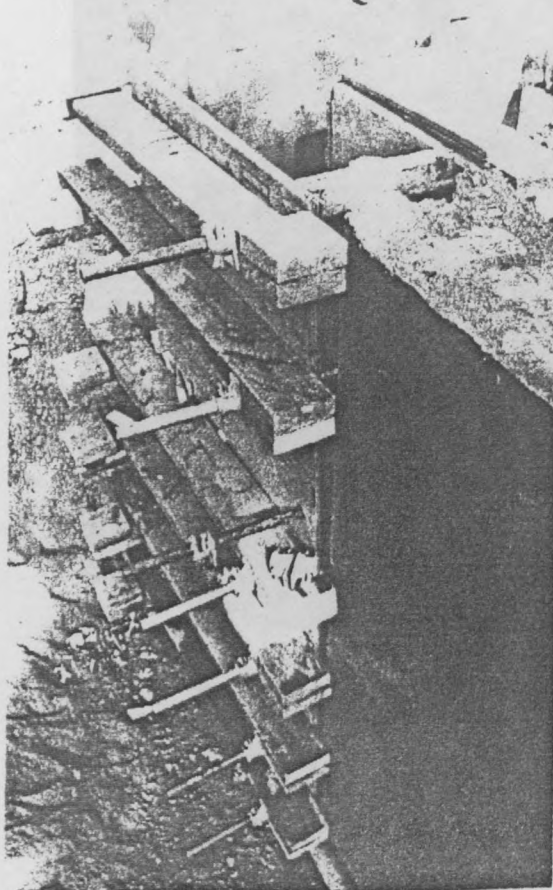
Rammed-earth walls are built with subsoil that's been excavated from the site. After the topsoil has been cleared away, a foundation is poured, below. Rebar protruding from the foundation will connect the concrete columns, and the ledge will support the forms while the wall is being tamped. At right, a rototiller blends the subsoil with 7% to 15% portland cement. Once the mix is wet, it has about two hours of workability. Facing page: freshly rammed wall sections. The 6-in. gaps between them are for concrete columns. Keyways will lock these columns into the walls. The short wall sections in the foreground will support windows.

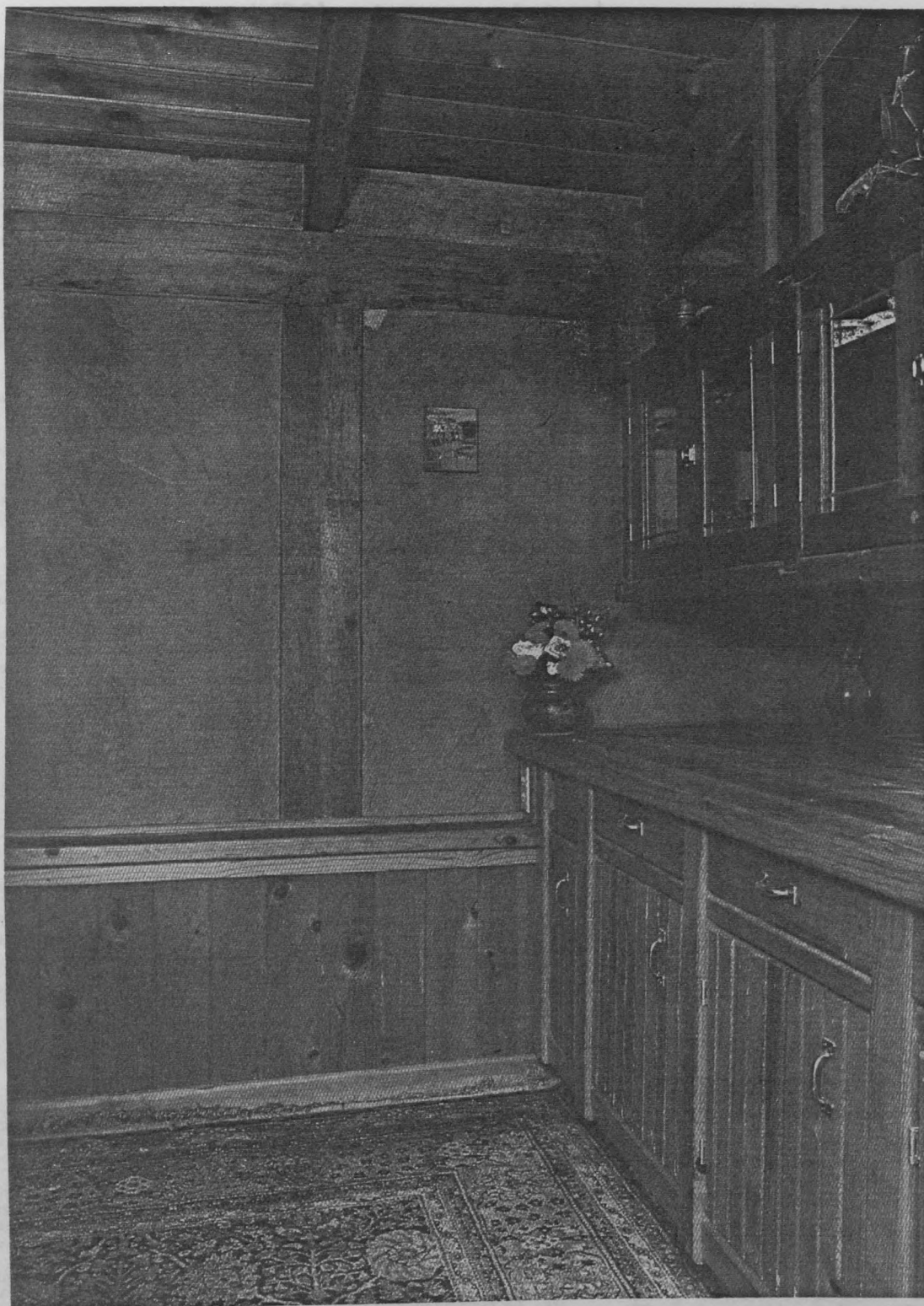


Columns and bond beams are filled with pumper-delivered concrete. Quarter-inch threaded rod holds the form and finish boards together during the pour. After the concrete sets up, the threaded rod will be recessed into the 2x8s and plugged with dowels. The concrete end columns in this house required forms with extensive diagonal bracing.



A corner form. Bolted and blocked 2x8 whalers on the outside oppose diagonal 2x6 bracing on the inside (drawing above).





Interior finish—Once cured, rammed-earth walls can be left as they are, or treated any way you like—painted, plastered, drywalled, stuccoed or even wallpapered. Most of our customers prefer the natural look, with nothing more than a clear sealer applied. The sealer prevents dusting and superficial flaking, and provides

(in EARTH BUILDER Adobe Today's N°43. 1983)

Rammed Earth

RAMMED EARTH IN THE RAIN FOREST

REALIZATIONS IN THE PACIFIC NORTHWEST

by JOHN PAULMAN

Earth construction is nothing new to the Northwest. In fact, Anglo civilization took root in the newly formed Oregon Territory among earthen walls.

Near what is now Walla Walla, Washington, Dr. Marcus Whitman raised up the first mission to the Cayuse Indians back in 1838, using that universal building material, mud.

But those who are familiar with Northwestern geography will tell us we need not marvel, since Walla Walla lies in the eastern rain shadow of the Cascade Mountains, where precipitation is relatively light.

While earth construction has been used fairly extensively in certain dry spots within the region like Walla Walla, no one would even think of using it over in the rainbelt.

Or would they?

Evidently they would. For, standing defiantly on a rain-pelted peninsula at the Canadian border, and lurking beneath perpetually dripping evergreens near Portland, Oregon, are two earth houses, each silently mocking the elements.

Follow the author now as he visits one of these, located in Carver, Oregon, just 17 miles southeast of downtown Portland.

Still wet from the previous night's downpour, the northern "jungle" was a thick tangle. I wound down the driveway through its intense verdure to find a white, rammed-earth house tucked into a shelf above the wild Clackamas River.

Forty-seven years of exposure to Western Oregon's climate seemed to have had little effect on the one-and-a-half-story structure.

I was greeted by the spry, 81-year-old owner, Clyde H. Rice, who recalled a time when the elements had been even less merciful than usual.

"In 1964 we had a 100-year flood. The rising waters had broken the dam up-river, and, in order to save what was left of the dam, the engineers decided to open the flood gates."

Despite intense efforts on the part of Clyde and his neighbors to stay the tide by building a berm around his abode, the waters broke right on through anyway.

52



He pointed to the top of a windowsill. "The waters came up this high," he said. Stretching a tape measure from the inside floor level to the sill, he cited, "18 inches—and the water stayed that high for six hours."



Clyde Rice points to the flood mark.

When the berm failed, Clyde and his crew concentrated on saving what they could. They shoveled mud out of the house all night long, so the boards in the wood floor wouldn't curl.

Ten hours after the ordeal had begun, the water was gone.

But the house wasn't.

Amazed at the story, I asked the obvious question: How much damage was done? When we were outside, he said, "See that crack?"

I pointed to a moderate crack running up one corner of the house.

"No," he responded. "An earthquake did that."

Then he showed me a small fissure along the top of the foundation wall.

During the flood, the walls had swollen from the excessive moisture they had taken on. As a result, they had moved outward about a quarter of an inch beyond the perimeter of the foundation walls.

But it was only the exterior plaster that had cracked in order to allow for the outward expansion.

I asked Clyde if that had been the only damage.

"Nothing else happened to it," he said, matter-of-factly.

I then queried him on whether the walls had been stabilized. But he appeared unaware of what stabilization was.

When I explained that it means the addition of an asphalt emulsion or Portland cement to exclude moisture, he assured me that there was no other ingredient, save the good earth.

The only thing between that vulnerable earth and the ruthless outside elements, he explained, was $\frac{1}{8}$ to $\frac{1}{4}$ of an inch of plaster made from white cement and white sand. Applied without chicken wire or any other kind of mesh, the thin coating adheres by "suction," according to Clyde, "or by filling in the irregularities in the surface of the walls."

He figures that if it were any thicker, its weight would exceed its adhesive properties, and it might crumble off.

Apparently, that delicate balance has been just right over the years to keep the walls as strong as ever. So strong, in fact, they've survived two earthquakes, in addition to the flood.

There are places that are so hard, he can't even drive a nail into them. He showed me a spot under the staircase where there still remain bent-over nails from thwarted attempts.

How did Clyde come up with his rammed-earth fortress in the first place?

Simple. He couldn't afford anything else.

'Way back in 1927, his father came across a pamphlet on rammed earth, which he passed on to Clyde.

Produced by the California State Department of Agriculture, "it told how Hannibal had built watchtowers around a Roman city before attempting to take it," remembers Clyde.

"A couple of hundred years later, the Romans tried to erase the awful memory of the siege by knocking down the towers. But, being made of rammed earth, they were too strong, and the Romans gave up."

He was impressed with all the technical data the pamphlet gave but, "being a Romanticist, when I heard about Hannibal, I had to build one myself."

Clyde was also to become a pioneer in using solar techniques, gleaned from another California pamphlet released about the same year.

"I was so poor, I couldn't use many of the ideas," he says. "But I did arrange most of the windows on the south side. I also trimmed the fir trees so that they shaded the roof in the summer, but let full sunlight through during the winter." And these two simple measures, he testifies, have proven quite effective.

RAMMED EARTH IN THE RAIN FOREST

Ten years after he first saw the pamphlets, he got his chance to build in 1937. "At the time, I was working for my father in Portland—trying to save his business from going under. I didn't have any money, but I just had to get out of the city."

He found five acres out in Carver, Oregon, which he secured with \$30. Then his wife took over his job, while still working at her own, so he could start building.

The first thing he did was to put up a temporary, Quonset-hut-style structure, made of poles and covered with building paper, in order to protect his soil supply from the copious rains.

Then he dug trenches for the foundation walls. These he filled with rocks gathered from the property. A \$12 bag of cement mixed with local aggregate finished the job.

"I should have made a better foundation," he reflects, "but I barely had enough money to survive in those days."

After tarring over the top of the foundation, he was almost ready to start ramming the 12-inch-thick walls.

"I had a friend who was studying to be an ironworker then, and he made all the bolts and things for the forms," Clyde recalls.

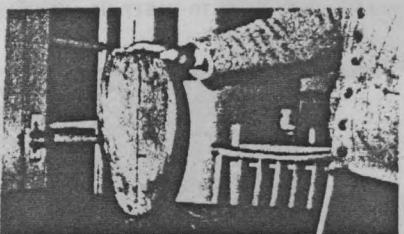
Since rocks were few, the soil was not screened. Nor were the sand and clay in textbook proportions. "The pamphlets said

I was supposed to have 60 percent sand in the mix; but, as it turned out, I had only 40 percent."

This excess clay caused some extra cracks, but Clyde took care of that by thrusting blobs of concrete into them about six months afterwards, and then troweling them over.

Instead of using a pneumatic soil compactor, ramming was accomplished using four different types of rams—all manual, of course.

The first one Clyde carved himself out of firewood, since it was the driest stock he could find. The head of it is perhaps best described as an elliptical cylinder which degenerates (or tapers) to a single, curved edge at its tip (see photo).



"The soil has to be kneaded," Clyde said. "And this is the tool that does it."

So, after throwing a three-inch layer of soil into the form and "kneading" it with this

continued



THE RAMMED EARTH CO

418 MONTEZUMA SANTA FE, NEW MEXICO 87501
 NM LIC 23010 505-888-1913

ARCHITECTS: Specifications and costs for thick wall commercial or residential construction

CONTRACTORS: We are licensed New Mexico contractors and will bid your masonry project

CONSULTANTS: Solar design, construction techniques, equipment and dealers for Western Forms Systems

OWNER/BUILDER: Consultation on your project

RAMMED EARTH IS APPROVED
 BY THE NEW MEXICO BUILDING CODE

**ENERGY EFFICIENT
 RAMMED EARTH HOMES
 BY
 SCHMIDT**

Soon to be available, Oct. 30, 1983;
 Rammed Earth Home Ideas Booklet,
 RAMMED EARTH DESIGNS FOR THE
 DESERT SOUTHWEST
 \$9 Post Paid to:

602 586-4443

10 YEARS IN THE DEVELOPMENT
 OF A RESURGING TECHNOLOGY.

SCHMIDT BUILDERS
 BOX 188, Rt. 1
 ST. DAVID, ARIZONA
 85630

**RAMMED EARTH BOOKS
 for Contractors,
 Architects and
 Do-it-yourselfers**

MANUAL FOR BUILDING A RAMMED EARTH WALL by David and Lydia Miller. Revised, 67 pgs. A step by step guide to rammed earth construction from soil selection to tamping earth into panels.

\$6.00

HANDBOOK FOR BUILDING HOMES OF EARTH by Wolfskill and others. 159 pgs. Photos, drawings and references. A classic document.

\$6.50

RAMMED EARTH, A SELECTED BIBLIOGRAPHY by David and Lydia Miller. It is hoped that this bibliography will diminish the prevalence of two myths. One, that there is no material on rammed earth construction and two, it can only be used in dry, temperate climates.

\$9.95

Postage and handling - \$.95 on 1 or 2 items; \$2 for 3 or more items ordered.

Send check or money order to:
 REI, 2319 21st Avenue, Greeley, CO 80631



**Learn
 RAMMED EARTH**

Southwest Solaradobe School
 Last Monday-Saturday in April '85.

