

TERRE CRUE UNE DES VOIES VERS LA RECONSTRUCTION

Olivia Hagen



2024 Olivia Hagen.

Ce document est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution (CC BY <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

Les contenus provenant de sources externes ne sont pas soumis à la Licence CC BY et leur utilisation nécessite l'autorisation de leurs auteurs.

Terre crue

Une des voies vers la reconstruction

Olivia Hagen
Enoncé théorique - 2024
EPFL - Architecture

Professeur responsable de l'énoncé : Corentin Fivet
Directeur pédagogique : Jeffrey Huang
Maître EPFL : Gianna Ledermann

Remerciements

Je tiens à remercier Gianna Ledermann, Corentin Fivet et Jeffrey Huang pour le suivi de mon travail, leurs précieux conseils et leur aide.

Je souhaite également remercier toutes les autres personnes qui ont eu un rôle dans l'accomplissement de ce travail.

Table des matières

Introduction	6
Catastrophe	
Notions clés	10
Terre crue	
Matière	15
Techniques	16
Avantages et inconvénients	20
Terre crue et catastrophe : en théorie	
Pour préserver le patrimoine	26
A moindres frais, oui mais...	27
En situation de pénurie	28
Pour une meilleure capacité à rebondir	30
Terre crue et catastrophe : dans la pratique	
Fislisbach : introduction d'une nouvelle pratique	34
Vallée du Jourdain : réintroduction d'une ancienne pratique	44
Malawi : utilisation d'une pratique courante	62
Synthèse	71
Vers la reconstruction	83
Limites du travail	88
Notes de fin	89
Figures	97
Bibliographie	99

Introduction

La récurrence des destructions de villes et de villages, après des catastrophes ou des conflits armés, révèle l'importance qu'ont les stratégies de reconstruction post-catastrophe. La guerre en Ukraine, les incendies de forêt en Grèce, ou encore les inondations en France prouvent une généralisation progressive de cette problématique qui dépasse la commune séparation faite entre le « Nord » et le « Sud ». Malheureusement, avec le réchauffement climatique, ces circonstances extrêmes tendent à se démultiplier.

Dans un tel contexte, les opérations de relèvement s'organisent comme suite, avec en premier lieu une phase d'urgence. Durant celle-ci, l'aide internationale et d'autres institutions tentent d'assurer les besoins vitaux des sinistrés. A cette étape, vient rapidement s'ajouter l'évaluation des dommages afin de comprendre l'ampleur des travaux à effectuer. Les régions touchées sont ensuite accompagnées, voire dirigées, par diverses organisations humanitaires qui planifient l'ensemble des actions visant à reconstruire et à réhabiliter les infrastructures détruites.¹

Cependant, jusque dans les années 90, les acteurs de l'aide humanitaire avaient généralement un statut de « sauveteur » et participaient principalement à la phase d'urgence. Depuis, l'importance d'appuyer la reconstruction tout en cherchant à réduire l'impact que pourraient avoir des risques futurs a été fortement valorisée.² A ce sujet, le 6ème principe fondamental du Code de conduite pour le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et pour les Organisations non gouvernementales (ONG) lors des opérations de secours en cas de catastrophe stipule qu'il est nécessaire de fonder les interventions sur les capacités locales.

*Même sous le coup d'une catastrophe, toutes les populations et les communautés recèlent des capacités, alors même qu'elles apparaissent vulnérables. Nous prenons l'engagement de renforcer ces capacités chaque fois que cela sera possible, en recrutant du personnel local, en achetant des matériaux disponibles sur place et en traitant avec des entreprises locales. [...]*³

Les principes fondamentaux suivants complètent cette position en soulignant que la dépendance des personnes

impactées à l'égard de cette assistance doit être prévenue. Il est également ajouté qu'il est nécessaire d'inclure les bénéficiaires dans le processus de conception, de gestion et d'exécution de la stratégie de reconstruction, afin de « garantir l'efficacité des secours et une reconstruction durable ». ⁴ En effet, la possibilité offerte aux sinistrés de participer aux programmes de réhabilitation leur permettrait d'avoir une certaine autonomie et une meilleure capacité à rebondir.

