

## Actualité en France et pays francophones

*Hubert Guillaud*

### **A. Les Progrès**

#### ***1. De la tradition à la modernité***

L'architecture de terre marque profondément le paysage bâti de France, rural et urbain. Il n'est pas de région qui soit démunie de cette richesse patrimoniale accumulée et transformée, améliorée au fil des siècles, très valorisante des possibilités architecturales de la terre, de l'habitat aux édifices de la collectivité. Les principales techniques de construction sont présentes sur le territoire national (Fig 1), depuis le "pisé" du couloir rhodanien et du val de Saône naturellement étendu aux "pays" du Comtat Venaissin, du Dauphiné (Fig 2) et de la Bresse méridionale, jusqu'aux "adobes" des territoires de Garonne (Fig. 3) et plus largement d'Aquitaine, aux "carreaux de terre" de la vallée de la Marne (Fig. 4) et de la région de Reims, au colombage et torchis de Picardie, Haute et Basse Normandie (Fig. 5), Champagne (Fig. 6), Alsace, Landes, Albigeois, sans oublier la "bauge" des "bourrines" vendéennes (Fig. 7), des habitats d'Ille-et-Vilaine et la "masse" des marais du Cotentin (Fig. 8). Architecture de bois et de terre édifiée depuis les époques néolithiques (faciès culturel danubien) ayant traversé les âges les plus fastes (période gallo-romaine, Renaissance) comme les plus troubles (haut Moyen Age) pour connaître une phase de croissance décisive intégrant les pratiques et les savoir-faire dans la modernité du paysage

bâti populaire, rural et urbain aux époques pré et post-révolutionnaires (fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et XIX<sup>e</sup> siècle). C'est en effet sous l'impulsion de l'idéologie du "Siècle des Lumières" et grâce au rayonnement de la pensée des physiocrates que l'architecture de terre gagnait ses lettres de noblesse en étant associée à la construction de très nombreux manoirs et de châteaux provinciaux, de maisons bourgeoises et immeubles urbains, échappant aux seules applications de l'architecture rurale des fermes et petites maisons de villages. François Cointeraux (1740-1830), architecte-bâisseur lyonnais contribuait par ses écrits, ses projets, sa vocation pédagogique (créateur d'une "école d'architecture rurale") à la diffusion d'un "nouveau pisé" inscrit dans une véritable modernité architecturale qui allait fonder les bases d'une architecture de terre de qualité, solide, saine et durable et favoriser le rayonnement d'un savoir-faire français dans de nombreux pays grâce à une traduction multilingue de ses écrits publiés dans quasiment tous les pays européens et jusqu'en Russie, aux Etats-Unis d'Amérique et en Australie. Ce pionnier établissait, il y a déjà près de deux siècles, les conditions d'un rayonnement culturel international que nos dernières décennies, héritières d'une tradition modernisée, allaient inscrire dans une actualité active et à nouveau en avance à l'échelle mondiale.

Dans les pays d'Afrique francophone, c'est sur un terrain historique également imprégné d'une présence d'architecture de terre souvent très élaborée, que se mettaient en place les conditions d'un développement d'une architecture de terre contemporaine. L'architecture de "banco" (Afrique de l'Ouest), l'architecture de "toub" ou de "thobe" (Égypte et Afrique de l'Est), l'architecture de "daga" (Sud-Est africain), l'architecture de "leuh" (Maroc et Maghreb), témoignent dans leur ensemble d'un art de bâtir en terre africain qui fut porté jusqu'au sublime aux grandes époques des empires d'Afrique (Malinkés, Ghana, Songhaïs, Kanem Bornu) et du Maghreb (Alawites). Aux époques coloniales, les bâtisseurs expatriés construisaient en terre et autres matériaux locaux leur habitat et les édifices de la collectivité, utilisant directement les savoir-faire des populations qui, elles-mêmes, perpétuaient leurs pratiques ancestrales. Au-delà de l'époque récente d'indépendance (années 60) et de la création des États de l'Afrique contemporaine, la terre demeure un matériau de construction dominant que les techniques de construction d'inspiration occidentale ne parviennent pas à reléguer dans l'oubli même si les paysages urbains surpeuplés sont souvent marqués par les couvertures de tôles et des constructions inachevées en blocs de béton ou en béton armé. Ce rêve d'une accession à un confort à l'occidentale, symbolisé par ces matériaux "modernes", s'est avéré bien vite inaccessible pour le plus grand nombre et c'est vers les matériaux et techniques traditionnelles que l'on se tourne à nouveau. Les époques actuelles impulsent une nouvelle vitalité au matériau terre qui apparaît pouvoir être le garant d'une identité culturelle (à travers le patrimoine fort dégradé que l'on souhaite désormais préserver) et d'un développement centré

sur l'utilisation des ressources et potentialités matérielles et humaines nationales. La maîtrise des performances du matériau et les fantastiques progrès réalisés dans la technologie production et de mise en oeuvre au cours de ces deux dernières décennies font désormais de la construction en terre un véritable atout au service de l'avenir que les décideurs prennent en compte dans leurs stratégies politiques et dans les planifications du développement technique, économique, social, éducatif et culturel. Il n'est en effet aujourd'hui que peu de pays d'Afrique qui ne posent la nécessité d'organiser les filières de matériaux locaux pour répondre à un besoin sans précédent connu dans l'histoire de logements, d'écoles et de bâtiments à vocation sociale, sanitaire ou culturelle. La commande gouvernementale d'expertise amont soutenue par des financements des organismes internationaux (Banque mondiale, Bureau international du Travail, P.N.U.D., etc.) et la commande d'études de faisabilité technico-économique et de montage de dossiers bancables pour l'installation d'unités de production (briqueteries) dans beaucoup de pays africains le confirme.