TUCSON

Learn from the people who established rammed earth in Southern Arizona and Tucson.

The course is designed for THE CONTRACTOR/BUILDER or ARCHITECT interested in SYSTEMIZED EARTH CONSTRUCTION TECHNIQUES and will be taught with the assumption that the student already knows basic construction. Dealt with will be forming, mass walls, proper soils, costs and equipment, logistics, planning, etc

\$375 the full six days.

Write for Brochure to: SSS, P.O. Box 7460
 Albuquerque, New Mexico 87194

53

in EARTH BUILDER (Adobe Today's) n° 43, 1983.

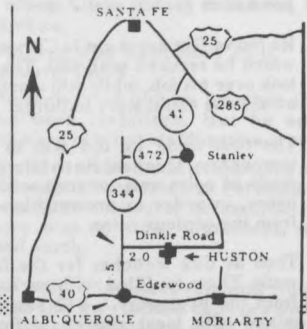
RAMMED EARTH HUSTON CONSTRUCTION CO.

(505) 281-9006 Edgewood, N. M. 87015

HUSTON CONSTRUCTION CO. was founded in 1976 when Stan E. Huston and Donald E. Huston both passed the New Mexico Construction Industries exam and were issued General Builders License 12981. Since 1976 Stan Huston has built residential and commercial buildings, most incorporating passive solar design. Since 1941 Don Huston has built highways, gaining valuable knowledge applicable to Rammed Earth. Earth Material, Rammed Earth or adobe, has proven to create the best possible passive storage mass.

HUSTON CONSTRUCTION CO. HAS BUILT A DEMONSTRATION HOME AT EDGEWOOD, N.M. ON LAND OWNED SINCE 1951 - SEE MAP.

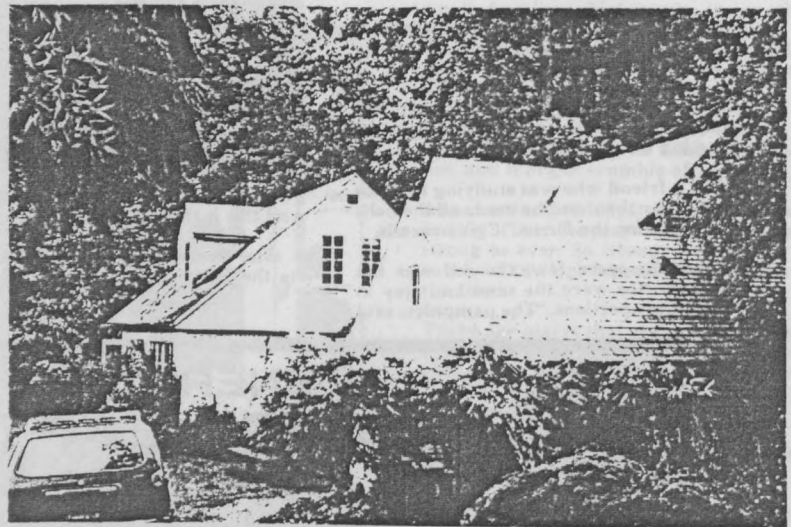
PLEASE FEEL FREE TO VISIT US.



RAMMED EARTH IN THE RAIN FOREST CONTINUED



Left: owner-builder Clyde H. Rice.
Right: The 47 year old Rice rammed earth home.



tool, a less severely pointed one was used. Diamond-shaped, and made from heavy metal, this intermediate tool further worked out air pockets and voids.

Next, Clyde pounded the soil with a flat ram until the wall "rang."

For a finishing touch, he compacted the edges, using a fourth type of tool, designed specifically for that purpose.

All this ramming had an impact on more than just the earth. "My hands hurt me for years afterwards. I used to have to put foam rubber between my thumb and index finger just so I could use a shovel or a hoe."

After he finished ramming a section of wall, Clyde knocked out the one-inch through-bolts. Then he managed to unseat and raise the form, using his own, home-made winch with block and tackle.

Since there was deep mud all around the base of the foundation, this arrangement also served to float the form across the slippery ground to its next location.

I asked Clyde how long it took him to get through the ramming process on the original 22 ft. by 26 ft. structure.

Obviously reliving the aches and struggles as he thought back on it, he told me painfully, "Three months, working 12 to 14 hours a day. A neighbor told me she used to hear me pounding past 12 o'clock at night.

"My original plan was that this would be the chicken house," he continued. "But after going through it all, I decided I wouldn't do that for any chicken!"

54

I almost feared to ask him that final question: Would he try it again if he had it to do over?

He hesitated as he thought a little, and I worried what his pronouncement might be

to the world of would-be earth-rammers.

Then, in a decided tone, he said, "Yes... if I had one of those air-powered rams they use nowadays." ♦

DAVID EASTON UTILIZES LOW-TECH RAMMERS AT MEXICO CITY

by JOHN PAULMAN

News

California rammed-earth builder David Easton recently duplicated his own California home in Mexico City, where it was used as a demonstration house for the fourth International Conference on Passive Low Energy Architecture (PLEA). From Aug. 6 through 10, experts from around the world shared design concepts and technology that will help developing countries raise their standard of living in the face of energy scarcities.

Carrying most of the tools he would use with him on the plane, Easton proved that energy-efficient housing can be produced without a lot of high-tech, high-powered equipment. Six energetic Latins, working at \$4 per day, replaced the front-end loader and the pneumatic rams that Easton uses on his state-side jobs.



l. to r. David Easton, neighbor Amber, daughter Terra, daughter Darth

Moving the soil in five-gallon buckets the way the ancients did (by hand), they raised the walls in six days. With the heavy equipment, it would have taken about one and a half days.

Located in an experimental, "eco" community called Tlalpuente, the 800-square-foot home will be sold to a single family, according to Easton. ♦

(in EARTHBUILDER N° 43, 1983)

more rammed earth—

News

RAMMED EARTH CONTRACTORS
EVOLVE FORMING TECHNOLOGY

RAMMED EARTH CATCHES ON IN OLD SANTA FÉ

by JOHN SHUNNY

Question: if you develop a new and better way to put up a house, how do you convince the world—or at least a few customers—to beat a path to your doorstep?

Don Woodman and Richard Yates, otherwise known as *Rammed Earth Contractors* of Santa Fé, have been addressing that question, and one novel approach they follow is to purchase time on a local radio station. Don explains: "We have a series of two-minute talks that are more educational than hard sell in content—describing what rammed earth is. Most people in Santa Fé are familiar with adobe. We have to take them beyond that, showing how earth can be used in other ways to build walls."

Woodman and Yates have been working on rammed earth projects for three years and continue to have a missionary's zeal for this building technique. They've been publicized in both the popular and trade presses. A consequence has been a flock of inquiries from places as disparate as Minnesota and Florida—the callers are thinking about using rammed earth and need more how-to information.

"It's a little surprising," says Don. "After all, rammed earth has been around for a while. There are rammed earth buildings in England and France dating back one to three hundred years."

During those years and up to the present, rammed earth—or some semblance thereof—has been employed in many parts of the world. But that which contractors in this medium do today is vastly different in its methodology. Mechanization means tools to make rammed earth less labor intensive—front end loaders and pneumatic tampers, for instance. For *Rammed Earth Contractors* of Santa Fé, their contribution has been the development and selection of commercially available forms with which it is possible to quickly erect a rammed earth wall of any desired thickness that is plumb and true in its entirety.

"In our early days," says Don, "we used wooden forms or combinations of steel and

wood forms. They were impossibly heavy, very difficult to set up. And there were problems with warping. Then we learned about aluminum forms being used for poured concrete. The basic module is a three-by-four-foot aluminum panel, something one man can handle easily. Now, in one work day, our crew of four can set up the aluminum forms and fill and tamp 25 to 30 feet of wall eight feet high. And take the forms down besides." (Don's enthusiasm for the lightweight forms—made by *Western Forms Inc.*—has led to a side venture, that of being the company rep for the Kansas City-based firm.)

Don took us on a tour of their most recent

major project, a 5000-square-foot home on which, as subcontractors, they erected some 500 lineal feet of rammed earth wall. "The Earth House" by builder Richard Peck is under construction in an expensive subdivision north of Santa Fé named *Casas de San Juan*. Walls are one foot thick throughout. *Rammed Earth Contractors* completed their walls in thirty work days.

"The Earth House was originally designed for adobe," says Don. "I was able to convince the builder that rammed earth was the better way to go and he finally agreed. Over and above its being better structurally, rammed earth's total cost was less than what adobe would have been."

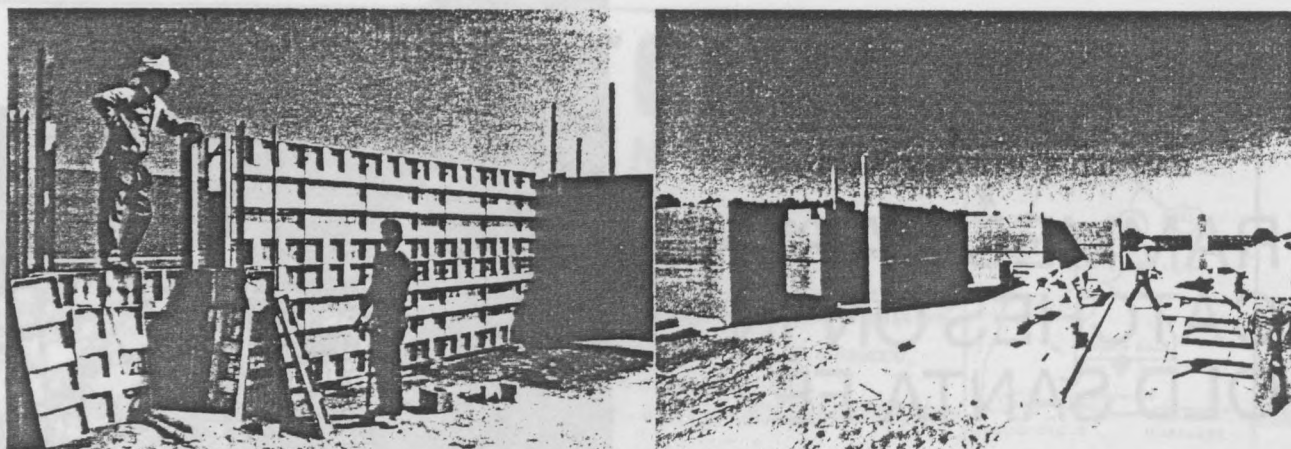


Don Woodman of Rammed Earth Contractors in Santa Fé stands before one of REC's recent rammed earth projects at Casas de San Juan, north of the city. Don and partner Richard Yates contracted for 500 linear feet of 12" thick wall in this house. Woodman has been a major force for rammed earth in the area and has given a fair amount of spare time to its promotion.

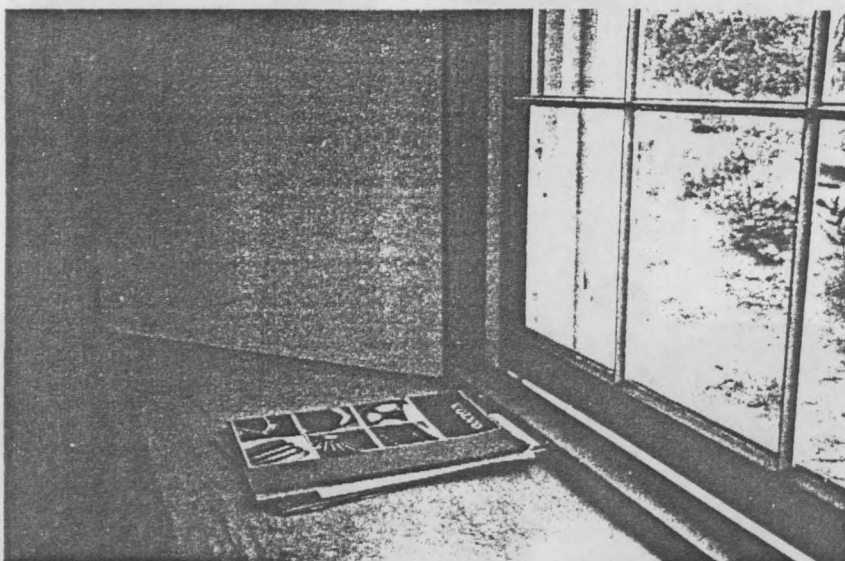


55

in EARTH BUILDER N° 43 . 1983 .



↑ Before and after: Aluminum forms by Western Forms (Kansas City) are light in weight, quickly set up. Basic module is three by four feet. Photo at right shows walls after form removal. Woodman reports that 'gringo blocks' are not needed as nailers in rammed walls - windows and doors can be nailed directly through the frame into the wall...



Left: over at the Yates residence near Canyon Road, the super thick walls are handy window shelves and a great buffer to Santa Fe winters.

photos by John Shumny



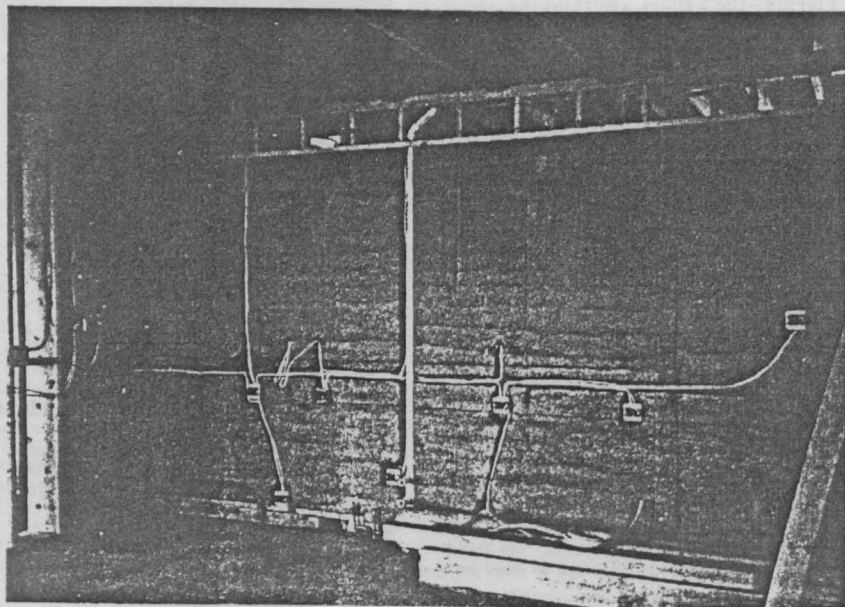
→
Electrical: code allows channels to be gouged from the wall after construction, but other methods may be used, such as (1) a strip of wood or foam left in the forming and later ripped out or (2) ramming the circuits and boxes right into the wall during construction. It's good to get a photo such as this, before plastering, as a helpful reference later, when wall attachments (pictures, etc) are driven.

Note: earlier reports on REC's work may be found in issue 40 of this publication -

Another cost advantage of rammed earth, according to Don, is that plaster and stucco can be applied directly to a rammed earth wall without any retaining mechanism such as chicken wire.