En observant ces différents points, l'idée que la terre crue pourrait offrir une solution aux inconvénients de la crise se profile. Dans certaines parties du globe, où les matériaux coûtent cher, mais où la main-d'œuvre est abondante, cette ressource permet de réduire les prix. Elle répond aussi aux problématiques liées à la pénurie. En temps de crise, les matériaux viennent souvent à manquer tout comme les moyens de transport et les sources d'énergie. De plus, sa mise en œuvre offre la possibilité de recourir à l'autoconstruction. L'autonomie et la cohésion sociale, liée aux élans de solidarité sur les chantiers, peuvent naître de cet avantage et favoriser le relèvement.

L'objectif de ce travail est d'élaborer une réflexion autour de l'usage de la terre crue dans le cadre d'une reconstruction en situation post-catastrophe. Les questions qui se posent sont alors les suivantes : quels types de constructions employant de la terre crue ont vu le jour dans un contexte comme celui-ci ? Quelles ont été les raisons qui ont incité à l'usage de la terre crue ? Sur la base des cas étudiés, quelles sont les dispositions favorables qui accompagnent une stratégie de reconstruction en terre crue ?

Cet énoncé s'organise en cinq temps. En premier lieu, une partie introductive pose les bases nécessaires à la compréhension globale, en expliquant ce qu'est la catastrophe et en définissant les termes clés. En second lieu, la terre crue est décrite en tant que matériau de construction. Ses avantages et ses inconvénients sont précisés afin de mieux saisir ses propriétés et son champ d'application. Puis, les thématiques qui expliquent les atouts de cette ressource en situation post-catastrophe sont exposées. Finalement, cinq cas

d'étude ayant opté pour la stratégie de la réédification en terre crue sont présentés. Ils permettent de comprendre comment le processus de reconstruction est développé et mis en place. En conclusion, une réflexion sur les conditions qui favorisent l'usage de la terre crue est élaborée.

CATASTROPHE

Notions clés

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est important de poser quelques notions de base qui permettent de comprendre ce qui conditionne un processus de reconstruction post-catastrophe.

Catastrophe

Mais concrètement, qu'est-ce qu'une catastrophe ? Afin de mieux saisir son étendue et ce qu'elle implique, deux définitions sont ici combinées.

Les catastrophes sont des perturbations graves affectant le fonctionnement d'une communauté¹ ou d'une société, impliquant des pertes humaines, matérielles, économiques ou environnementales graves et qui dépassent la capacité de cette communauté affectée à surmonter seule cette catastrophe.²

De tels bouleversements peuvent être d'origine naturelle ou humaine, mais un des éléments qui les regroupe dans une catégorie commune, c'est cette notion de « perte ». Il s'agit là du point de départ de la nécessité de reconstruire.

Risque

Un autre terme qui est important dans ce contexte est « le risque ». Il précède généralement la rupture qui survient, et la catastrophe est finalement la concrétisation de celui-ci.³ Dans les processus de reconstruction, il devient de plus en plus impératif de le prendre en considération pour limiter l'étendue des effets néfastes qui pourraient apparaître à la suite d'une nouvelle catastrophe. Pour rendre cela possible, la culture du risque joue un rôle essentiel. Elle représente l'ensemble des connaissances acquises dans ces circonstances exceptionnelles et est la clé pour mieux se préparer à faire face à de nouvelles perturbations.

La réduction des risques est fondamentale lorsque, sur un même territoire, les catastrophes tendent à se répéter. D'un côté, elle permet de prévenir la surexposition d'un groupe d'individus en adaptant ou en déplaçant les infrastructures et en renforçant les méthodes de prévention. De l'autre, elle prévoit une meilleure réactivité des acteurs et des populations concernées durant la période post-catastrophe. Une reconstruction efficace passe par une prise en considération des risques et des conditions locales.⁴ Cela signifie que toute reconstruction doit s'adapter au mieux au contexte dans lequel elle s'inscrit.