## *2. L'investissement de la France dans les années 1970-80*

L'histoire montre que ce sont les périodes de crise traversées par les sociétés, la nécessité vitale de trouver des alternatives à une pénurie en matériaux ou en énergies pour assurer une continuité du développement qui imposent un retour ou insufflent un nouveau dynamisme à l'emploi des matériaux locaux. En France, aux époques perturbées pré et post-révolutionnaires tendues vers une amélioration de la vie des campagnes françaises (et donc, entre autres, du cadre de vie), la construction en terre trouvait les voies de sa modernité. Plus proche de nous, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les destructions massives

et la pénurie en matériaux manufacturés ou industrialisés remettaient la terre à l'honneur, en France (actions pilotes du M.R.U.<sup>(1)</sup>) et surtout en Allemagne qui utilisait massivement ce matériau pour sa reconstruction. Par suite, la France contribuait au développement de la recherche et des applications architecturales pilotes pour soutenir le développement indépendant de certaines de ses anciennes colonies ou protectorats. Tel est notamment le cas du Maroc où les travaux du C.E.R.F.<sup>(2)</sup>, menés en étroite collaboration avec le ministère de l'Intérieur marocain, aboutissaient à la publication de nombreuses études, à la réalisation de vastes opérations de logement social (B.T.S.<sup>(3)</sup> 62 et 67 à Marrakech, réhabilitation des ksours des vallées du Sud, par exemple). Tel est aussi le cas de la participation de la coopération française au programme des 1000 villages ruraux lancé en 1970 en Algérie, aux recherches et études menées par le L.B.T.P.<sup>(4)</sup> d'Abidjan en Côte-d'Ivoire. Enfin, plus récemment, le choc pétrolier de 1973 et la "Crise de l'énergie" imposaient une recherche d'alternative technologique qui permettait d'interroger les possibilités de l'énergie solaire, de la biomasse et du matériau terre. La France allait développer une politique d'actions pilotes en matière de recherche scientifique, technique et architecturale, d'applications exemplaires mobilisant les partenaires du secteur du bâtiment (maîtres d'ouvrages, architectes, entreprises) et de formation universitaire autant que professionnelle. L'investissement réalisé au cours de la décennie .80 n'a d'équivalent dans aucun autre pays du monde occidental et confortait ainsi une véritable avance de la France dans ce domaine désormais utile pour apporter une contribution à la solution des graves questions de la pollution de l'environnement par l'industrie classique du bâtiment et de l'accessibilité au logement des régions démunies du monde. C'est bien au centre

de cette problématique liée à l'environnement et saisie dans son acceptation conceptuelle la plus large que l'architecture de terre est de nouveau appelée à jouer un rôle technologique, économique, social, culturel et même politique de tout premier plan.

### *La mobilisation des chercheurs, praticiens et entrepreneurs.*

A la fin des années 70, le S.M.U.H.<sup>(5)</sup> éditait un numéro spécial sur la construction en terre de sa revue "Planification Habitat Information". Parallèlement, il traduisait et diffusait largement un ouvrage des Nations unies intitulé "*Le béton de terre stabilisée, son emploi dans la construction*". A la même époque, l'Institut de l'environnement publiait "*Construction en Terre*" d'une association grenobloise d'étudiants en architecture (ADETEN<sup>(6)</sup>). Diverses réalisations sont entreprises dans les pays africains (au Mali et en Haute-Volta - aujourd'hui Burkina Faso) qui précèdent une phase d'important investissement des institutions françaises dans la recherche. En 1978, le C.T.B.<sup>(7)</sup> engage des travaux sur l'argile stabilisée à froid, le L.N.B.T.P.<sup>(8)</sup> de Ouagadougou développe une recherche appliquée sur les blocs de terre comprimée. Suivait en 1979 la publication de "*Construire en Terre*" du CRA Terre, qui allait devenir un "best-seller" (trois ré-éditions largement diffusées en France et dans les pays francophones, photocopie en nombre incalculable) et contribuer à la renaissance d'un mouvement en faveur d'une actualisation de l'emploi du matériau terre en construction. Cette même année le Plan-Construction lançait un appel d'offre national de recherche sur les "techniques exportables en bâtiment et v.r.d." où la réponse terre sur le volet bâtiment allait être déjà significative d'un renouveau d'intérêt des chercheurs. Toujours en 1979, la Direction de l'équipement de l'île de

Mayotte (archipel des Comores) lance un vaste programme d'habitat social qui allait s'appuyer de façon décisive au début des années 80 sur l'organisation d'une filière terre mahoraise. En 1980, l'I.N.S.A.<sup>(9)</sup> de Rennes lance ses recherches sur le Stargil donnant lieu à la mise au point de composants de construction en argile stabilisée extrudée. Ce début de la décennie 80 voit le renouveau des actions régionales concernant l'étude des patrimoines bâtis en terre et la multiplication des associations régionales travaillant sur le matériau terre, mouvement qui allait être considérablement dynamisé par un événement culturel de tout premier plan: l'exposition "Des Architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire" présentée en 1981 au centre Georges Pompidou à Paris. Cette exposition allait ensuite être présentée dans les plus grandes capitales européennes et dans plusieurs pays en développement où elle allait dynamiser l'émergence d'un mouvement international en faveur du développement de la recherche et des opérations expérimentales. La revue "H" de la société des H.L.M.<sup>(10)</sup> publie un numéro spécial intitulé "*La terre, matériau d'avenir*" en 1981 et organise un voyage d'étude pour des praticiens dans le Sud-Ouest des Etats-Unis qui connaissent un fantastique développement d'une architecture d'habitat solaire passive en adobe. Cette même année est créé le programme interministériel REXCOOP<sup>(11)</sup> qui va largement contribuer, avec le Plan-Construction, d'autres ministères (Recherche, Technologie, Industrie, Affaires étrangères, Culture et Communication) et d'autres agences nationales de l'Etat français (ANVAR<sup>(12)</sup>, A.F.M.E.<sup>(13)</sup>, ACTIM<sup>(14)</sup>) au développement de la recherche, à la multiplication des applications exemplaires menées en France et dans le cadre d'actions de coopération, sur les possibilités technologiques actuelles du matériau terre en construction. Plusieurs de