Looking to the future, the two founders of *Rammed Earth Contractors*, both graduate architects, emphasize the need for more and better technical understanding of the earth as building material. "Earthbuilders as an industry need this sound technical footing to gain wider acceptance," says Don. ♦

56



(in *ERTHBUILDER* N° 43 1983)

rammed earth

News

DON HUSTON ADDS YEARS OF EXPERIENCE IN ROAD & SOIL COMPACTION TO RAMMED EARTH SKILLS at EDGEWOOD—

by JOHN SHUNNY

On the high plains of the Estancia Valley, thirty miles east of Albuquerque, a father and son team has set its sights on rammed earth as the way to go in earth construction. This is *Huston Construction* of Edgewood, New Mexico, run by Don and Stan Huston.

Don, the father of the team, retired last year from a highway construction company and explains their entry into rammed earth: "Moving earth and doing things with it—like compaction—was my daily job in highway construction. When you prepare soil to support a layer of pavement, your goal is to insure that you have what is termed 'optimum moisture' in that soil when you compact it. Too much water makes it too plastic; with too little it won't compact. And once you have the soil compacted, you double-check it using established test procedures.

"After I retired, Stan and I planned to build adobe homes. His experience up to that time had been chiefly in frame construction. But the more we looked into the subject of building with earth, the more we took a liking to rammed earth. The technical problems of soil selection and compaction were simply an extension of my experience in building highways."

So they set out upon the rammed earth route. What does it take to be a rammed earth contractor? Certain equipment—expensive equipment. As Don showed us around, it struck us that rammed earth is several removes from the do-it-yourselfer. Unlike adobe where the basic module—an adobe block—can be man-handled and laid, the basic module in rammed earth has to be big in order to realize the advantages of this medium and to justify the time involved in setting up the forms. For example, if you wish to construct a 100-foot wall with rammed earth, the optimal situation is to have enough forms to erect the entire wall as a monolith. If you're on a shoestring budget and must do the wall in sections, horizontal and vertical, then you encounter complications, such as keying the sections into one another, and the completed wall is not likely to have the structural integrity of the monolithic structure.

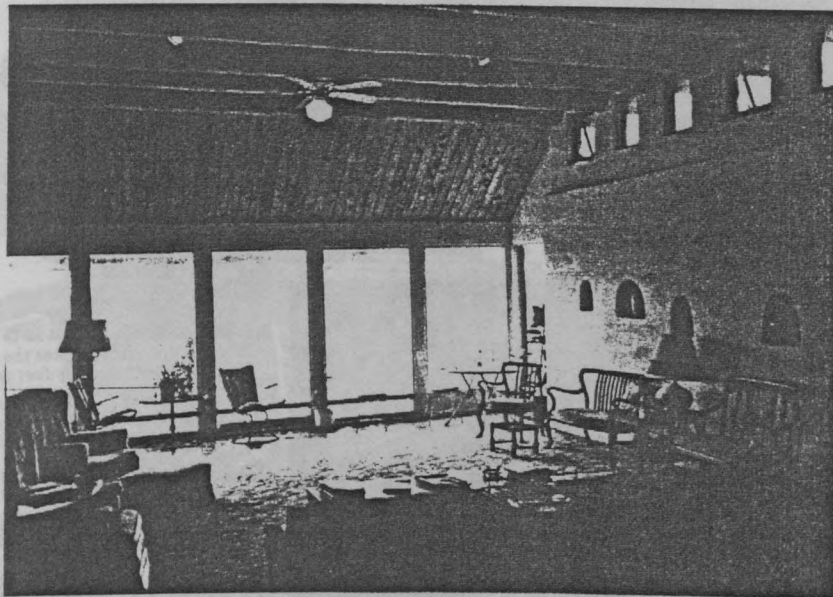
Besides lots of forms, you need machinery. A compressor to operate the pneumatic tamper. A front end loader that can reach up to eight feet for dumping the moistened earth between the forms. (Don explains that the earth is wet down before loading for better control of "optimum moisture.") And, of course, the pneumatic tamper itself, in the trade a "pogo stick." At 1500



photos by John Shunny

The Hustons, Stan and Don, of Edgewood, New Mexico.

Below: The first rammed earth project for the Hustons was this passive solar home for Don and his wife, with 2700 sq. ft. of living area. Walls are three feet thick.



strokes per minute, Don advises that you get help, muscular help, to run the tamper.

The Hustons' first project was a 2700-square-foot home for Don and Mrs. Huston in Edgewood, now completed and serving as well as their company office. Walls are three feet thick with two inches of rigid styrofoam insulation applied to the outside. That's a lot of wall—from the inside looking out you have two feet of sill, the window, then another foot. With doors leading outside you can hang two (one inside and one outside) and have an airlock in between! Since the house is of passive solar design, the entire south-facing wall is glass-faced, using 2x6 frame construction to

support the glass. Interior walls are of rammed earth or frame, the former being used where thermal mass was desired.

On these high plains (6500 feet elevation), winters can be severe. Don relates that their experience thus far has been reassuring, both in spells of cold and heat. The house has two panel ray heaters, each rated at 35,000 BTUs, as a backup to the solar system; they have seen only occasional use.

Huston Construction is taking aim at the large market represented by Albuquerque, particularly at customers wishing to build homes on the east side of the Sandia

Continued on next page—

57

(in EARTH BUILDER N°43, 1983)

- MUL - DIRECTION de l'ARCHITECTURE - SRA -

Ecole d'Architecture de Grenoble - 10 Galerie des Baladins - 38100 - Grenoble -

AGRA

CRATERRE

PISE

RAMMED EARTH

**THINKING ADOBE?
GET OUR BID!**

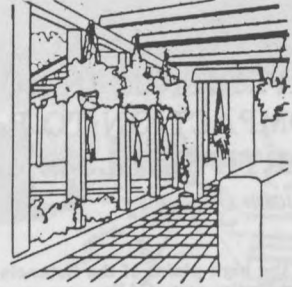
- FULL DESIGN SERVICES
- (CALL US FIRST)
- CUSTOM SOUTHWEST STYLING
- PASSIVE SOLAR DESIGNS
- THERMAL MASS WALLS UP TO 3 FEET THICK
- ALL WALLS FULLY STABILIZED
- COOL, QUIET & ENERGY EFFICIENT
- SUPERIOR INSULATION
- COMPETITIVE COST
- IDEAL FOR THE DESERT
- LICENSED • BONDED • INSURED
- GENERAL CONTRACTORS
- OPTIMUM COMFORT & QUALITY



**RAMMED EARTH
CONSTRUCTION, INC.**

IN TUCSON
CALL

**62-EARTH
623-2784**



Mountains and in the Estancia Valley near Edgewood and Moriarty. But they also look to Santa Fe, some forty miles north, and its well-heeled immigrants seeking the adobe look.

What does rammed earth cost? "Depends a lot on location and whether we can use the local earth or have to truck it in," Don reports. "In general, we can match the cost of a 14-inch adobe wall with our 16-inch rammed earth wall. But you begin to realize economies when the walls are made thicker. For example, to go from a two-foot to a three-foot or even a four-foot rammed earth wall costs only an extra \$20 per lineal foot of seven foot, six inch high wall. And, of course, there's an aesthetic component to the thicker wall—they look great."

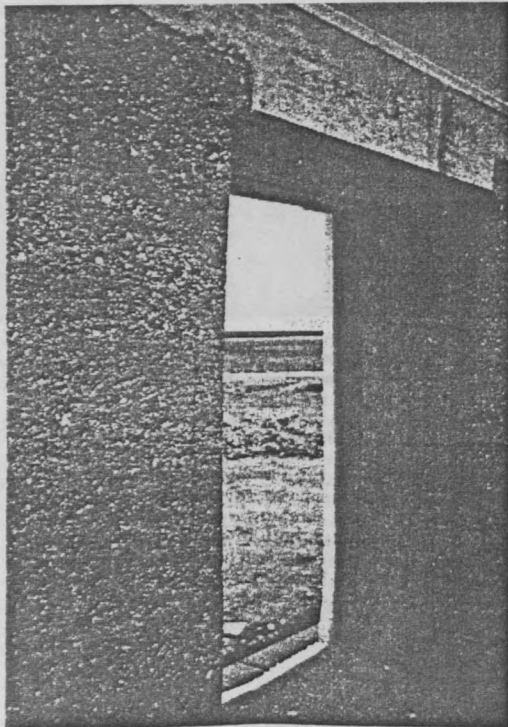
If you too like the look of deeply recessed doors and windows, rammed earth may be your way to go. Remember, though, that foundations must also expand to the new widths. ❖



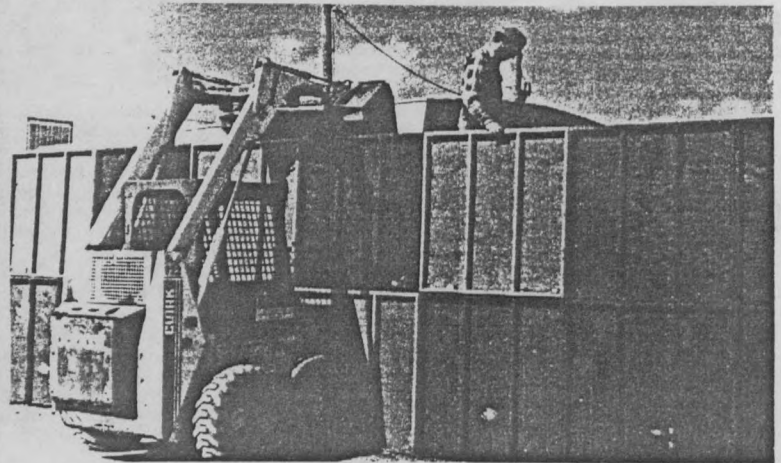
Above: Mrs. Huston likes the long, narrow kitchen and view to north over a counter that is no less than five feet wide.

Lower left: detail of Huston's present construction project shows gravel mixed with rammed earth to minimize contraction cracks and a concrete lintel that is also part of the bond beam. These walls have 2" of rigid styrofoam on the outside.

Below: form and pound—the basics of rammed earth. Hustons use wooden, reinforced forms. Steel ties are extracted after wall has set up.



58



(in EARTH BUILDER N° 43. 1983)

RAMMED EARTH CONSTRUCTION, INC.— Tucson's other conspicuous company

by Joe Tibbets

Another reason that Rammed Earth is doing so well in Southern Arizona is that there's more than one company doing the ramming. The other conspicuous outfit is *Rammed Earth Contractors, Inc.*, headed up by Quentin Branch, who takes care of the building end of the business, and Rick Howell, who runs the office, to put it in a nutshell.

Whereas Tom Schmidt has provided the inspiration and personal experience for basic Rammed Earth systems, *Rammed Earth Contractors* has pretty much decided to shoot for a large scale menu of projects that makes them a lot more concerned with big business considerations of time, planning, contractual arrangements, and logistics. They have compiled some interesting statistics. In 1983 for example, the two companies of *Rammed Earth by Schmidt* and *Rammed Earth Contractors* put up 3000 tons of r.e. walls in Southern Arizona— all by 4 man crews. They can tell you that simple houses take perhaps 5 days to ram, and more complex designs absorb 10 to 12 days. They believe that r.e. is more efficient than adobe for walls 18" or thicker, but that adobe is more efficient under that width. Their concern with mechanizing the process has led to the conclusion that proper design is paramount to attain a smooth running job that stays in the budget. This concern for efficiency and cost-savings combined with a real competitive spirit is going to make some adobe contractors a bit less lazy in coming years. These guys mean business. To add variety to all the r.e. stories in this issue, I decided to switch to a question and answer format for this one. My questions were directed to Quentin Branch and went as follows:

Q. How long has *Rammed Earth Construction, Inc.*, been in business?

A. We incorporated on Jan. 1, 1983, but our experience with the material goes back to 1976, and we have participated in the construction of over 50 homes.

Q. How Long does a project take?

A. Usually about three months from ground breaking. By stabilizing our walls, we've speeded up the process somewhat.

Q. What is the financing picture now around Tucson for Rammed Earth?

A. Pretty good. We've never had a potential client fail to get financing for a rammed earth project, if they qualify in other respects. For example, Territorial Bank, which has financed several r.e. projects recently, denied a loan because the site lacked potable water. Would-be r.e. home owners must do their homework first— as they would with any home— before seeing the banker.

Q. Can I save money doing the work myself?

A. Please do. However, we like to point out that you'll be earning money, not saving it— there's a difference. In any case, we build a lot of shells for owner-completion.

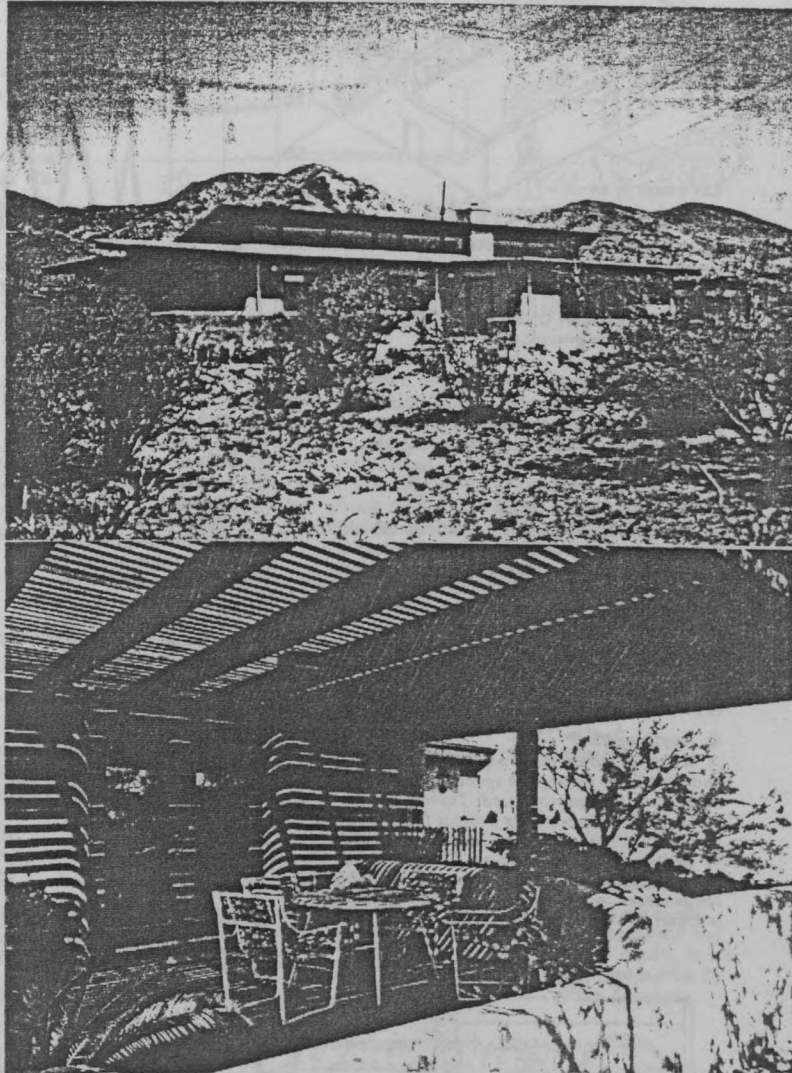
Q. How much does r.e. cost, compared to adobe?

A. Well, we like adobe almost as much as rammed r.e., but we do feel that we're more economical in the particular market we've selected; custom, passive solar, massive walled homes...

Q. How do you stabilize?

A. With a fractional percentage of Portland Cement, the exact amount is determined via testing the specific soil in question.

Below: The Walker residence at Bisbee, Arizona. Architect: Brian Lockhart. Masonry Contractors: Rammed Earth Contractors and Rammed Earth by Schmidt. South view.