Si le risque n'est pas pris en considération, la vulnérabilité d'une population exposée à une catastrophe s'accroît.

La vulnérabilité apparaît comme la propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Cette propension varie selon le poids de certains facteurs [...].⁵

Dans cette notion de vulnérabilité, on retrouve deux catégories. La première correspond aux potentiels dommages subis et se rattache aux sciences physiques et à l'ingénierie. La seconde se rapporte à la capacité d'une communauté ou d'une société à faire face à la catastrophe et relève d'une problématique sociale.⁶ Chaque facteur qui tend à faire varier cette vulnérabilité peut être traité en amont ou en aval de la catastrophe, par des stratégies de prévention et de préparation à la gestion de la crise.

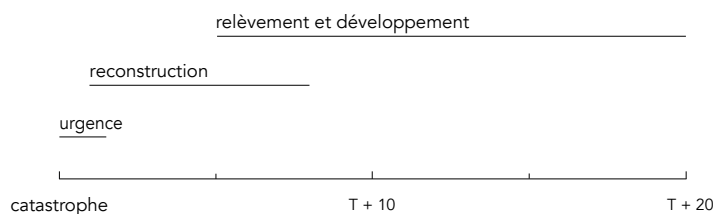
L'élaboration de ces stratégies et l'accumulation des connaissances sur un aléa particulier offrent des moyens d'améliorer la capacité à rebondir. J'ai volontairement utilisé ces termes au lieu de « résilience », car dans mes lectures, j'ai eu le sentiment qu'il y avait des désaccords quant à la façon de définir ce mot. La capacité à rebondir correspond à la faculté d'absorber et de surmonter les défis liés à cette situation particulière.⁷

Il existe plusieurs temporalités après un tel événement, toutes variables en fonction de la situation. Tout d'abord, la région touchée entre dans une phase d'urgence. Pendant ce laps de temps, des abris sont montés, des soins sont prodigués et des kits de première nécessité sont distribués. La restauration et la réhabilitation de ce qui peut l'être viennent s'ajouter à la liste des tâches à accomplir. L'évaluation des dommages est effectuée et les décombres sont déblayés. Les personnes ne pouvant plus habiter dans leur ancien logement sont relogées temporairement, dans l'attente d'une meilleure solution. Toutes ces opérations se condensent sur une courte durée et ne s'organisent pas de façon linéaire. La reconstruction entre ensuite en ligne de compte et vient se superposer aux actions décrites précédemment. Le développement est la dernière étape de ce parcours et peut prendre place une fois que la reconstruction est en cours.⁸

Vulnérabilité

Capacité à rebondir

Temporalité



C'est dans ces deux dernières phases, durant lesquelles le temporaire laisse place au permanent, que l'idée de pouvoir réédifier des bâtiments en terre crue est envisagée. Ce matériau participerait à la transition et serait employé dans une vision à long terme.

Rôle de l'architecture

En observant les différentes temporalités qui suivent la catastrophe, on s'aperçoit qu'il existe trois dimensions dans la conception architecturale : l'urgent, le temporaire et le permanent. Il convient de préciser que la limite entre ces trois phases, peut être confuse. Ce qui devait au départ s'avérer être une situation temporaire peut devenir permanente à terme.⁹ Malgré ce paramètre, les paragraphes suivants s'occupent de décrire la destination initiale des différentes structures conçues durant chacune de ces périodes.