ces actions jalonnent de façon décisive les progrès de l'investissement français et confortent une avance technologique. Le lancement en 1981 d'un programme de recherche scientifique sur le matériau terre par le C.S.T.B.<sup>(15)</sup> et un appel d'offre conjoint REXCOOP, Plan-Construction et ANVAR, lancé en 1982 sur le thème "matériels adaptés à la construction en terre" qui allait permettre la mise au point de nouveaux types de presses à blocs de terre, de malaxeurs à mortier et de banches pour le pisé, le lancement cette même année du programme pilote du "Domaine de la Terre" de l'Isle-d'Abeau (voir titre 1 suivant) et l'engagement de plusieurs projets en coopération en Afrique et en Amérique latine. La réalisation d'un colloque national sur "l'actualité de la construction en terre" autour du projet du "Domaine de la Terre" de l'Isle-d'Abeau. En 1983, la France réalise une recherche capitale visant à définir "les voies de la recherche terre française" (Ecole d'architecture de Grenoble). Cette même année voit le lancement d'un programme de 60 logements dans le cadre d'une action REXCOOP à Marrakech au Maroc (programme qui allait dynamiser l'investissement des institutions marocaines et des organismes de maîtrise d'ouvrage dans la réalisation de projets d'habitat et d'équipements touristiques en terre). A partir de 1983 on observe une multiplication très sensible de l'investissement industriel et d'entreprise dans la création de nouveaux matériels de production et dans l'assistance à la production des matériaux et au chantier sur le territoire national et dans les pays en développement. En 1984, le C.S.T.B., associé au CRATerre développe son programme de recherche lancé en 1981 (identification du matériau terre, dispositions constructives, analyse du réseau terre, comportement hygrométrique du matériau terre). Toujours en 1984, un "Centre de terre" est créé à Lavalette, près de Toulouse

(archit. J. Colzani) permettant d'accentuer la réalisation de projets à l'échelle régionale. De 1984 à aujourd'hui, plusieurs réalisations architecturales sont entreprises par des opérateurs régionaux dans le midi de la France (Fig.9), en Corse (Fig.10), en Champagne, à Rennes, près de Toulouse (Fig.11), dans le pays nantais et en Ile-et-Vilaine, dans le Poitou (Fig.12), en Normandie et de nombreux programmes sont engagés dans plusieurs pays étrangers qui mobilisent la participation des chercheurs, des architectes et des entrepreneurs français auxquels on doit ajouter de très nombreux projets menés par des organisations non gouvernementales (O.N.G.) et des associations de volontaires du développement: au Burundi, au Rwanda, au Mali, au Maroc, en Ethiopie, en Somalie, au Burkina Faso, au Sénégal (cf. bibliographie, monographies de projets). Sur cette période allant de 1981 à 1985, soit en à peine cinq ans, l'investissement de l'Etat français sur la "filère terre" (à l'exception des salaires des chercheurs et des dotations annuelles des équipes de recherche, des investissements à caractère privé, public ou institutionnel régional ou local) se montait à près de 15 millions de francs lourds avec une part dominante accordée à la recherche scientifique, technique et architecturale (40%) et à l'application opérationnelle des résultats de cette recherche (50%), le reste étant absorbé par une activité de formation naissante (celle-ci prenant une part plus importante depuis lors).

### ***B. Les progrès dans le domaine de la réalisation de projets***

L'activité de réalisation architecturale a été dominante au cours des années 80 tant sur le territoire national qu'à l'étranger, principalement dans les pays francophones pour ce qui concerne le rayonnement d'une véritable compétence française. Cette activité

a été précédemment évoquée et on ne pourra ici la couvrir dans son entier tant elle est, au terme de dix années, considérable autant que diverse. Le lecteur pourra s'en informer en parcourant les nombreux ouvrages techniques ou monographiques qui en font état (cf. bibliographie). On rappellera ici que cette activité de réalisation architecturale résulte directement de l'investissement et de l'application de la recherche institutionnelle et privée qui mobilisait beaucoup de financement et d'énergie de travail. Ces opérateurs, nombreux, sont aujourd'hui porteurs d'un registre de compétences qu'ils mettent à profit, non sans difficulté, car le renouveau de l'architecture de terre, bien qu'appelé à s'épanouir plus largement, demeure encore en phase de croissance. Mais les résultats de qualité obtenus sont très prometteurs et confirment tous les jours que la construction et l'architecture en terre peuvent pleinement tenir leur place dans l'activité de production du bâtiment et être très utiles au développement harmonieux des sociétés les moins avancées comme des plus évoluées qui ont aussi d'autres problèmes de qualité d'environnement à résoudre. On attirera ici l'attention, pour mémoire et pour illustration de ce dynamisme des réalisations, sur deux opérations phares de ces dernières années 80. L'une, sur le territoire national, le programme du "Domaine de la Terre" de l'Isle-d'Abeau (Isère), réalisé près de Lyon de 1983 à 1985, l'autre, en territoires d'outremer, sur l'île de Mayotte, un vaste programme d'habitat social qui compte au terme de six années de développement, la réalisation de plus de 5000 logements individuels, 300 immeubles locatifs, et 500 bâtiments publics (dont 300 écoles, collèges et lycées).