Above: The Flynn residence at Sierra Vista, Arizona. This is the house pictured on the cover. The use of shading devices can be most useful in extending solar design options. By Rammed Earth Construction.

Q. How much more does stabilization cost?

A. About 1½% more for a 1500 square foot house.

Q. Can you use dirt from the site to save money?

A. Maybe not. Since we use engineered sources of earth, the cost of testing your soil, coupled with source development costs (excavation, screening), may restrict us. Also, we get a more consistent product by restricting the number of sources we use.

Q. Do I need an architect?

A. Not by law, in Arizona. Certainly architects have designed some fine r.e. homes, but as a group, they are not yet familiar with the material. For example, simply drafting a set of plans for a Rammed Earth house calls for different dimensions and ways of dimensioning that an architect could not be expected to know. That's why we end up with that aspect of the

job so often— and because we can save the client up to half the standard fee. Regardless, the benefits to the client usually far surpass the cost of the design service.

Q. What kind of cooling do you use?

A. Here in the arid Southwest, evaporative cooling is very common and becomes super-efficient in conjunction with our mass-construction.

Q. Are the interior walls of rammed earth?

A. We feel the thick r.e. walls should be placed where they perform aesthetic, thermal or structural duties. Interior walls are typically framed, or as the client chooses.

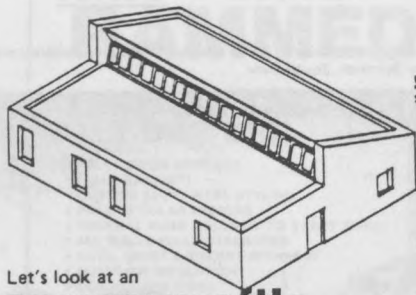
Q. What do you use as auxiliary heat?

A. A good, passive design will require very little auxiliary. Fireplaces, stoves and electric baseboards are among the cost-effective solutions.

Continued on next page.

61

(in EARTH BUILDER No 43 1983)



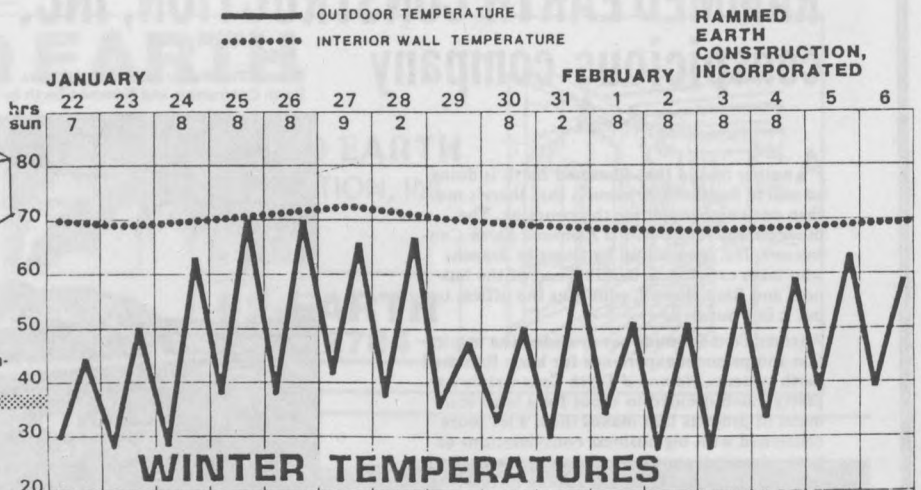
Let's look at an **energy profile** on a Benson, Az. home by Rammed Earth Construction, Inc.- winter & summer charts.

RAMMED EARTH CONTRACTORS, Inc. continued from previous page-

Q. Can I leave the walls exposed?
A. We don't recommend it. Our stabilization prevents erosion, but cannot stop seepage. We see stucco, plaster or parge, as the best choices.

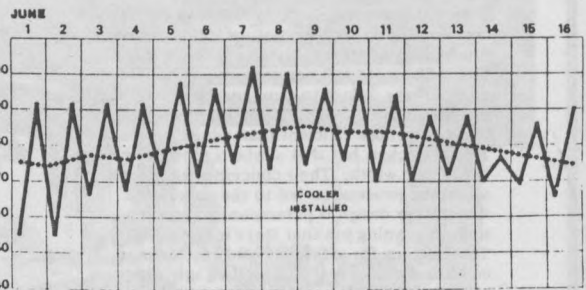
Q. Are there hidden costs?
A. Always. Some customers overlook the hidden dollar costs, like loan points, appraisal fees and utility hook-up fees. Most overlook non-financial costs such as time and effort. If time and effort can be written off as 'recreation', then those don't have to be counted, but they still do cost— if only in clothes ruined, and bottles of Ben Gay purchased, or in gas for your auto. Building your r.e. dream home is a worthwhile experience, but not necessarily painless.

Q. Anything else?
A. We're including some photos of our work, and regret not having the space to thank the many subs who participated. There's also a floorplan of an upcoming project from which you can see that a passive solar home needn't be oddly shaped or contrived. The projected annual utility cost, to maintain a comfortable temperature in this design at Tucson's elevation, is about \$100, mostly for cooling.



WINTER TEMPERATURES

See specs. below for details about the home. The winter chart tells you how well passive solar gain works with this type of wall. The comfort level is easily maintained at this elevation of 4000'. The summer chart also tells the moderating effect of thick walls, which is improved with one evaporative cooler.



SUMMER TEMPERATURES

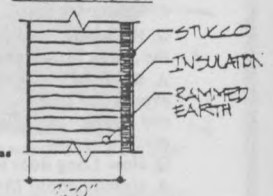
PERFORMANCE - WINTER

The ASHRAE heat gain/heat loss procedure was used in conjunction with recorded outdoor and indoor temperatures, as well as the amount of sunshine each day from January 22 through February 6. An air change rate of 1/2 per hour was used in the calculations.

GAINS (16 day period)	
Glazing	+2,586,124 btus
Internally generated	+819,200 btus
LOSSES	
Conduction/infiltration	-3,524,704 btus

According to the empirical results, the gains offset the losses, indicating no auxiliary heat source requirements. The described residence performs very comfortably without backup heat. Also, the homes extensive amount of mass reduces the effect of infiltration losses, hence creating a very stable thermal environment.

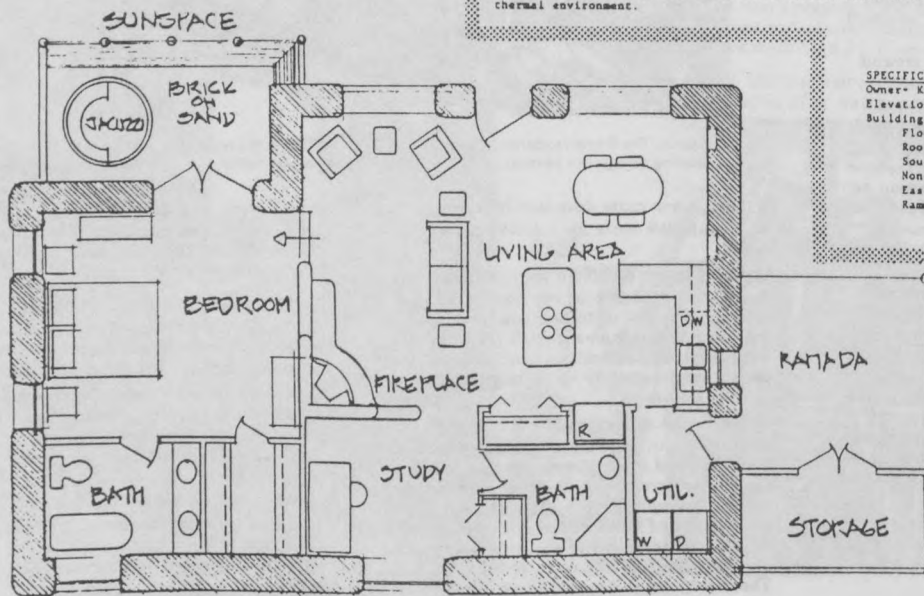
WALL DETAIL



RAMMED EARTH RESIDENCE

SPECIFICATIONS

Owner- Ken Branch (A.I.A.) Location- Benson, Arizona
 Elevation- 4000 ft Passive System- Direct Gain
 Building Information
 Floor Area- 1408 ft. sq. (slab on grade)
 Roof Area- 1400 ft. sq. (R-37.5)
 South Glass- 120 ft. sq. net (single glazing)
 Non-South Glass- 72.3 ft. sq. net (double glazing)
 East Door- 20 ft. sq. (metal/insulated)
 Rammed Earth Wall- 1260 ft. sq. (R-16.5)



Left: Upcoming project for Rammed Earth Construction, Inc., at Tucson, Az.

2 FOOT WALLS
 VIBA/LATILLA CERINO
 BEEHIVE F.P.
 SUNSPACE / FRENCH DOORS
 1050 SQ. FEET

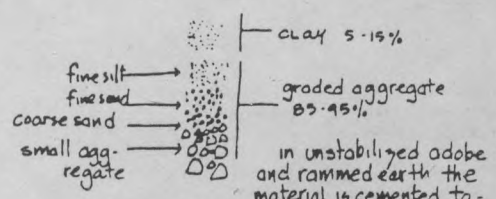
RAMMED EARTH

NOTES by Michael Frerking, architect / contractor

Michael Frerking of Living Systems, at Chino Valley, Az., offers these notes.

Contrary to popular belief, buildings made of earth require a special mix of soils. Clay makes up only a small part of the total mix.

mechanization of rammed earth construction allows massive walls to be put up quickly & efficiently.

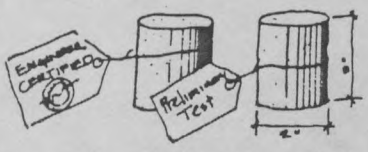


in unstabilized adobe and rammed earth the material is cemented together with clay. Only certain types of clays and aggregate make strong walls.

To waterproof the material, asphalt emulsion is added to the adobe mix, and portland cement to rammed earth. At this point rammed earth becomes soil cement.

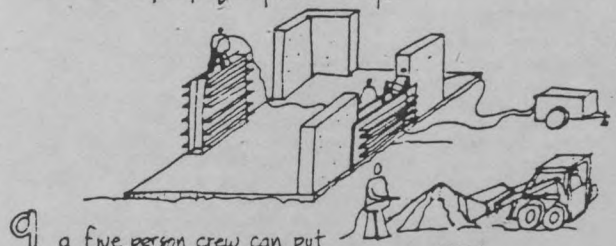
The materials for rammed earth are usually not found on the building site, although we have found excellent soils in Chino Valley. In general, Chino soils are too heavy in clay. In most cases, local sand and gravel yards blend the material & deliver it to the site.

We do preliminary soil testing to determine the strength of a soil. A soils engineer then tests for compressive strength, and certifies the material.



once the material is delivered to the site it is wetted. Portland cement is added if desired and mixed in with a cultactor or tractor.

- 1 wet soil
- 2 soil is allowed to set until optimum moisture content is reached
- 3 plywood forms are laid out
- 4 forms are set-up and clamped
- 5 soil is loaded into forms
- 6 soil is compacted in 6" lifts using a tamper
- 7 the soil is compacted in 6" lifts until the wall reaches the proper height
- 8 forms are removed immediately and reset

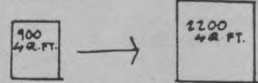


a five person crew can put up the walls for a 1200 square foot house in 3-5 days. the walls would be 24" thick.

SYSTEM ONE

From a wide range of experience in custom residential design, we have found that there are many aspects in design and construction that are common to all designs, and therefore lend themselves to the speed and efficiency achieved with standardization. The design system referred to as 'system one' allows a very wide range of custom design options, yet employs extensively standardization techniques in design and construction, which allows our 'custom designs' to be competitive with traditional 'standard construction'.

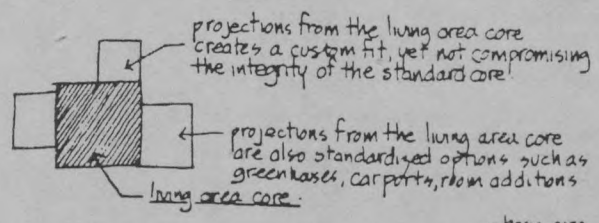
most residences range from 900 sq. ft. to 2200 sq. ft. of liveable area.



the living area core of the building must be able to grow from 900-2200 sq. ft. without changing the basic detailing of the structure.

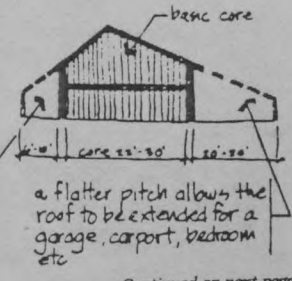
the basic square or rectangle is the most flexible shape for residential bldg design.

irregular shapes are specialized and are not readily re-usable for adaption to other designs.



a two storey building allows the roof to be extended in two different directions.

a steep pitch solar roof allows for custom integration of solar collectors, photovoltaics and skylites into the roof. Also a sunspace or greenhouse can be added here.



Continued on next page -

in EARTH BUILDER N°43 1983.

Northern Arizona Rammed Earth Overview

Continued from previous page -

In the past two years, nine rammed earth homes have been built in Northern Arizona. (All under uniform building code). The first five I built in conjunction with Schmidt builders of Southern Arizona, with the last four built using my own general contractor's license. The type of home ranges from the higher dollar Santa Fe Adobe, with full detailing, to shells where the owner then acts as owner-contractor and owner-builder. (Price range \$20-100/sq.ft.)

My primary emphasis as architect/contractor, is to provide professional services to the owner-builder/owner-contractor, customizing the service to fit the owner's budget and personal level of involvement. Services offered range from design, scheduling, bidding, through any aspect of construction. Helping the owner choose and define a reasonable path of achievable expectations is critical.

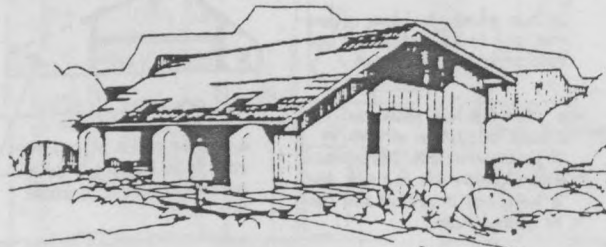
There is at least one other contractor providing rammed earth services in Northern Arizona at this time.

Because rammed earth is a 'production material', I am now working on bidding and scheduling four (middle range in cost) homes for early spring, that will be built in series, so as to take advantage of cost benefits of production and construction detail standardization. After the first series of four, we hope to follow within a month or two a second series of four. All of these homes are to be pre-sold.

The code people have not been a problem, as I have worked closely with them providing structural engineering and on site wall testing. The cost per house for this 'certification' is approximately \$200-\$300. The emphasis will be upon amending local codes and providing engineering guidelines that will eventually make structural engineering unnecessary, and reduce additional costs to on-site testing of the wall. (\$100 or less per house) Standardizing testing to insure the quality of the wall appears to be the biggest obstacle. Also methods of mixing the materials on site (adding cement) needs to be reduced to a predictable-largely risk free technique for rammed earth to be attractive to contractors. Beyond a doubt, rammed earth wall building is profitable for the small scale contractor.