La première, ancrée dans le contexte de l'urgence, joue avant tout un rôle de protection permettant de « se mettre à couvert » et de préserver un minimum d'intimité. La seconde a une fonction similaire, mais offre des conditions de vie plus « convenables » que la précédente. Malheureusement, l'aspect éphémère des abris d'urgence et des structures temporaires ne permet pas de garantir la dignité des sinistrés. La pérennité des constructions est relativement limitée, en raison de la qualité des matériaux choisis, ainsi que de leur implantation dans le territoire. La difficulté des personnes à s'approprier les lieux est également un facteur à prendre en considération. Ces alternatives architecturales sont cependant nécessaires lorsque des populations doivent être déplacées. Elles contribuent aussi indirectement à l'élaboration d'une bonne stratégie de reconstruction permanente, en offrant un délai supplémentaire à la prise de décision. En effet, si la planification de cette phase se fait dans la précipitation, il est possible que l'entièreté des besoins ne soit

pas prise en considération.¹⁰ Les résultats pourraient s'éloigner des objectifs escomptés. Les reproductions de certaines « erreurs » passées pourraient émerger et la réduction des risques pourrait être omise.

Mais l'architecture humanitaire ne se limite pas à cette image de tentes et de cabanes alignées, présente dans la plupart des esprits. Les constructions permanentes ont une place importante dans le processus de développement et de relèvement d'une société touchée. L'architecture abrite les activités collectives et privées du quotidien. Elle contribue à leur reprise et à leur bon fonctionnement.

La problématique de l'habitat est un élément clé pour aider les sinistrés à surmonter la crise. D'après l'association Habitat-Cité, qui lutte contre le mal-logement depuis 2003, « les personnes vivant dans des conditions de mal-logement rencontrent très souvent des freins pour accéder à leurs droits élémentaires. Habiter une maison salubre et digne répond aux problèmes d'habitat, mais agit sur tous les aspects de la vie humaine : insertion, emploi, scolarisation des enfants, santé physique et mentale, autonomie ».¹¹ Cette description ne concerne pas précisément les problèmes de logement qui apparaissent dans un contexte post-catastrophe, cependant, elle met en évidence l'importance de reconstruire un habitat décent.

TERRE CRUE

Pour saisir quelle est la place de la terre crue dans un processus de reconstruction post-catastrophe, il faut avant tout comprendre ce qu'elle est, comment elle est mise en œuvre et ce que son utilisation implique.

La terre crue est un matériau composite provenant du sol et qui, par définition, est séché à l'air libre à un moment clé de son utilisation. Les matières premières qui la composent se situent sous la couche arable et sont : l'argile, les granulats (sable, graviers, cailloux, limon) et l'eau. Chacun de ces éléments a un rôle spécifique pour les propriétés mécaniques de la terre crue. L'argile, en présence de l'eau, devient une sorte de colle et sert de liant. Les granulats, pouvant avoir des tailles diverses en fonction des techniques employées, forment la structure interne.¹

La terre crue extraite en tant que telle, dans une carrière ou un site de construction, est un matériau qui ne peut pas être systématiquement utilisé en l'état. Les proportions de ses composants sont extrêmement variables en fonction du lieu où elle se trouve et ses propriétés mécaniques sont changeantes. Pour optimiser la résistance de la terre crue, la quantité de chaque composant peut être vérifiée et corrigée si nécessaire. Si le mélange contient, par exemple, une teneur trop élevée en argile ou en eau, le volume de la masse risque de fortement diminuer au moment du séchage, ce qui causera de nombreux défauts dans la structure. À l'inverse, si la terre est trop sèche, la cohésion des agrégats sera insuffisante. De plus, la nature minéralogique et chimique de l'argile influence la quantité d'eau absorbée. Le volume de ce liant varie en présence de l'humidité et cela peut créer des dégâts au sein des éléments de construction. Pour s'assurer du bon fonctionnement interne de la masse et réduire les fluctuations de volume, des substances peuvent être ajoutées. Elles auront pour objectif de créer de meilleures liaisons entre les particules.²

Parmi les plus répandues, on retrouve les liants minéraux. Une fois mélangés à l'eau, ils vont durcir et renforcer la cohésion des grains entre eux, pour former ce qui est communément appelé de la terre stabilisée. Généralement, ce sont le ciment et la chaux qui ont ce rôle. Bien que ces matières aident à renforcer la résistance des constructions en terre