#### ***1. Le "Domaine de la Terre" à l'Isle-d'Abeau***

##### ***a. Une contribution décisive***

Le projet du "Domaine de la Terre",

achevé à la fin de l'année 1985 sur la ville nouvelle de l'Isle-d'Abeau, commune de Villefontaine (près de Lyon) concrétisait l'idée de réutiliser la terre crue dans le secteur organisé de la construction du bâtiment qui avait été avancée vers la fin des années 70. Ce projet d'habitat social apportait une contribution décisive à la réorganisation d'une filière terre française, à plusieurs niveaux:

- il alimentait de façon concrète un débat national, social et culturel, en faveur d'un renouveau des architectures de terre;
- il stimulait le développement de la recherche scientifique et technique sur le matériau, sur les modes de production et de construction et sur la conception architecturale;
- il incitait à la mise en place de structures de production et de commercialisation ainsi que le lancement de matériels de production;
- il assurait les bases d'une véritable filière terre en rassemblant les compétences au différents niveaux d'une chaîne de production globale, depuis l'extraction du matériau jusqu'à sa mise en oeuvre, en permettant un positionnement de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'oeuvre, de l'acte d'entreprise, du contrôle technique et de la normalisation ainsi que du système d'assurance; il suscitait un réel intérêt chez les décideurs politiques, en France et à l'étranger, grâce aux nombreuses délégations venant visiter le chantier puis la réalisation achevée (2 500 visites par an depuis 1985).

#### *b. Brève histoire du projet*

Le projet du "Domaine de la Terre" s'inscrit dans le droit fil de la dynamique de débat culturel lancée par la présentation de l'exposition internationale du centre Georges Pompidou, à Paris, en 1981. Cet événement allait être appuyé par un renouveau d'activité de recherche et d'application expérimentale soutenue

par les institutions nationales (Plan-Construction, REXCOOP, Direction de l'architecture). En réussissant à mobiliser les opérateurs habituels de la production du bâtiment (aménageurs et maître d'ouvrage, architectes et entrepreneurs, bureau de contrôle technique et compagnies d'assurances, centres de recherche et fabricants de matériaux et matériels de production), ce projet allait instruire les bases d'une nouvelle construction en terre située dans les cadres d'exercices réels et permettre ainsi d'apporter des solutions à de nombreux problèmes jusqu'alors non abordés. Ce projet entendait montrer que l'on pouvait ré-actualiser des traditions en leur associant des connaissances, des techniques et des savoir-faire contemporains. Cette approche d'une modernité de la construction en terre devait répondre à plusieurs volontés: inscrire un projet contemporain dans une région dotée d'un riche patrimoine afin d'assurer une continuité historique entre les traditions et la modernité, fédérer des équipes et des institutions ayant déjà contribué à installer un pôle fort de compétences régionales dans le secteur moderne de la construction en terre, inscrire le projet dans une grande opération d'aménagement régional. Cette logique devait désigner la région Rhône-Alpes, dotée d'un patrimoine historique d'architectures en pisé et ayant conforté le développement de plusieurs équipes de chercheurs, de praticiens et d'entrepreneurs, et la ville nouvelle de l'Isle-d'Abeau pour son projet d'aménagement régional ambitieux. L'EPIDA<sup>(16)</sup> et l'OPAC 38<sup>(17)</sup> allaient être les partenaires essentiels de cette mobilisation opérationnelle soutenue par le concours du centre Georges Pompidou, de plusieurs architectes et entrepreneurs, du bureau de contrôle SOCOTEC<sup>(18)</sup>, du C.S.T.B., de l'E.N.T.P.E.<sup>(19)</sup>, de l'école d'architecture de St.-Etienne, de l'école d'architecture de

Grenoble (CRATerre) et de l'université Joseph Fourier de Grenoble (I.R.I.G.M.<sup>(20)</sup> et l'institut Dolomieu<sup>(21)</sup>). En 1981, un appel de candidatures était lancé au plan national, suivi d'un concours d'architecture puis, en 1982, de l'ouverture de trois premiers chantiers, de quatre autres en 1983, autant en 1984 et enfin d'une parcelle haute en 1985. L'ensemble du projet était achevé et inauguré en fin 1985.

#### *c. Le programme du projet*

Cette opération "d'habitat à loyer modéré" (H.L.M.) est constituée de 58 logements répartis sur 12 îlots de cinq à dix logements mitoyens du type 3 au type 6 avec des surfaces habitables qui vont de 65 à 73 m<sup>2</sup> (T3), 76 à 96 m<sup>2</sup> (T4), 97 à 108 m<sup>2</sup> (T5) et 105 à 110 m<sup>2</sup> (T6). Répartie sur deux ou trois niveaux, l'habitation principale est dotée de plusieurs annexes: cellier, buanderie, serre, loggia ou balcon et garage. Un jardin privatif complète l'aménagement de chaque parcelle.