Three of the homes that I built were bank financed. Similar to adobe, financing is not a problem, once the bank realizes that this material can be 'certified' to show that it meets code. FHA would likely be the only exception.

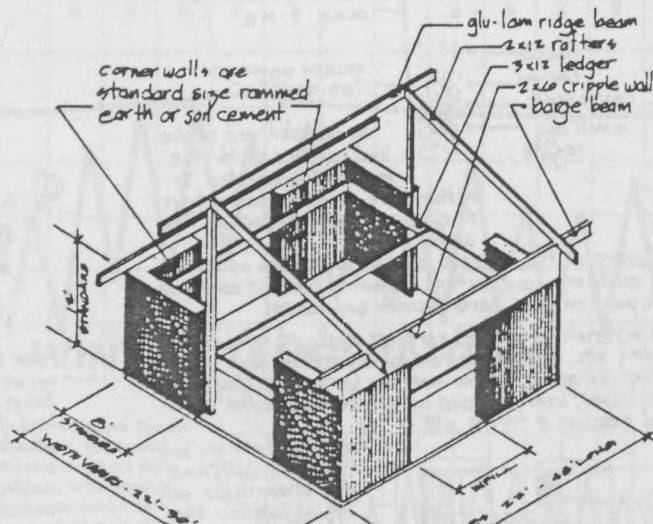
- Michael Frerking



patio extension

64

projections or extensions from the core are carefully offered as standard options. A unique building is created from 'standard' detailing. Custom design & construction without custom cost.



FLEXIBLE LIVING AREA CORE

system one has many design options, with only four shown here

infill panels vary w/ design. can be rammed earth, wood frame, etc

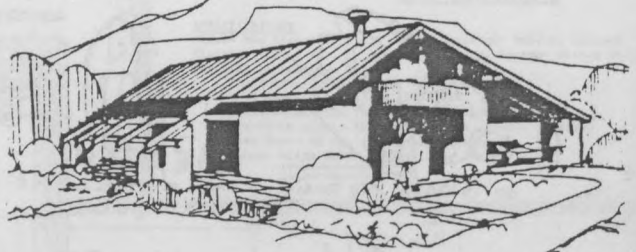
COST

Living Systems reports costs of \$6.25 for each sq. ft. of rammed earth wall, and \$6.75 for each sq. ft. of soil cement wall. Both costs are based on a wall 24" thick

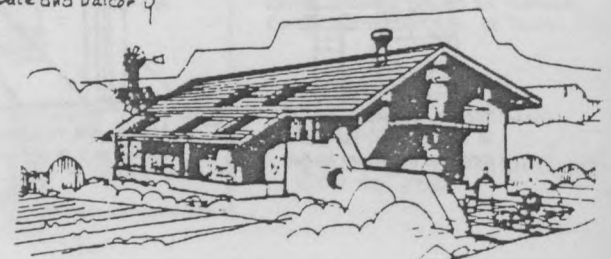


the basic flexible design

carport and ramade with balcony



sunspace and balcony



("in EARTH BUILDER N°43 1983")

AUTRES PAYS

11.5. Dans l'ensemble des pays du Tiers Monde, si l'on excepte le cas du Maroc précédemment évoqué, le bilan des actions en faveur du pisé apparaît comme maigre et sans ou très peu de conséquences potentielles. Quelques rares actions ont pu être lancées en Inde (projet de 2 villages dans le Tamil Nadu), d'autres au Pérou et au Mexique, au Brésil, mais l'ambition qui y est liée est sans commune mesure avec celle que porte les actions marocaines actuelles ou les actions de coopération actuellement développées par la France. Néanmoins, le pisé est aujourd'hui une technique qui connaît un nouvel intérêt porteur de développements que l'on situe encore difficilement. Des projets-pilotes plus démonstratifs et soutenus par les institutions politiques pourraient être un tremplin favorable à cette technique qui a pour l'instant buté sur beaucoup de pierres d'achoppement. La formation théorique et pratique s'avère être de plus en plus nécessaire ainsi qu'une profonde mutation des mentalités qui sont en mesure d'appréhender le futur du pisé en des termes résolument modernistes, au moins dans le cadre des pays industrialisés. Dans le Tiers Monde, cette technique peut être assez facilement développée lorsque les terrains culturels et historiques s'y prêtent. La démonstration d'un pisé moderne doit être encore faite. Dans les pays où le pisé peut apparaître comme une technique résolument neuve, les barrières psychologiques seront sans doute plus difficiles à vaincre car la terre véhicule toujours des préjugés classiques défavorables. Des alternatives d'adaptation moins agressives mais fondamentalement démonstratives sur les plans techniques, économiques et architecturaux ^{doivent} être développées. Là encore, la formation et la médiatisation culturelle joueront sans doute un rôle fondamental. La technique du pisé apparaît aujourd'hui dotée de potentialités très diverses qui peuvent se situer tout autant sur les terrains d'autoconstruction en secteur informel de pays démunis que sur des terrains d'entreprises en secteur formel de pays industrialisés. Il convient pour assurer l'éclosion et le développement de ces potentialités de s'adapter au mieux aux spécificités locales des cultures, des économies, des besoins expérimentés en évitant d'imposer des modèles technologiques trop théoriques et abstraits. La construction en pisé relève davantage du domaine de la pratique en partie soumise aux contraintes des lieux mais porteuse d'une réelle amélioration, sans excès d'agressivité. Cette pratique doit en tout cas nécessairement assimiler des règles de l'art de bâtir en pisé qui sont propres à la technique sans lesquelles il serait douteux de croire à une faisabilité nouvelle.

Dans les autres pays industrialisés que ceux évoqués, on ne connaît pas ou peu de développements actuels du pisé. L'Australie semble pourtant s'orienter vers une nouvelle époque d'expérimentation et, le passé des expériences, autant que la démarche d'entreprise que l'on reconnaît à ce pays pourraient être porteur, assez rapidement d'une démonstration intéressante pour peu que les acteurs soient

II.3. FORMATION INTERNATIONALE

On connaît aujourd'hui peu de développements significatifs de la formation sur la construction en pisé, au plan international, à l'exception de l'enseignement unique, de niveau post-universitaire qui est aujourd'hui proposé à l'Ecole d'Architecture de Grenoble dans le cadre du C.E.A.A. "Architecture et Construction en terre" qu'encadrent le CRATerre et de nombreux experts nationaux et internationaux. Cette formation est bien sûr plus largement étendue à l'ensemble de la problématique de construction en terre mais donne une part non négligeable au pisé qui apparaît être une technique fondamentale pour assurer le meilleur support didactique. La demande étrangère, confrontée à ce manque désolant de programme de formation est toute entière tournée vers l'Ecole d'Architecture de Grenoble. On a pu compter pour cette première année de lancement de cette formation spécialisée près de 80 candidatures, cela sans publicité aucune, émanant de pays occidentaux et des pays en développement (pour majorité). Le constat est significatif de l'importance que le monde accorde à ses nouvelles techniques de la construction en terre. Cette formation spécialisée, actuellement prévue sur 2 ans (1 année de cours théoriques et pratiques et 1 année de thèse) saura sans doute s'enrichir d'année en année et répondre de plus en plus efficacement à la demande exprimée au plan international.

Par ailleurs, on ne connaît que l'existence de stages courts, dans d'autres pays (U.S.A. et R.F.A.) dont la durée excède rarement une semaine. Il s'agit là pour l'instant de stages d'information très générale. La France est donc dans ce domaine de la formation, en position particulièrement privilégiée qu'il convient de conforter par l'accord de moyens à la mesure de l'ambition posée. Pour apprécier plus en détail le contenu de la formation proposée à l'E.A.G., on se reportera à la première partie de cet ouvrage et au document "Earth Construction Primer", du CRATerre, récemment édité dans le Cadre du Colloque UNCHS-Habitat de Bruxelles (déc. 84) qui constitue la base didactique de cette formation. Ce document n'est d'ailleurs actuellement diffusé qu'en version anglaise par UNCHS. Il conviendrait d'envisager assez vite une édition en Français, suivie d'une édition en espagnol, qui seraient fort appréciées sur la scène internationale compte tenu de l'originalité de ce document et de la somme d'informations techniques et architecturales qu'il contient. Ce type d'ouvrage est par excellence celui qui exige d'être multiplié afin de ne pas rester dans les tiroirs de quelques décideurs ou experts.

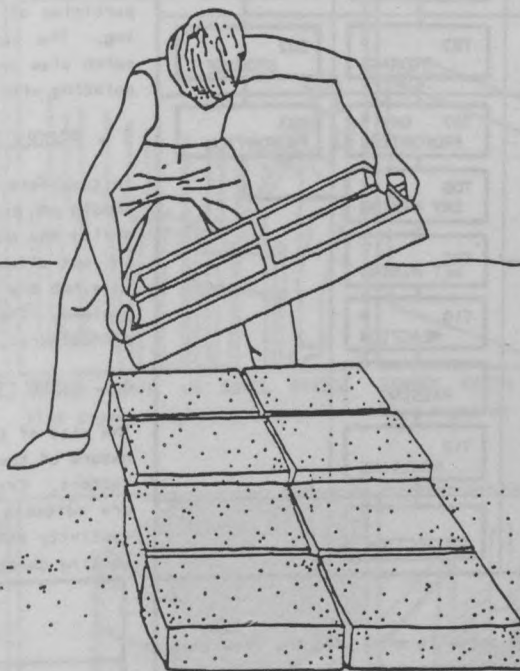
tout à la fois motivés et conscients des véritables problèmes posés sur les plans techniques et économiques. Des contacts sont actuellement entretenus avec les nouveaux pionniers de la construction en terre australienne en vue de suivre les développements futurs. On sait également que d'autres actions sont initiées dans le Royaume Uni (Ecosse notamment) mais celles-ci sont pour l'instant tout à fait neuves et très expérimentales pour augurer des développements plus importants.

Ainsi, aujourd'hui, dans ce domaine spécifique qu'est la construction en pisé, peu de pays peuvent revendiquer un nouveau savoir-faire. Dans les pays industrialisés, trois foyers de recherches et d'expérimentations sont porteurs : la région Rhône-Alpes en France, le G.H.K. de Kassel et quelques entrepreneurs et constructeurs du Sud-Ouest des U.S.A. Dans sa façon d'aborder ce domaine, la France, qui prend en compte l'intégralité de la chaîne de production avec la recherche, l'expérimentation diversifiée et reconnue comme ambitieuse par ses partenaires étrangers, la formation universitaire et professionnelle et la médiatisation culturelle, apparaît comme dotée d'une solide avance qui lui permet d'envisager à moyen terme un partage de la maîtrise de ce nouveau savoir-faire avec ses partenaires européens et dans le Tiers Monde. Dans ce Tiers Monde directement ciblé par la réactualisation de la construction en terre, le Maroc semble être l'un des rares pays porteur d'un nouveau pisé qu'un savoir-faire traditionnel et un savoir-faire plus actualisé pourront sans doute développer. En souhaitant que le pouvoir politique et institutionnel soit lui aussi porteur.



UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (HABITAT)

EARTH CONSTRUCTION PRIMER



PROJECT : "EARTH CONSTRUCTION TECHNOLOGIES APPROPRIATE TO DEVELOPING COUNTRIES"

INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON

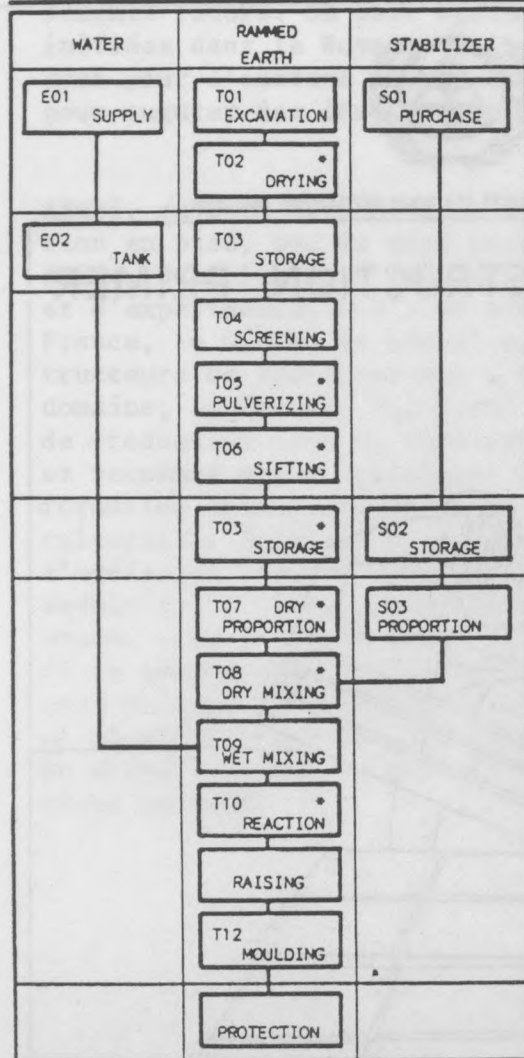
"EARTH CONSTRUCTION TECHNOLOGIES APPROPRIATE TO DEVELOPING COUNTRIES"

HOSTED AND ORGANIZED BY: THE GOVERNMENT OF BELGIUM, BELGIAN MINISTRY OF DEVELOPMENT COOPERATION, IN COOPERATION WITH THE UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (HABITAT) IN COLLABORATION WITH THE POST GRADUATE CENTRE HUMAN SETTLEMENTS (PGC-HS) KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, THE CENTRE DE RECHERCHES EN ARCHITECTURE (CRA) UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN-LA-NEUVE, BELGIUM, CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPLICATION-TERRE (CRATerre), BELGIUM, FRANCE AND CIB, ROTTERDAM, NETHERLANDS.

PLACE : "PALAIS D'EGMONT-EGMONTPALEIS", BRUSSELS, BELGIUM
DATE : 10-11-12 DECEMBER 1984

VOLUME 8

904 RAMMED EARTH : PRODUCTION AND PRODUCTS



NOTES

- It should be borne in mind that the crew that produces the building material is the same crew that constructs the house.
- The production chart for stabilized rammed earth illustrated above clearly points up the complications caused by stabilization.
- Stabilization imposes a higher degree of organization on the production process sufficient to ensure that there is no slowdown in the fabrication of the construction material or the construction itself.
- * Stabilization makes these operations necessary.

1 - PRODUCTION

In theory the production of rammed earth is a fairly straightforward affair: earth tipped into a formwork is rammed. The ideal conditions of a high-quality earth and the right moisture content do not always coincide. An oversophisticated technology can invalidate the original simplicity that characterizes rammed earth construction. There are numerous technological variations depending on the part of the world in which the process is carried out.

2 - PRODUCT

The appearance of rammed earth is highly variable. To simplify matters it can be stated that there are two classes of rammed earth: the gravelly variety and the very fine variety. The visible particles of gravel are used to hold the rendering. The variation in the appearance of rammed earth also arises from the finish with or without pointing with mortar, for example.

3 - PRODUCTION SEASON

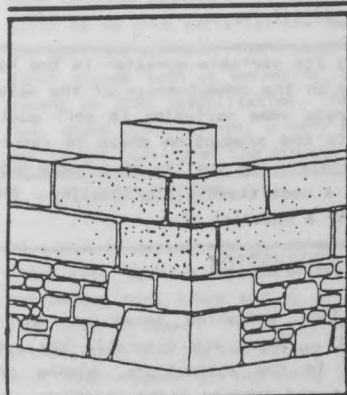
In temperate regions no rammed earth construction should be carried out three months prior to and during the months in which frost can be expected. In wet climates the rainy season is avoided, and in a hot dry climate, the hottest months are to be avoided. The local economy, particularly if it is agricultural, may also dictate work priorities.