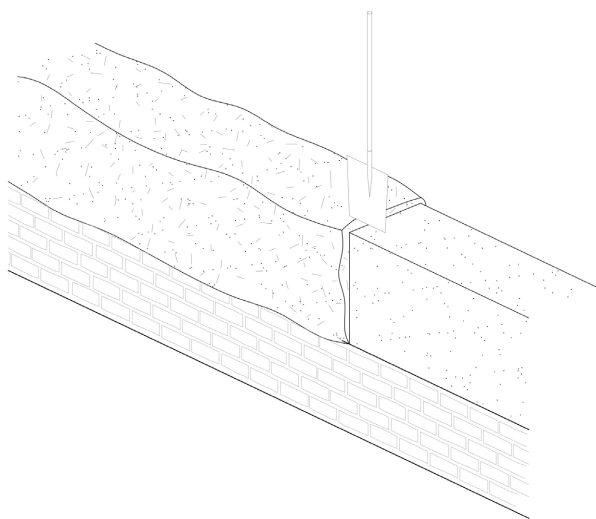
cru, face à l'eau notamment, elles ont un impact négatif sur d'autres avantages. Deux des atouts de la terre, qui sont fortement valorisés actuellement, sont sa durabilité et sa capacité de réutilisation presque infinie. Mélangée avec de l'eau, elle retrouve sa forme plastique et peut être remodelée pour une nouvelle construction. Cependant, l'ajout d'un des deux liants cités précédemment, supprime cette possibilité de réutiliser la terre après une destruction. Les processus de fabrication du ciment et de la chaux sont aussi très énergivores, ce qui est en contradiction avec l'approche constructive de la terre crue. Il existe également d'autres liants, de nature chimique, organique ou minérale.³

Pour augmenter sa résistance, la terre crue peut aussi être armée de plusieurs façons, la plus commune étant, l'adjonction de fibres végétales. Cette technique est très courante et, généralement, ce sont des matériaux disponibles localement qui sont employés.⁴

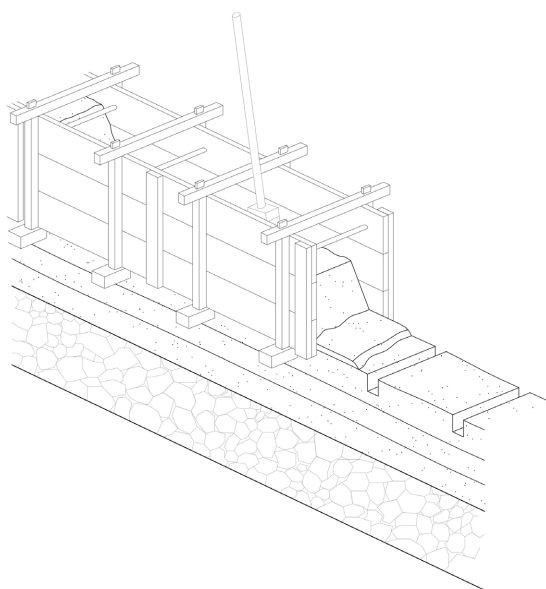
Techniques

Il existe diverses méthodes de construction en terre crue ayant chacune leurs propres déclinaisons. Voici une brève présentation des techniques traditionnelles les plus courantes aujourd'hui.⁵