#### *d. La population concernée*

Le projet concerne une population d'environ trois cents personnes réparties en ménages dont le plafond de revenus se situe entre 52 000 francs net minimum par an (salaire familial unique) et 100 000 francs par an (double salaire minimum). Ce plafond de revenus est augmenté du bénéfice des droits sociaux (complément familial, allocations familiales, A.P.L.<sup>(22)</sup>). L'A.P.L. est une ressource non négligeable puisqu'elle peut couvrir de 50 à 90% du loyer selon le ratio du revenu et du nombre d'enfants à charge.

#### *e. Les techniques de construction utilisées*

Elle sont principalement au nombre de trois: le pisé non stabilisé dans ses modes de mise en oeuvre allant du traditionnel au mécanisé et en maçonnerie porteuse, le bloc de terre stabilisée vibro-compactée en maçonnerie porteuse et la terre-paille non porteuse, en remplissage d'une ossature bois. Sur l'ensemble des logements, on

observe une grande partie des projets ayant opté pour le bloc de terre (31 logements), puis un nombre important en pisé (21 logements) et enfin 6 en terre-paille (Fig. 13, plan masse du projet, fig. 14, 15, 16, 17, 18, bâtiments réalisés).

#### *f. Bilan général de l'opération*

Du point de vue économique, l'ensemble du projet était financé par l'OPAC 38 qui se voyait accorder une autorisation de dépassement de 10 % par rapport au prix de référence du fait du caractère expérimental de l'opération. Le Plan-Construction finançait l'assistance technique des experts et un gros effort de recherche en amont (ce financement est équivalent au coût de quatre logements). L'ensemble du projet approche les 25 millions de francs et l'analyse des coûts de construction montre que le prix moyen hors taxes au mètre carré est de 3100 francs dans une fourchette allant de - 20 à + 10%. Ces résultats confirment que l'on peut construire dans les limites des prix de référence du logement social<sup>(23)</sup> bien qu'une charge d'investissement dans l'expérimentation doive être imputée aux entreprises, charge qui peut être amortie par l'ouverture d'un marché. Au plan de l'organisation de l'opération, apparaît la nécessité d'une coordination des actions et des opérateurs en amont de la réalisation et plus particulièrement des maîtres d'oeuvre et des entrepreneurs pour établir une concertation indispensable sur les choix techniques, architecturaux et les modes de mise en oeuvre. L'opération confirme l'obligation d'adopter une logique de conception et de production spécifique au matériau terre non inspirée d'autres filières (bloc de béton ou béton par exemple). La formation professionnelle des opérateurs (architectes et entrepreneurs), en amont, apparaît également indispensable pour optimiser les conditions de réalisation et garantir un meilleur ratio

entre la qualité architecturale et l'économie des coûts. Enfin, l'opération a permis de mettre l'accent sur une lourde lacune de textes normatifs qui doit être comblée pour légitimer les pratiques des opérateurs techniques et leur offrir des garanties juridiques et d'assurances. Finalement, malgré ses tâtonnements inévitables, cette opération constitue un projet exemplaire qui confirme une volonté d'aller de l'avant, qui établit le lien entre les traditions et la modernité des architectures de terre en France et plus largement en Europe, qui se pose en vitrine de nouvelles possibilités d'utilisation du matériau terre dans un plus large registre de contextes d'application, notamment vis-à-vis des pays en développement dynamisés par une nouvelle confiance dans ce qui redevient une technique moderne de construction au service d'une architecture d'avenir.

## *2. Le programme exemplaire d'habitat social à Mayotte*

### *a. Situation du projet, du programme et des objectifs*

En 1976, l'état de développement de l'île de Mayotte (TOM<sup>(24)</sup>, archipel des Comores) confirme un retard considérable dans tous les domaines (santé, agriculture, éducation, infrastructures générales). L'état du parc de logements traditionnels est très précaire, voire insalubre, peu durable et fait l'objet d'un rejet global de la population.

Une politique d'amélioration de l'habitat est définie en 1978-79 qui se donne pour objectif d'amener tous les logements à un minimum de confort, de salubrité et de pérennité en vingt ans. Sur les dix premières années, cela représente une intervention sur 7 500 cases. Le programme s'inscrit dans un schéma global de développement et entend contribuer à promouvoir les ressources humaines et matérielles, à revitaliser le secteur primaire (seul productif), à

favoriser l'apprentissage d'un travail monétisé, conditions incontournables du développement. L'opération s'adresse à tous les Mahorais et en priorité aux 90% d'agriculteurs qui ne disposent pas d'argent mais qui peuvent consacrer une grande part de leur temps à leur habitat. Une stratégie de décentralisation des actions vise un développement géographique équilibré sur l'ensemble de l'île en s'appuyant sur la formation des hommes et la canalisation des efforts d'autoproduction des matériaux et d'autoconstruction soutenue par un encadrement juridique, financier, technique et architectural.

### *b. Structure de production*

Une structure d'encadrement et de production est progressivement mise en place pour dynamiser le développement du programme. Elle s'appuie sur:

- une cellule "habitat social" de la Direction de l'équipement qui assure la conception des programmes et leur coordination;
- une association d'habitants, d'élus et d'administrateurs qui aide à la conception et critique les programmes;
- une coopérative qui régule les approvisionnements en matériaux et outils, expérimente les matériaux, forme et équipe les artisans, joue le rôle de "bourse de travail" pour contrôler la croissance et stabiliser les emplois du secteur bâtiment;
- une association pour la formation professionnelle qui forme les habitants et les artisans aux différents métiers du bâtiment (Compagnons du tour de France);
- une société immobilière (Société d'économie mixte), la SIM<sup>(25)</sup>, qui joue le rôle d'opérateur technique et financier chargé de mettre en oeuvre la politique d'habitat social.

### *c. Types de produits et de logements proposés*

Trois principaux produits sont proposés aux habitants.