4 - WORK CREWS AND PRODUCTIVITY

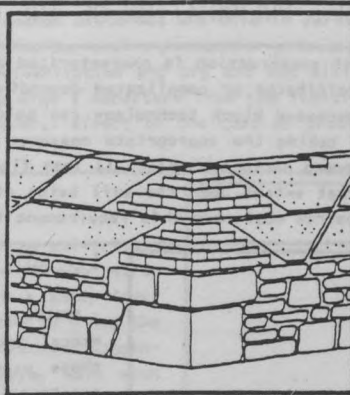
The size of the work crews varies according to the nature of the construction site and numerous local factors. Crews consisting of five or six workers are suitable for small construction sites. Productivity will depend to a very great extent upon working conditions and the design of the building.

	MANUAL OR MECHANISED	HIGHLY MECHANISED
INVESTMENT (\$)	200-6000	20 000
CREW (WORKERS)	6	5
- Preparation	2	1
- Transport	2	1
- Constructon	2	3
OUTPUT (h/m ²)		
- Very good conditions	8-10	5
- Good conditions	15-20	9-10
- Bad conditions	25	15
- Very bad conditions	35	30

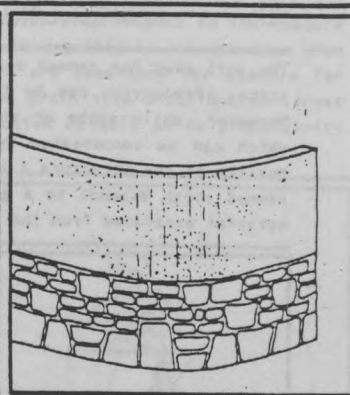




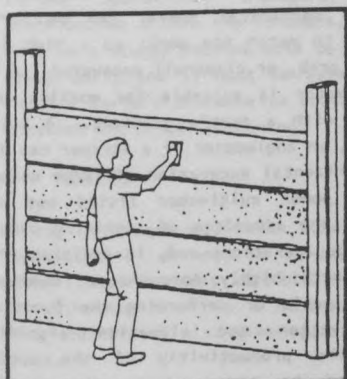
RAMMED EARTH WITH PERPENDICULAR JOINTS: Constructed with an end in the section.



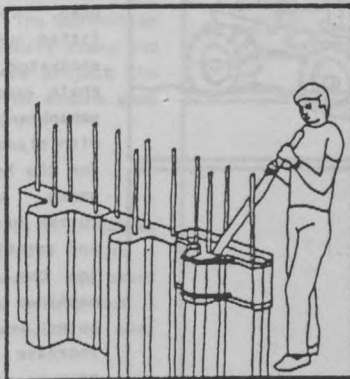
RAMMED EARTH WITH SLANTING JOINTS: Constructed without section ends.



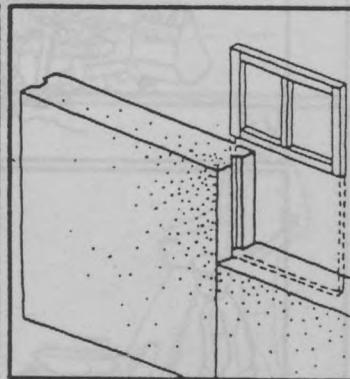
MONOLITHIC RAMMED EARTH: Constructed in continuous formwork.



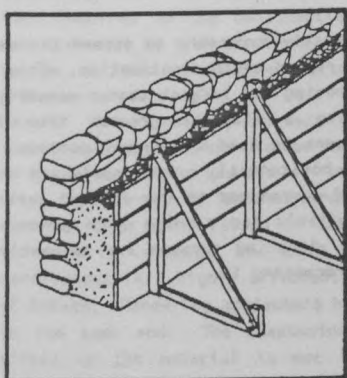
RAMMED EARTH BETWEEN POSTS: The ramming sections bear on the posts.



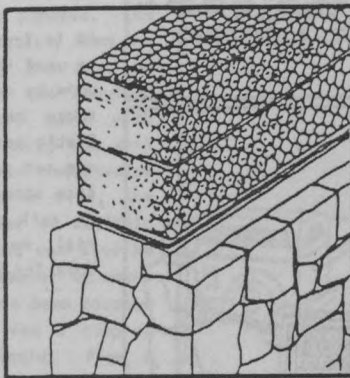
RAMMED EARTH IN SMALL PIERS: Tied together by ring beams.



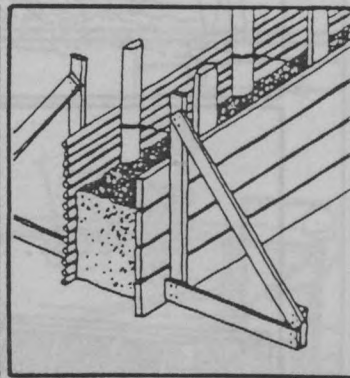
RAMMED EARTH IN LARGE PIERS: Tied together by ring beams.



RAMMED EARTH IN SACRIFICE FORMWORK: Outer facing in rough-bonded stone, pebbles or burnt brick.



RAMMED EARTH IN METAL CATIONS: Suitable for expansive earths.



RAMMED EARTH IN SACRIFICE FORMWORK: Outer facing in bamboo.

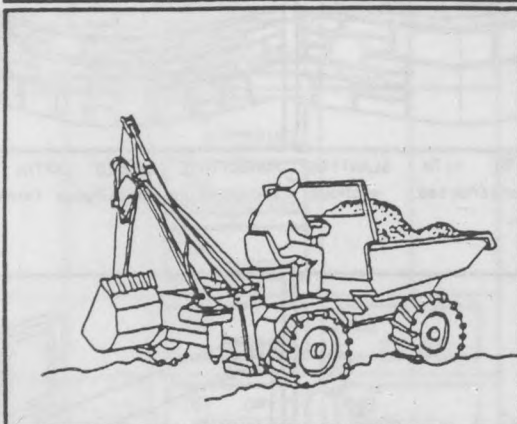


EARTH CONSTRUCTION PRIMER

201

905 RAMMED EARTH : PREPARATION OF THE EARTH

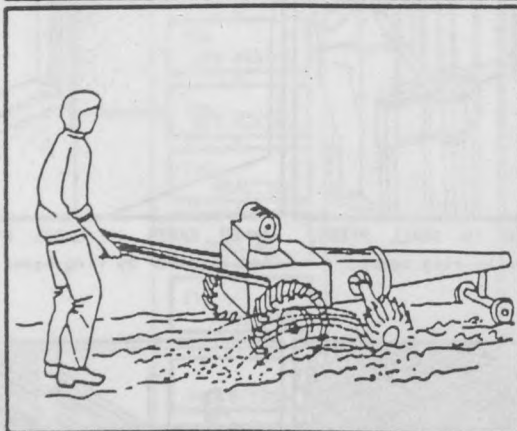
The soil used for rammed earth construction is characterized by its variable cohesion in the natural state. Production can be facilitated or complicated depending on the cohesiveness of the material. Moreover, while adobe or compressed block technology can tolerate some variation in soil quality - which can be compensated by taking the appropriate measures in the production phase to ensure the quality of the structure - rammed earth technology is less flexible. The quality of a house built in rammed earth depends to a great extent upon the soil being of a consistently high quality. The raw material excavated from the borrow must meet this requirement for a material of a



1 - SOIL EXCAVATION

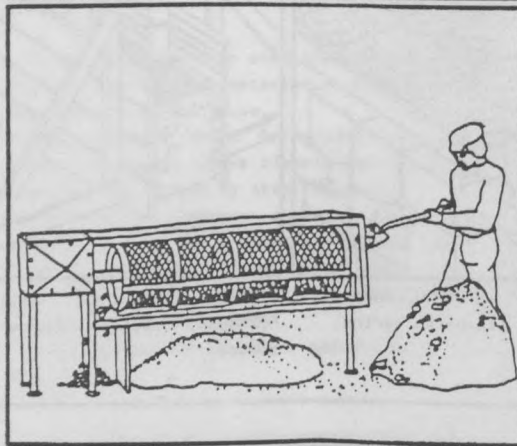
- MANUAL: This operation makes use of simple manual tools. These are generally the same as those used in the agriculture, mining or road construction and include picks, mattocks, spades, shovels crowbars, rakes, etc. Manual excavation requires a great deal of manpower.

- MECHANICAL: Various mechanical devices can be used. The mechanical shovel can be variously fitted out to match the work: as a high loader, excavator, grab, or clamshell excavator. A bucket chain excavator is suitable for working an even embankment with a gentle gradient. A bulldozer with blade, an angledozer or a scraper can be used for the horizontal excavation of large volumes of earth. A power cultivator fitted out with a cutter has the advantage of combining excavating and aeration operations and, in addition, rendering the earth highly homogenous. Dual-purpose machines capable of performing the functions of both excavation and elevation significantly increase the productivity of the production process and to some extent make scaffolding unnecessary.



2 - SCREENING

It is frequently necessary to screen the earth to be used in rammed earth construction. This can be done by removing the largest stones manually, i.e. those having a diameter greater than 50 mm. Static screens be used with equal success. These are set up horizontally or obliquely and the mesh size should correspond to the desired grain size. As soil suitable for ramming is a powdery material, most vibrating screens are eminently suitable for processing it.



202

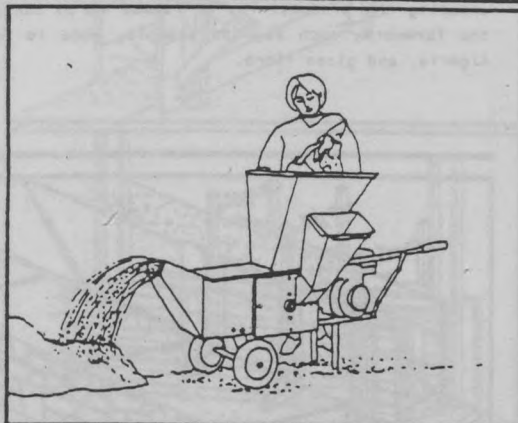


EARTH CONSTRUCTION PRIMER

more uniform quality. In non-stabilized rammed earth construction, builders must ensure that the earth to be used satisfies the selection criteria, and this in particular with respect to its texture and moisture content. This simplifies the entire production process, though this is not the case when other stages such as screening, pulverization and dry and wet mixing are necessary for example for cement or lime stabilization. Too wide a departure from the limiting grain size distribution curves has, among other things, a very harmful effect on the cost of production as well as on productivity and on the quality of the product.

3 - PULVERIZATION

If earth is to be rammed, it must be pulverized. This also applies to excessively clayey earth containing hard lumps and to which a sandy fraction must be added. It is advisable to group the pulverizing, grating and mixing operations together. With regard to improving clayey soil with sand, processing the clayey fraction and the sandy component in the pulverizer in alternating fashion will result in a premix of reasonable quality. The mixture goes through the following sequence of further operations: transport, elevation and distribution within the formwork. The pulverizer must be a sturdy machine able to handle stony and sandy soil, and it must be able to project the earth a certain distance in order to ensure good aeration and proper premixing.



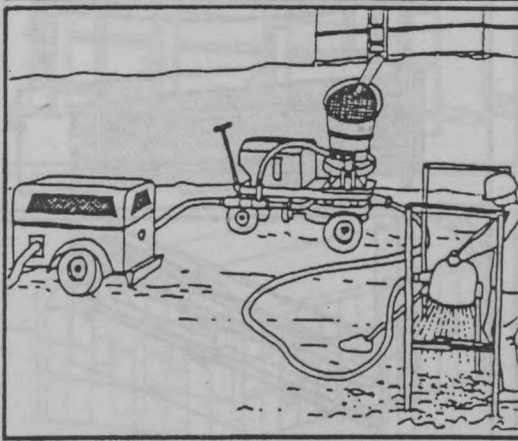
4 - MIXING

Mixing is advisable when the soil requires homogenization or when it is desirable to add a stabilizer. The most suitable piece of equipment for this operation is a concrete mixer, but a motor cultivator also gives good results in most cases.



5 - TRANSPORT

This is one of the major problems in rammed earth technology. Enormous quantities of earth are in fact required in the construction process. The material must be transported horizontally from the borrow to the construction site, and must be transported vertically as well to the required level. Traditionally, workers who build with rammed earth use manual labour to carry the soil in heavy or light baskets or other receptacles from the borrow to the construction site, the material then being raised by ladder or scaffold to where it is used. The same task can also be carried out in a highly efficient manner by means of hoists. Rendering projectors have been adapted to the same end. The adaptation was a complex affair as the material is not liquid. From a central position the earth can be pumped to anywhere within 40 to 50 m to a height of 10 m.

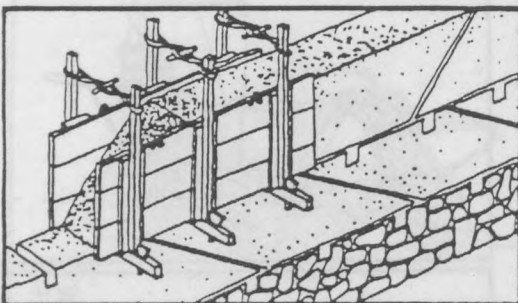


EARTH CONSTRUCTION PRIMER

203

906 RAMMED EARTH : PRINCIPLES OF FORMWORKS

Experience shows that formwork is most effective when it is small and simply designed. It must be solid and stable in order to resist the pressure and vibrations resulting from the ramming (a minimum of 300 daN/M²). It must be easy to manage, i.e. light and easy to assemble and dismantle - plumb, fit and fastening must be good. Lastly and most importantly, the formwork must be perfectly capable of accomodating changes in height, length and thickness of the walls. Good design plays a major role in ensuring the productivity of rammed earth construction. A broad range of materials can be used for the formwork, such as, for example, wood in Morocco, logs in China, aluminium in France, steel in Algeria, and glass fibre.

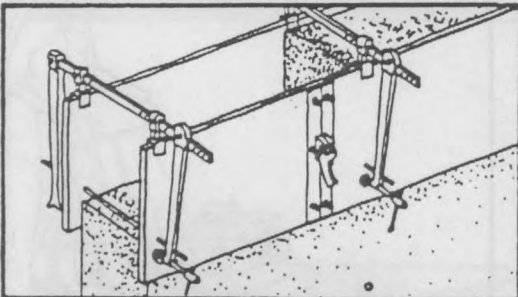


KEEPING THE FORMWORK IN POSITION

Once the formwork has been set up and put in position, it must be securely fastened. Builders have developed various systems to this end.

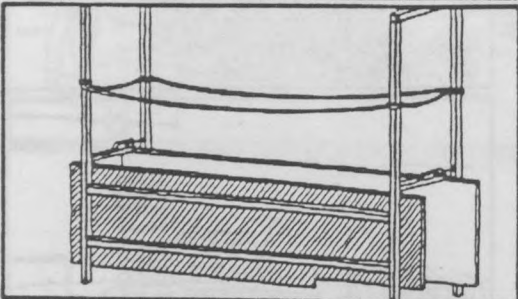
1 - BIG CLAMPS AND LARGE HOLES

The clamps are solid cross-pieces as thick as a rafter and provide a support for the boards of the formwork. The system is traditional in countries such as Peru and Morocco and many others. With this type of clamp, large holes appear in the rammed earth when the forms are removed. Ideally the clamps should be slightly conical so that they can easily be removed without damaging the rammed earth. If they project from the boards of the formwork, planks serving as scaffolding can be put in position. The whole setup is quite heavy and vulnerable. A sledge-hammer is required to remove the clamps.