Bauge



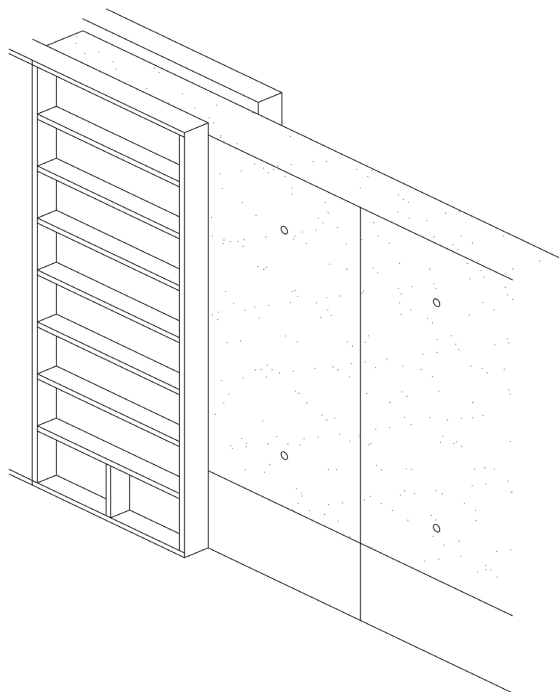
La terre utilisée pour la technique de la bauge doit contenir des granulats fins avec très peu de graviers. Elle est mélangée avec des fibres végétales et travaillée à l'état plastique. Traditionnellement, des boules de terre sont empilées en couches de 50 cm à 60 cm de hauteur sur environ 50 cm de largeur. Les faces sont compactées manuellement et souvent taillées pour obtenir des surfaces régulières. Un temps de séchage de trois à quatre semaines est nécessaire entre chaque strate. Cette technique est un système de construction monolithique capable de fonctionner comme une structure porteuse.⁶



Pisé

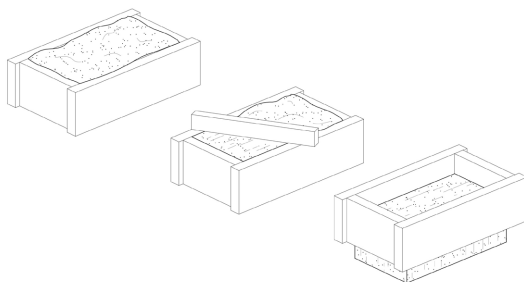
Pour la technique du pisé, la terre doit contenir des granulats de tailles diverses comme, du gravier et des cailloux, du sable, du limon, et doit être humide pour être mise en œuvre. Elle est compactée dans un coffrage, à l'aide d'une dame manuelle ou pneumatique, en couches successives d'environ 10 cm à 20 cm.⁷ L'épaisseur des murs est d'environ 50 cm. Pour optimiser le montage et minimiser la quantité d'outils utilisés, le coffrage est monté sur une petite portion de mur, puis décalé horizontalement une fois le damage terminé. Cette technique permet de créer une masse homogène capable de fonctionner comme structure porteuse.⁸

Terre coulée

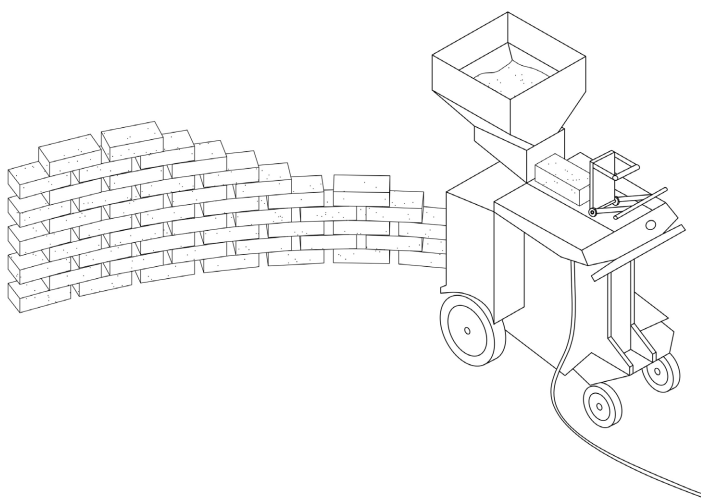


Le processus de mise en œuvre de la terre coulée est très similaire à celui du béton de ciment. Il s'agit d'un mélange d'argile, de sable, de graviers et d'eau, coulé dans un coffrage et vibré. La terre doit ensuite sécher durant cinq jours avant de pouvoir retirer le coffrage. L'épaisseur des murs non armés est de 35 cm. La terre « liquide » doit avoir une portion d'eau équivalente à 10 %, pour limiter un retrait trop important au moment du séchage. Pour cette raison, les proportions de chaque composant doivent être bien vérifiées et respectées, ce qui rend cette technique plus complexe.⁹