- Les parcelles aménagées: viabilisation sommaire des zones d'extension de l'habitat, attribution s'appuyant sur les principes de droit coutumier, garantie de sécurité d'occupation foncière et aide à la construction.

- "L'Aide en nature": programme minimum permettant dans un premier temps d'améliorer les cases traditionnelles et donc leur durabilité, d'optimiser les efforts consentis pour leur construction et leur entretien. Il s'agit d'une aide en matériaux et en assistance technique. Dans un deuxième temps, cette aide en nature correspond à un produit d'habitat social de base inspiré de la disposition traditionnelle de l'habitat mahorais (case à deux pièces et deux "varangues" de 35 à 40 m<sup>2</sup>). Une version "Aide en nature" améliorée porte la superficie à 54 m<sup>2</sup> avec une pièce de plus et un équipement sanitaire intégré.

- Un logement très social ou "habitat type" qui est un logement de base plus grand de 55 m<sup>2</sup>, mieux équipé, qui associe une procédure de subvention et un apport personnel et qui implique une obligation de remboursement sous forme de loyer en accession sur 6 à 10 ans.

#### *d. La filière terre mahoraise*

Les matériaux de construction utiles sur l'île de Mayotte sont rares, peu utilisables sans transformation ou indispensables à d'autres vocations: le sable de plage (indispensable à l'équilibre écologique du lagon), la pouzzolane (abondante mais hétérogène), la pierre (pouvant fournir des agrégats de concassage), le bois (essences locales peu utiles à la construction, matériau importé), le ciment (importé et cher), la terre locale (très argileuse et devant être dégraissée par correction granulaire), le parpaing de sable de mer et ciment (à proscrire).

Les études de faisabilité menées en 1981-82 mettent en évidence l'intérêt

économique du matériau terre dont la production est mise en place à la suite d'une mission d'identification des gisements confiée au B.R.G.M.<sup>(26)</sup> et au CRA Terre. C'est finalement une solution de mélange de la terre latéritique et de la pouzzolane avec une stabilisation au ciment (maximum 8%) qui est retenue par les opérateurs du programme. Dix-neuf briqueteries sont progressivement installées entre 1982 et 1983 qui permettent de produire jusqu'à 1 300 000 blocs de terre en 1985.

Les premiers programmes de construction de logements en terre sont des chantiers-pilotes<sup>(27)</sup> qui permettent de former des briquetiers et des artisans et de définir les choix techniques et architecturaux qui prévaudront dans l'ensemble des réalisations au cours des années suivantes (solutions de fondations en béton cyclopéen et de soubassement en maçonnerie de moellons de pierre, chape de ciment sur remblais de déchets de criblage compactés, murs de 14 ou 30 cm d'épaisseur en blocs de terre, ouvertures en arc, ancrage des charpentes pour résister au passage des queues de cyclones, toitures en bacs acier nervurés, badigeons en terre-ciment, menuiseries à persiennes en bois, badigeons et peintures intérieures).

#### *e. Des résultats impressionnants*

En 1988, au terme de cinq années de plein exercice du programme d'habitat social et d'équipement des communautés villageoises (écoles, collèges, lycées, marchés), c'est au moins 5 000 logements sociaux qui sont achevés, 300 unités d'habitations locatives, 500 bâtiments publics, dont 300 écoles primaires, collèges et lycées (Fig. 19, 20, 21, 22). Le programme a en outre permis une cession progressive des unités de production des matériaux aux communautés villageoises avec une production qui avoisine les 2 000 000 de blocs en

1989. Il a contribué à une large création d'emplois et une évolution rapide du salaire minimum et du niveau de vie ( le salaire moyen a décuplé) permettant d'envisager un investissement de la valeur monétaire ajoutée et épargnée dans d'autres secteurs du développement (agriculture, pêche, tourisme, commerce, éducation et santé). Le programme d'habitat social de l'île de Mayotte constitue une référence au plan international de l'application de la technologie de construction en terre au service du développement des sociétés démunies. La volonté de départ des hommes qui ont programmé cette vaste opération en tenant compte des aspirations de la population et des ressources humaines et matérielles disponibles, le constat en amont de la situation avec une enquête ethno-habitat qui a permis de définir une stratégie adaptée au contexte culturel, des types de produits et leurs coûts ainsi que la part d'efforts à consentir par les particuliers et la collectivité, la dynamique d'une démarche constamment itérative entre la conception, l'expérimentation et la concertation, la mise en place d'une structure conviviale d'encadrement, décentralisée et efficace autour de compétences techniques spécialisées et d'un organisme de coordination unique de mise en oeuvre (la SIM), l'encadrement de l'autoproduction et de l'autoconstruction, la stabilisation progressive des emplois créés à partir d'une politique de formation et d'équipement, la prise en compte au départ d'une charge importante de frais d'assistance technique (15% ramenés progressivement à 7%), furent les principaux facteurs de réussite de ce programme.