2 - SMALL CLAMPS AND SMALL HOLES

This system is based on concrete formwork technology. Threaded steel rods, concrete bars or flat iron bars serve as clamps. Only small holes appear upon removal of the forms. The bars must be of a large enough cross-section to enable them to support the forms and avoid the shearing of the rammed earth. Sheathing in sections of plastic tubing affords a solution to this problem.



3 - WITHOUT CLAMPS OR HOLES

This is the system of keeping the formwork in place which all builders dream of. Designers have settled on two solutions :

- 1 - INDEPENDENTLY GRIPPING FORMWORK:
The boards are kept in place by a tensioning device or screw-locking system or - yet another possibility - locking hydraulic jacks.
- 2 - FORMWORK ON POSTS:
to eliminate the risk of bulging walls, care must be taken that the distance between the posts is not too great. This system is widely used by the Ceped of Brazil.



ORGANIZATION OF FORMWORK

The organization of the construction site, the plant and manpower available, execution times and the desired result, the architectural plans and the type of finish desired can all have a major effect on the choice of a formwork system.

1 - FORMWORK CONSISTING OF SMALL UNITS

- 1 - HORIZONTALLY SLIDING FORMWORK: This system has been traditionally adopted for rammed earth construction. This type of formwork system was developed by craftsmen and differs widely. The system uses fastening systems which follow the principles elaborated above and has the following major advantages: lightness, manoeuvrability of the equipment, adaptability.

- 2 - VERTICALLY SLIDING FORMWORK: This system is ideally suited to the construction of rammed earth walls in piers. It facilitates and greatly accelerates the erection of a structure but the formwork must be carefully designed. The vertical elements holding the formwork in position can be formwork bottoms, construction posts or external frames.

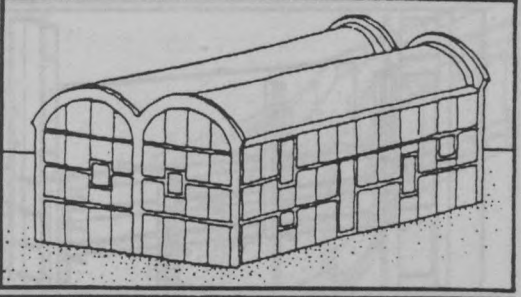
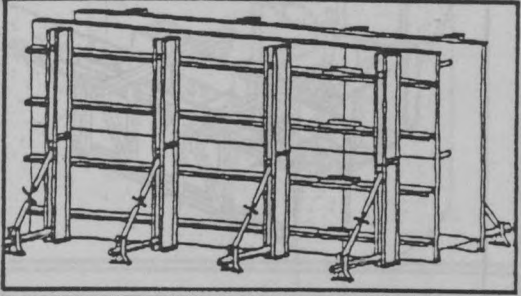
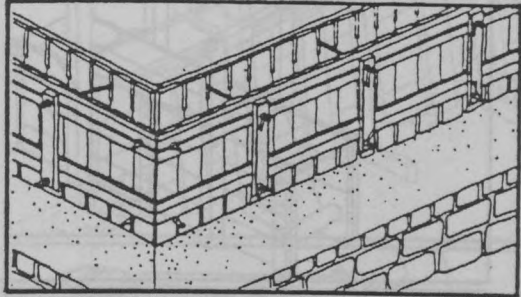
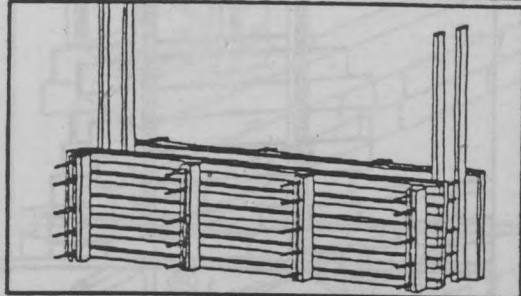
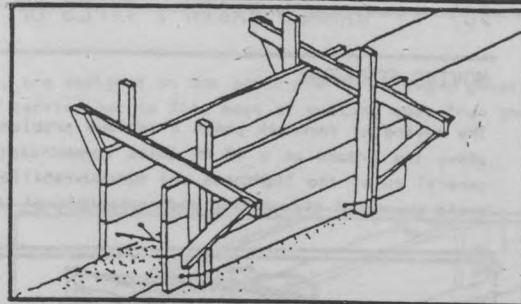
2 - INTEGRAL FORMWORK

Most attempts at using this concrete construction technology have produced rather disappointing results. The reliability of the system is highly dependent upon the architectural design, namely, on whether the latter features such characteristics as modular dimensions, full walls with independent bays and ultra-simple drawings.

- 1 - INTEGRAL HORIZONTAL FORMWORK: A ring of formwork is moved vertically. Success demands that the elements be light and that assembly and disassembly be easy and rapid. The chief obstacles are the joints between the boards, horizontal alignment and the maintenance of plumb.

- 2 - INTEGRAL VERTICAL FORMWORK: This type of formwork lends itself to the construction of large piers, contained in formwork for their entire height. In order to facilitate ramming, only one side of the formwork is completely erected. The second is erected as the wall is constructed.

- 3 - INTEGRAL - INTEGRAL FORMWORK: The formwork for the building is put up at a single go. This system was adopted in Morocco in the BTS 67 project. Projects using this type of formwork should be small and offer easy access inside the formwork.



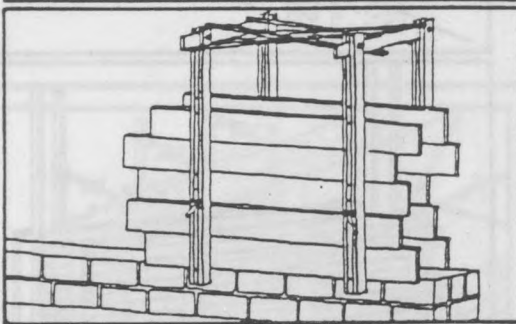
EARTH CONSTRUCTION PRIMER

205

907 RAMMED EARTH : TYPES OF FORMWORKS

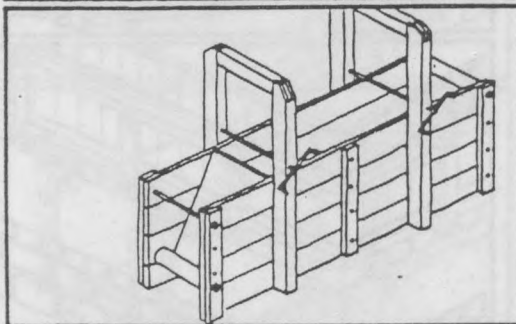
MOVING FORMWORK

The moving of formwork poses a serious problem for workers when they are perched at a height of 7 m above the ground on a 40 cm thick rammed-earth wall. The safety of the work is essential. As a general rule, the lightness and manoeuvrability helps to ensure safety. Means have been sought to avoid the total dismantling and reassembly of the formwork after moving.



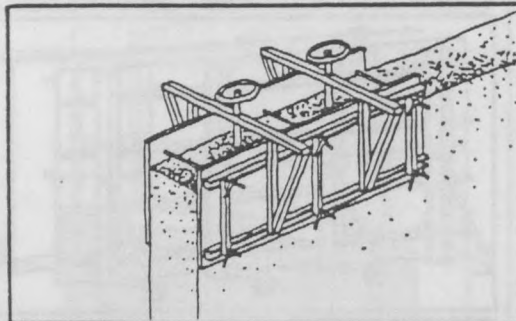
1 - GANTRY FORMWORK

This technique is best suited to the construction of piers or wall sections. The formwork is light, consisting of simple planks, plywood panels or even billets which are kept in position by wooden supports driven into the ground and secured at the top. This type of system is used in Chinese rammed earth construction. The CHK in Kassel has reintroduced the technique with a system involving a wooden hinged frame, fastened by threaded rods.



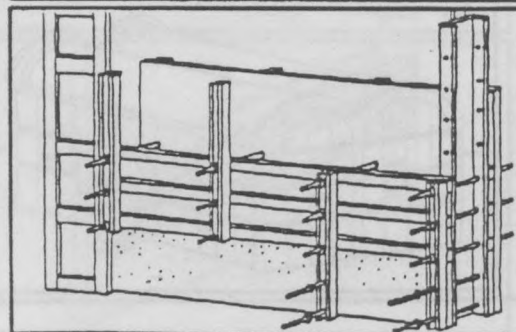
2 - FORMWORK WITH ROLLERS

The concept of a mobile travelling form based on the use of rollers was originated by the Australian G.F. Middleton, as early as 1952. The system is suitable for the construction of straight walls but requires stationary formwork for bays, corners and partition walls.



3 - SLIDING FORMWORK

Various attempts have been made to adapt the sliding forms used in concrete construction. Up to the present time the various realizations are somewhat laborious affairs, though they work quite well.



4 - LEAPFROGGING FORMWORK

A succession of forms is constituted by a vertical series of panels. The principle was revived by the Rammed Earth Institute International, Colorado, USA. Two sets of formwork panels are required. Panel number one is placed in position three and then in position five; panel number two is placed in position four and then position six. The system performs rather well but does not solve the problem of corners or the bonding of walls. Its primary advantage is that the lower panel serves as a support and reference for the one above.

208



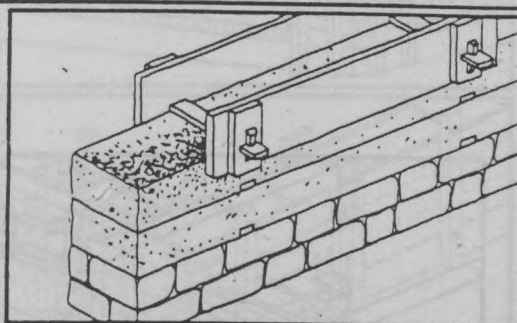
EARTH CONSTRUCTION PRIMER

FORMWORK SHAPES

Most formwork used, whether horizontal or vertical, are designed on the principle of straight panels which yield flat surfaces. Research work has been carried out to find ways of getting away from the limitations this imposes.

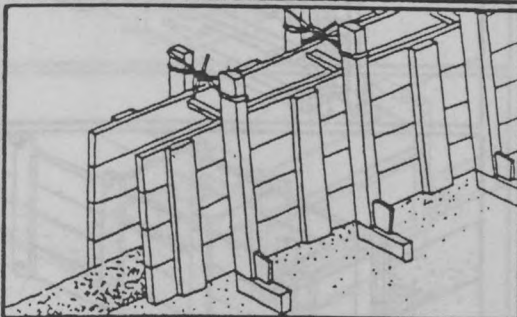
1 - PLANE AND PERPENDICULAR SURFACES

This is the most frequently encountered set-up, being used as often in traditional rammed earth construction as in modern rammed earth buildings regardless of the type of formwork used. The principle is simple and does not give rise to any complex problems.



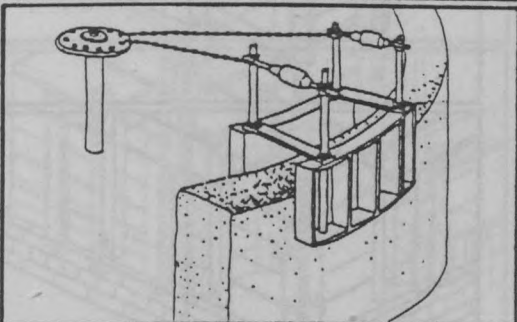
2 - BATTER

This formwork can be used to produce plane perpendicular or plane inclined surfaces otherwise known as the "batter" of a wall. The slope is toward the centre of the wall and progresses as the wall rises. Only the outer face or both faces of the wall can be battered, and simple wooden packing pieces or wedges known as "batter fixers" can be used to affect this design. The batter lightens the mass of the wall in proportion to its rise.



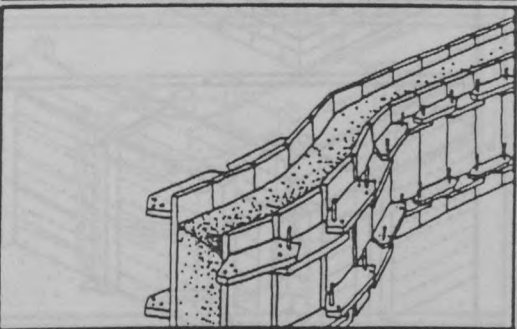
3 - CURVED SURFACES

With certain types of formwork it is possible to make curved surfaces. This can be a matter of curving walls at corners or the construction of buildings with curved walls. The concept is well known in the Chinese tradition of rammed earth construction as illustrated in the "round buildings" of the Hakkas of the Central Plateau. The development of such formwork was the subject of a recent project in the context of the Earth Village Project on the French Isle d'Abeau.



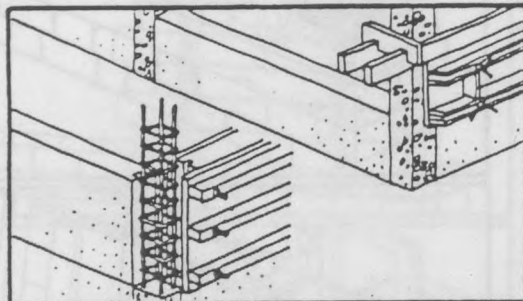
4 - COMPOSITE FACE DESIGN

A formwork system using modular panels makes it possible to fashion surfaces composed of small vertical faces. The concept is suited to the production of diverse shapes including posts of geometrically variable cross-section. The design of the system is rather complex but the concept continues to prove practicable and should become simplified with time.



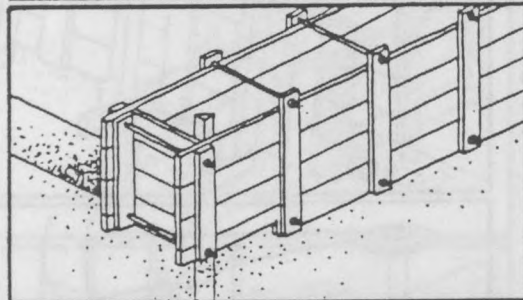
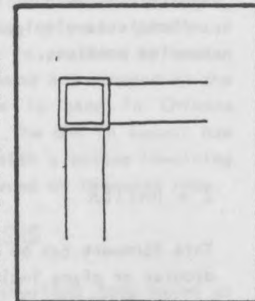
908 RAMMED EARTH : FORMWORKS FOR CORNERS

In rammed earth construction the building of corners between walls requires the use of special formwork. The play allowed for in the formwork for sections of perpendicular wall can prove to be inadequate if insufficient attention is paid to corners. These can be fashioned all of a piece or by the alternate, perpendicular overlapping of boards. The provision of chamfered edges reduces the erosion of outside corners. The "T-system" used for bonding partition walls assumes the same principles as those applied to the corners.