Adobe



L'adobe est une technique qui consiste à fabriquer des briques à partir de la terre. Le mélange, composé d'argile, de sable, de limon, d'eau et souvent de fibres végétales ou animales, est très malléable. Il peut être façonné sans l'aide d'outils, mais généralement, il est plutôt placé dans un moule et damé à la main. Une fois l'opération terminée, les briques sont laissées sur le lieu de moulage, pour qu'elles puissent sécher. Leurs dimensions varient et elles peuvent être employées à des fins structurelles ou de remplissage.¹⁰

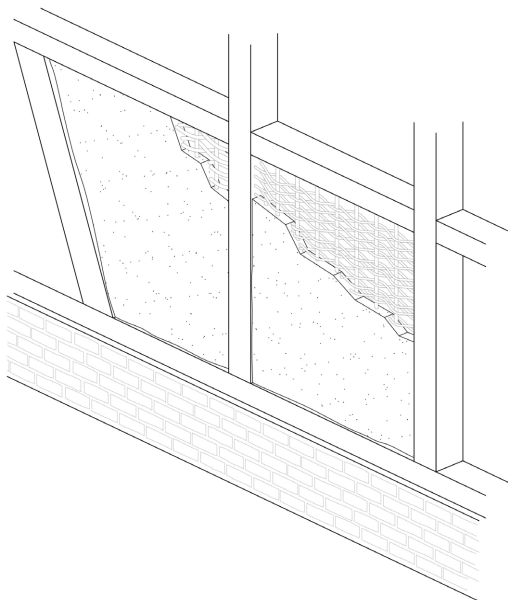


Brique de terre
comprimée
BTC

La terre utilisée pour fabriquer ces briques doit être humide et contenir uniquement des petits granulats. Elle est comprimée à l'aide d'une presse manuelle ou automatique. Les briques sont ensuite directement entreposées en piles et laissées sécher à l'air libre. Leurs dimensions varient et elles peuvent être employées à des fins structurelles ou de remplissage. Elles sont fréquemment stabilisées lorsqu'elles sont conçues pour les éléments porteurs.¹¹

Torchis

Le torchis est un mélange de terre argileuse, contenant des granulats de petite taille, et des fibres végétales hachées. Il est appliqué sur une structure en bois ou d'autres types d'armatures et a uniquement un rôle de remplissage.¹²



Avantages

Largement disponible

Dans de nombreux pays, les architectures traditionnelles en terre crue sont présentes et démontrent un usage historique très généralisé de ce matériau. La matière première est accessible juste en dessous de la surface du sol et est très répandue à travers le monde.

Consomme peu d'énergie

Les phases qui requièrent le plus d'énergie dans l'utilisation de la terre crue sont l'extraction, les courtes distances d'acheminement et parfois les quelques technologies qui permettent de faciliter la construction. L'impact global est très faible en comparaison avec les matériaux usuels, qui demandent des températures très élevées pour leur transformation et parfois des kilomètres de transport.¹³

Réutilisable

Parce qu'elle est peu transformée, la terre crue peut être réutilisée presque à l'infini. Il suffit de l'humidifier pour

qu'elle soit remodelable, à condition d'éviter l'adjonction de certains stabilisants.¹⁴

L'emploi de la terre crue dans une construction est un processus qui demande de très bonnes connaissances. En revanche, seule une petite fraction des constructeurs suffit pour guider un chantier. Les méthodes traditionnelles sont relativement simples et accessibles à tous après une courte formation et un très bon suivi.