### *C. Les progrès dans le domaine de la formation*

Le renouveau de la construction et de l'architecture de terre, en France, dans les

pays francophones et plus largement dans le monde est très directement lié au développement des activités de formation professionnelle et universitaire. Cette activité de formation a toujours soutenu, historiquement, les phases de nouvelles impulsions données au réemploi du matériau terre en construction. Tel est en effet le cas, en France, aux époques pré et post-révolutionnaires qui bénéficiaient du dynamisme pionnier de François Coilteraux, celui-ci ayant organisé une formation spécifique autour de son projet "d'école d'architecture rurale" qu'il développait successivement à Paris puis en province (dans la région de Lyon). La formation y était très liée à l'activité de réalisation de prototypes de structures et de bâtiments. Tel est encore le cas, en Allemagne, pendant et au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, avec la mise en place de véritables centres de formation spécialisée qui formèrent de façon intensive des centaines d'architectes, ingénieurs et artisans. Ces spécialistes devaient participer très activement à la reconstruction de l'Allemagne (près de 37 000 logements construits en 1949 en ex - R.D.A., soit 4 ans après la fin de la guerre). Les expériences menées par le M.R.U. en France ne devaient pas déboucher sur une formation professionnelle ce qui explique en grande partie le peu d'intérêt qui fut accordé, à l'époque, au possible réemploi du matériau terre, au-delà de rares réalisations pilotes menées à Ivry (près de Paris) et en Picardie<sup>(28)</sup> Ce n'est que très récemment, vers la fin des années soixante-dix, qu'allait à nouveau démarrer cette activité essentielle de formation où la France joue un rôle pilote.

#### **1. La formation professionnelle**

##### *a. L'offre initiale*

L'offre de formation s'adressant directement aux professionnels du bâtiment a

été inaugurée dès la fin des années 70, sous forme de stages organisés par l'école d'architecture de Grenoble. Initialement ouverte aux seuls étudiants de l'école, cette formation s'est progressivement adressée, au début des années 80, aux architectes et ingénieurs professionnels et aux artisans maçons. Les premiers stages de 2 semaines évoluaient en 1983 vers un programme plus complet, associant théorie et pratique, développé sur 8 semaines. Les candidats venaient non seulement de France mais également de pays francophones voisins tels que la Belgique et la Suisse. Parallèlement, d'autres stages étaient organisés à la demande d'associations régionales et d'instituts de formation technologique, de groupement d'artisans, de groupes de recherche. L'équipe du CRATerre de l'école d'architecture de Grenoble était par la suite de plus en plus sollicitée par des institutions étrangères et développait à la demande, des programmes de formation dans les pays étrangers, au Mexique (CONESCAL<sup>(29)</sup>), en Somalie (UNESCO), en Inde (HUDCO), au Nigéria (Commission nationale des musées et monuments), au Zaïre (ONUDI-C.D.I.<sup>(30)</sup>, entreprises zaïroises). Enfin on observera que des programmes de cours professionnels intensifs, thématiques (production des blocs de terre comprimée, éléments de conception architecturale, etc.) sont régulièrement organisés depuis 1987. Ils retiennent l'intérêt d'un large public de professionnels issus du monde entier (architectes, ingénieurs, entrepreneurs). Plus récemment, un programme de cours spécifiques de deux semaines, qui évoluera vers un enseignement de huit semaines, couvre le thème désormais très porteur de la préservation-restauration-réhabilitation des patrimoines architecturaux en terre. Cette nouvelle orientation mise en place avec le concours de

l'ICCROM<sup>(31)</sup> devrait être considérablement développée au cours des prochaines années si l'on en juge par le niveau de la demande des métiers du bâtiment (architectes, ingénieurs, entrepreneurs) et de la recherche (histoire, archéologie et conservation des sites anciens).

On remarquera enfin que l'activité qui se développe autour du récent renouveau de la construction en terre en France, dans plusieurs régions (Aquitaine, Bretagne, Champagne, Auvergne, Normandie, Provence) donne également lieu à la mise en place de programmes de stages professionnels organisés par diverses associations et par des professionnels de l'architecture ou de l'entreprise s'étant investis au cours de ces dernières années dans la filière terre. Tel est le cas de formations organisées par le Centre de terre de Lavalette, près de Toulouse, de l'association Espace eurhythmie à Nantes, de l'association Biomasse Normandie, ou de l'association "Pisé terre d'avenir" en Auvergne. Ce renouveau de la formation professionnelle à partir de plusieurs centres régionaux, s'adressant très directement aux métiers du bâtiment, est très significatif de l'ouverture d'un nouveau marché de la construction et de l'architecture de terre, en France mais aussi à l'étranger, où plusieurs de ces opérateurs régionaux commencent à intervenir. La formation professionnelle sera sans doute, à l'avenir, l'une des clés de l'expansion de ce marché naissant qui s'appuiera sur la démultiplication des compétences opérationnelles.

## *2. La formation universitaire*

La France est très en avance dans le domaine de la formation universitaire sur la construction et l'architecture de terre. En effet, l'école d'architecture de Grenoble, en liaison avec le CRATerre et l'université de Grenoble, sont aujourd'hui

les seules institutions universitaires au monde à proposer une formation spécialisée de longue durée s'adressant aux architectes, ingénieurs et titulaires d'un diplôme de deuxième cycle. Cette formation, le "certificat d'études approfondies en architecture de terre" (CEAA-Terre) a été inaugurée en 1984 avec l'appui de la Direction de l'architecture et de l'urbanisme du ministère de l'Équipement (Fig. 23, 24, 25 et 26). Elle connaît un grand succès; une centaine de candidats du monde entier présentent leur candidature à chaque inscription de cursus. Une soixantaine d'architectes et d'ingénieurs ont déjà été formés qui ont tous, sans exception, trouvé une voie d'insertion professionnelle leur permettant de valoriser le savoir acquis sur deux ans de formation et, pour certains d'entre eux, d'engager des programmes de formation en liaison avec les universités de leur propre pays. Actuellement, la restructuration de l'enseignement universitaire, dans la perspective de l'ouverture du grand marché de l'Europe, engagée en vue de permettre un alignement de la France sur ses homologues européens, débouchera à court terme sur la mise en place d'un DESS (diplôme d'études supérieures spécialisées), d'un DEA (diplôme d'études approfondies) puis d'un doctorat où la construction et l'architecture de terre trouveront des lieux de formation spécialisés, de plus en plus pointus, permettant un épanouissement des actions associant la recherche et l'enseignement universitaire.