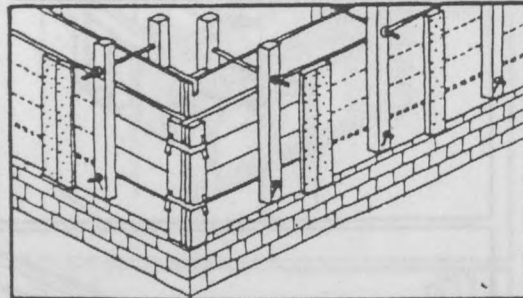
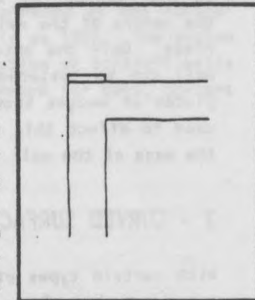
1 - CORNER POSTS

These can be constructed in concrete which can be poured either before or after erection of the rammed earth walls. Corners can be constructed in stone or brick masonry but should be toothed with (conventional) rammed earth.



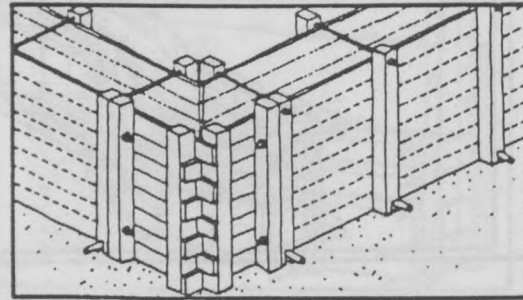
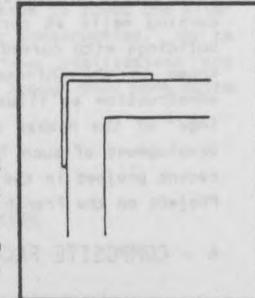
2 - FORMWORK ENDS

This is the system adopted in the Moroccan tradition of rammed earth construction. It is reminiscent of ordinary brick bonding. The corner results from the perpendicular overlapping of the rammed earth sections slabs in both directions.



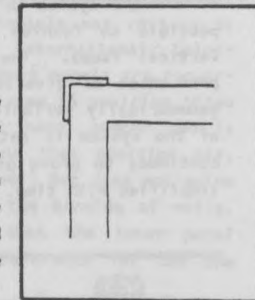
3 - NON-MODULAR FORMWORK

Each corner is constructed using a special element adapted to the particular conditions resulting from the use of non-modular formwork.



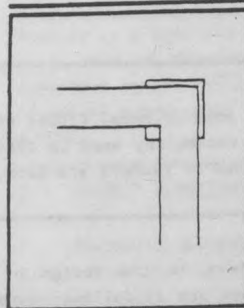
4 - MODULAR FORMWORK

In this system corners are constructed as a single piece, coupling the two inner panels and using a modular formwork on the outside. The design and external dimension must be very precise.



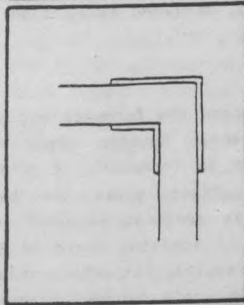
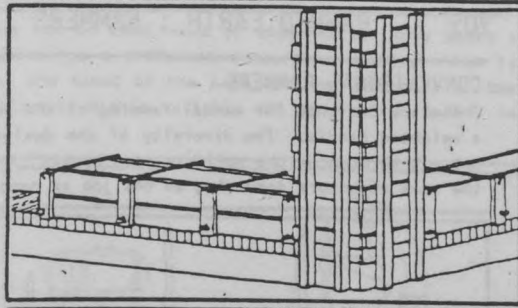
208


EARTH CONSTRUCTION PRIMER



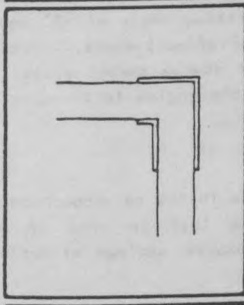
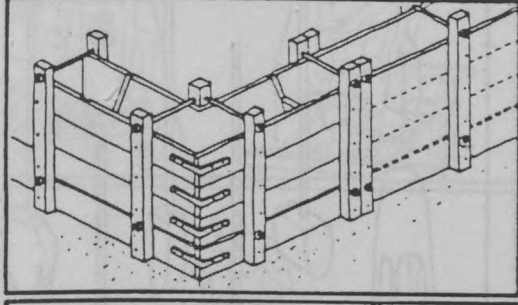
5 - INTEGRAL CORNER

This system can accommodate the setting up of a formwork that can form an integral corner from the bottom all the way up to the top of the building under construction. In this way it takes care of the very tedious problems of plumb and adjustment.



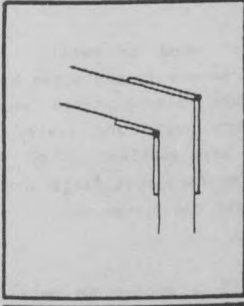
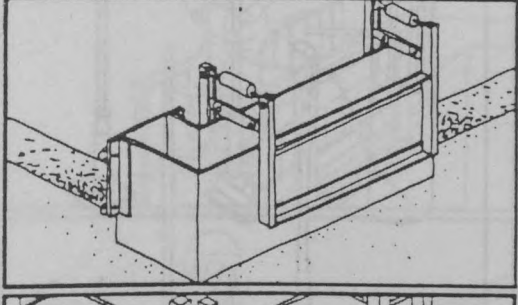
6 - SYMMETRIC FORMWORK

The formwork for both inner and outer faces is modular and symmetric. This system solves the problem of adjusting the panels, but it does not altogether eliminate the risk of a corner separation crack.



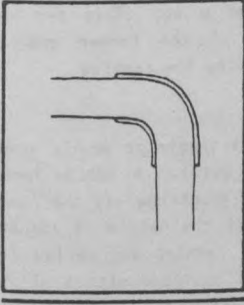
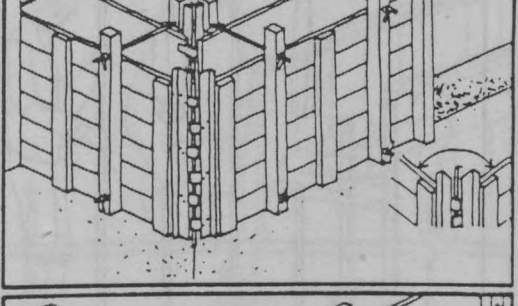
7 - ASSYMETRIC FORMWORK

This system is sounder than the completely symmetric corner, given that the forms can be inverted thus eliminate the danger of corner separation cracking.



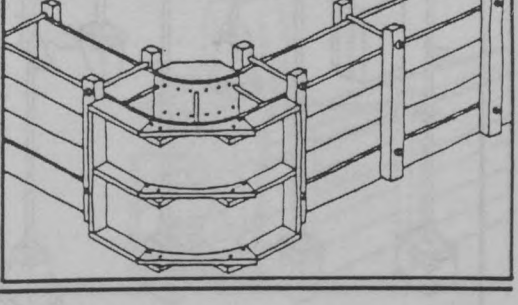
8 - VARIABLE FORMWORK

The angle of the corner being formed can be varied by means of systems that incorporate regular or lift-off hinges. These systems are delicate and always pose the problem of gauging the fit of the panels.



9 - ROUNDED FORMWORK

This corner requires special formwork, produced on the site, which can accommodate architectural features. The corresponding operation is very delicate, costly and difficult to carry out.



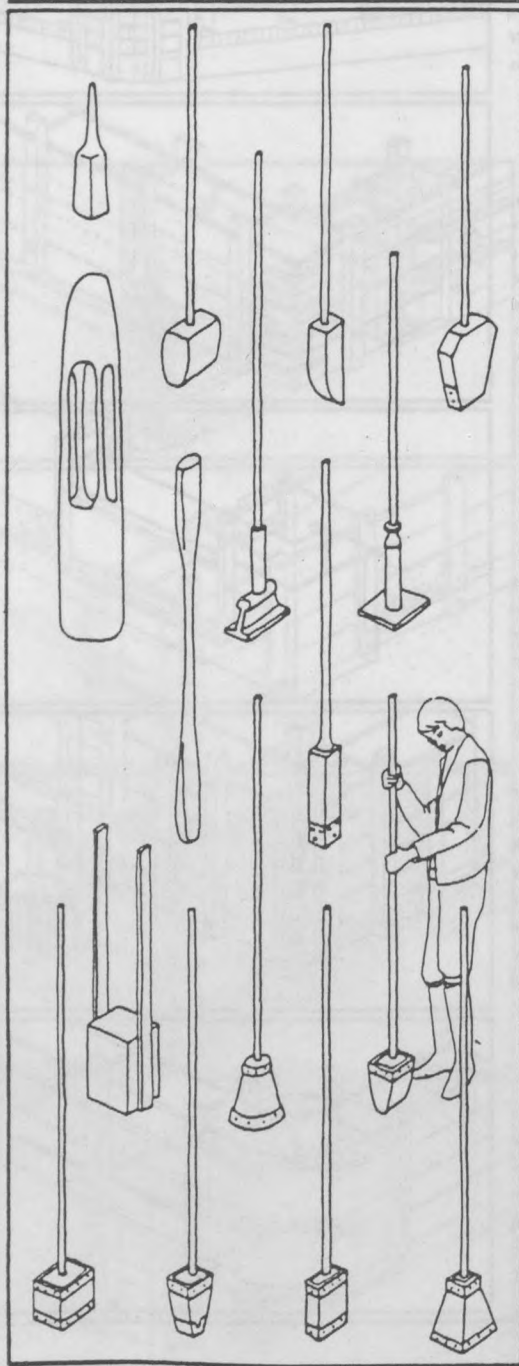
EARTH CONSTRUCTION PRIMER

209

909 RAMMED EARTH : RAMMERS

CONVENTIONAL RAMMERS

These are designed for manual ramming of the earth and consist of a mass of wood or metal fitted with a weighted handle. The diversity of the design of the tool as well as the vocabulary used to designate it throughout the world is very great. In certain countries several kinds of rammers are used in the same structure depending on the job at hand.



1 - PARAMETERS

The most important factors in the design of a conventional manual rammer are as follows: material, weight, area, shape, striking face, type of handle and size.

2 - STRIKING FACES

Rounded striking faces spare the formwork but are less effective in corners. Rounded edges are enough to prevent damage to formwork. A prism-shaped flat striking surface gives the best results as far as highly advanced research has been able to determine. A striking angle of 60° appears to give similar results, but effectiveness falls off quickly as the angle becomes sharper. Thus, for example, a striking angle of 45° could result in a 36 % loss of effectiveness. Special conical shapes and wedge shapes permit access to difficult areas such as the angles in formwork or under clamps.

3 - STRIKING AREA

This should preferably be in the neighbourhood of 64 cm². Research shows that an area of not greater than 225 cm² ensures maximum effectiveness.

4 - STRIKING HEAD

This is usually made of wood or metal. The striking head of wooden rammers is protected by a metallic plate to reduce overly rapid wear. Metallic rammers are more solid and easier to handle as their heads are smaller. They are heavier and their striking face must be large enough to prevent penetration into the formwork.

5 - WEIGHT

The recommended weight of a wooden or metallic rammer is between 5 and 9 kg. This can vary depending on the size of the rammer and the strength of the person doing the ramming.

6 - HANDLE

Rammers can have either a single or double handle made of either wood or metal. A hollow handle removes all restrictions about the way the rammer is weighted. The size of the handle is adjusted to the person doing the ramming and varies from 1,3 m to 1,4 m. Handles equipped with a sliding mass which strikes the earth a second time also exist.

210

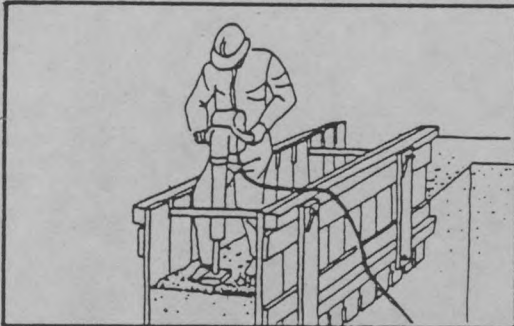
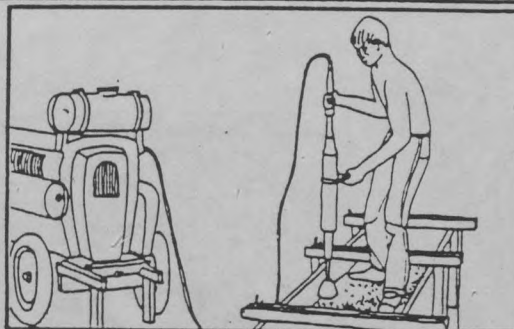


EARTH CONSTRUCTION PRIMER

Ramming is a slow and tedious task. Various machines can be used, most of them heavy. They exert a great deal of pressure on the formwork. Each machine has a different compaction energy, which is dependent on the ratio between the number of passes, the speed of the pass and the thickness of the layers of uncompacted earth. The cost of such machines is highly variable and ranges from \$ 3500 to \$ 1500.

1 - IMPACT RAMMING

- 1 - PNEUMATIC RAMMERS: These have been directly copied from the foundry industry where they are used to settle sand in moulds. Their mode of functioning imitates that of a manual rammer but they are capable of a much higher impact frequency (up to 700 strokes per minute). Of all the pneumatic rammers available, only the "soil" rammers are effective, of which there are numerous commercial types (Atlas Copco, Ingersoll-Rand, Perret, etc.). Pneumatic rammers must be neither too heavy (15 kg maximum) nor too powerful, should they destabilize the formwork and cause the rammed earth to bulge or should they penetrate the earth. They should have a long stroke (approximately 20 cm) and run on regulated air. They should be able to attain a pressure of 5 daN/cm² and barely beyond that. Compressors are very expensive, costing about \$ 5000. Notwithstanding the expense, however, ramming carried out by a pneumatic rammer is highly effective, and if the soil is of a high standard, the quality of the rammed earth is excellent.

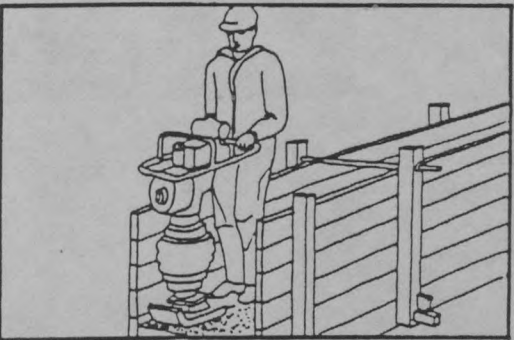


- 2 - PICK HAMMERS: The idea of transforming a pick hammer by fitting it out with a special ramming plate has already been tried. These tools are, however, too powerful, and can set up resonance vibrations within walls thereby splitting the material.



2 - VIBRATION RAMMING

- 1 - VIBRATING PLATES: This method was developed by the GHK in Kassel. In it, a motor with a eccentric rotating mass transmits vibrations to the plate, thus causing the machine to move. A switch enables the operator to determine the direction of this movement, and the machine then functions automatically. The ratio between the weight of the machine, the speed of operation and the vibration frequency is difficult to set.



- 2 - VIBRATING RAMMERS: Versions of these machines powered by combustion engines or electric motors are available on the market. They are heavy, cumbersome and expensive. Their use has been the object of numerous tests with very modest results and constructors are advised against using them.



EARTH CONSTRUCTION PRIMER

211