#### Notes

1. M.R.U.: ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme
2. C.E.R.F.: Centre d'études recherches et formation, Rabat, Maroc
3. B.T.S.: béton de terre stabilisée
4. L.B.T.P.: Laboratoire du bâtiment et des travaux publics, Abidjan, Côte-d'Ivoire
5. S.M.U.H.: Secrétariat des missions de

l'urbanisme et de l'habitat

6. ADETEN: Association pour le développement et l'étude des techniques et énergies non renouvelables, Grenoble, France
7. C.T.B.: Centre des tuiles et briques, Paris, France
8. L.N.B.T.P.: Laboratoire national du bâtiment et des travaux publics, Ouagadougou, Burkina Faso
9. I.N.S.A.: Institut national des sciences appliquées, Rennes, France
10. H.L.M.: Habitations à loyers modérés
11. REXCOOP: recherches expérimentales en coopération, Paris, France
12. ANVAR: Agence nationale de valorisation de la recherche, Paris, France
13. A.F.M.E.: Agence française pour la maîtrise de l'énergie, Paris, France
14. ACTIM: Agence pour la coopération technique industrielle économique, Paris, France
15. C.S.T.B.: Centre scientifique et technique du bâtiment, Division physique des matériaux, Grenoble - St.-Martin-d'Hères
16. EPIDA: Etablissement public d'aménagement de la ville nouvelle de L'Isle-d'Abeau
17. OPAC 38: Office public d'aménagement et de construction de l'Isère, Grenoble, France
18. SOCOTEC: Société du contrôle technique de la construction, Bourgoin-Jallieu, Isère, France
19. E.N.T.P.E.: Ecole nationale des travaux publics de l'Etat, Lyon, Rhône, France
20. I.R.I.G.M.: Institut de recherches interdisciplinaires en géologie et mécanique, université Joseph Fourier de Grenoble, France
21. Institut Dolomieu de géologie et minéralogie, université Joseph Fourier de Grenoble, France
22. A.P.L.: Aide personnalisée au logement
23. Prix moyen de l'ordre de 3 000,00 F au mètre carré, à l'époque des marchés de l'opération
24. TOM: territoires d'outre-mer
25. SIM: Société immobilière de Mayotte, Mamoudzou, Mayotte
26. B.R.G.M.: Bureau de recherches géologiques et minières, St.-Denis-de-la-Réunion
27. Notamment un chantier de 8 logements en blocs de terre comprimée stabilisée, réalisé sur la commune de Passamainti, en 1982, par la SIM, le CRATerre et l'école d'architecture de Grenoble
28. Les deux fermes en béton de terre stabilisé du hameau du Bosquel, près d'Amiens, dans le Nord-Est de la France
29. CONESCAL: organisme d'Etat spécialisé

dans la construction scolaire, Mexico-City, Mexico D.F.

30. ONUDI-CDI: Organisation des Nations Unies pour le développement industriel - Centre du développement industriel, Vienne, Autriche
31. ICCROM: Centre International d'Etudes pour la Conservation et la Restauration des Biens Culturels, Rome, Italie. Une convention de travail associe l'ICCROM et CRATerre-EAG, notamment sur le développement pluriannuel du projet "GAIA" sur la préservation du patrimoine architectural en terre, dans les domaines simultanés de la formation, de la recherche, de la documentation - communication et de la coopération technique.

1986 et éditions SAN-CRATerre, 8 p, 1987.

### 3 - Dossiers

*Terre d'Avenir*, revue H n° 111 de l'U.N.H.L.M., J. Dethier, P. Doat, H. Guillaud, H. Houben et Ph. Michel, Paris, 1985, 118 p.

## Annexe: Bibliographie francophone sélective

(liste d'ouvrages essentiels)

### 1 - Ouvrages techniques et sur la production

CRATerre, P. Doat et Al, *Construire en Terre*, éditions Alternatives, Paris, 1979, 1983 et 1985, 286 p.

CRATerre, H. Houben et H. Guillaud, *Traité de Construction en Terre*, éditions Parenthèses, Marseille, 1989, 355 p.

CRATerre, H. Houben et P.E. Verney, *Blocs de terre comprimée: choix du matériel de production*, éditions du C.D.I., Bruxelles, 1988, 72 p.

CRATerre, H. Houben et P.E. Verney, E.N.T.P.E., M. Olivier, A. Mesbah et Ph. Michel, *Construction en Terre Crue: les matériels français*, éditions CRA Terre, Grenoble, 1987, 81 p.

### 2 - Monographies de projets réalisés en France et à l'étranger

CRATerre, H. Guillaud et Al., *Marrakech 87, Habitat en Terre*, éditions CRATerre, Grenoble, 1987, 253 p.

CRATerre, H. Guillaud, *Modernité de l'architecture de terre en Afrique, réalisations des années 80*, éditions CRATerre, Grenoble, 1989, 190 p.

A. Lozach'meur, J.C. Tirard et D. Grezes, *L'Isle d'Abeau, Ville Nouvelle, Maisons de Terre, présentation des projets*, éditions de l'EPIDA et du S.G.V.N., 1984, 63 p.

*A l'Isle d'Abeau: Le Domaine de la Terre*, monographie de projet: Année internationale du logement des sans-abri, Plan-Construction, éditions du ministère de l'Equipement,