**Favorise
l'autoconstruction**

La terre est capable d'absorber et de restituer l'humidité contenue dans l'air. Cette propriété permet de réguler l'humidité et de garantir un certain confort intérieur.¹⁵

**Régule
l'humidité**

La terre crue n'est pas un bon isolant thermique, cependant, elle est capable d'absorber puis de restituer de la chaleur progressivement. Cette propriété permet d'éviter des fluctuations de températures trop importantes et de réguler le climat intérieur.¹⁶

**Capacité
thermique**

Inconvénients

La proportion et la nature des granulats et des argiles présents dans le sol, exercent une influence sur le comportement de la terre crue. Comme il existe autant de types de terre que de sites d'extraction, des analyses manuelles ou en laboratoire sont nécessaires afin de s'assurer des caractéristiques de la matière première.¹⁷

**Pas
universel**

De plus, la technique utilisée pour la mettre en œuvre dépend de la composition de la terre. Par exemple, la méthode du pisé ne pourra pas être employée dans une région où les graviers et les granulats de plus grande taille sont rares. Ces différents points rendent plus complexe la réitération et la standardisation de l'usage de ce matériau, ainsi que l'anticipation des techniques envisageables.¹⁸

La résistance de la terre crue diminue fortement en présence de l'eau. L'érosion, généralement due aux intempéries combinant pluie et vent, en est la première cause. La règle d'or, lorsque la terre crue est utilisée dans des régions où l'eau est très présente, est que les constructions doivent avoir

**Mauvaise
résistance à l'eau**

« de bonnes bottes et un bon chapeau ». ¹⁹ Cela signifie que les avant-toits doivent déborder sur une certaine distance. Les soubassements, quant à eux, doivent être construits en béton, en pierre ou en autres matériaux résistants à l'eau, sur une hauteur minimum de 60 cm ²⁰ à partir du sol fini, ceci afin de protéger la terre des remontées capillaires et des éclaboussures. De plus, le ruissellement de l'eau le long de la façade a tendance à l'éroder. Des bandes horizontales de briquettes ou des « lignes d'érosion » ²¹ sont quelques fois placées dans les murs périphériques afin de freiner les gouttes d'eau et éviter une dégradation trop importante. Des enduits peuvent aussi être appliqués sur les façades pour les protéger.

Le second problème est lié à la vapeur d'eau. Comme expliqué précédemment, la terre est un bon régulateur d'humidité. Cependant, une condensation excessive dans ses pores aura tendance à entacher ses propriétés mécaniques et à réduire sa résistance à la compression. ²² Pour permettre le séchage naturel de la terre crue, les matériaux étanches, comme certains revêtements ou pare-vapeurs, ne doivent pas être appliqués directement contre la terre. ²³

Un dernier point lié à la problématique de l'eau, réside dans la mise en œuvre des méthodes de construction. En effet, un apport excessif en eau lors du « modelage » des structures engendrera un retrait important de la matière lors du séchage, et donc des défauts. ²⁴ C'est notamment l'une des difficultés qui demeure dans la technique de la terre coulée.

Un non-respect de ces règles de construction fera généralement apparaître différentes pathologies dans la structure, provoquant une forte diminution de la résistance pour les éléments porteurs ou une dégradation des zones de remplissage. De plus, l'augmentation de la fréquence des catastrophes causées par le changement climatique, telles que les inondations et les tempêtes, limite ou du moins pousse à repenser l'usage de la terre crue dans les régions les plus exposées.

Résistance
limitée

Les structures porteuses en terre crue ne travaillent qu'en compression et leur résistance est plus faible que les

éléments en béton plein.²⁵ Ceci limite la hauteur des édifices. Cependant, c'est la présence de l'eau qui est généralement très problématique et qui est à l'origine de l'affaiblissement des propriétés mécaniques.

Les constructions en terre demandent plus de temps que les structures plus conventionnelles en béton ou en maçonnerie. Il existe actuellement quelques outils qui facilitent la fabrication de certains éléments, comme la dame pneumatique pour la réalisation du pisé. D'autres encore sont produits de façon plus industrielle, comme les portions de murs en pisé sorties de l'usine de Martin Rauch²⁶ ou les presses automatiques réalisant des briques de terre comprimée. Mais de manière générale, le processus de mise en œuvre reste plutôt artisanal.

Le temps de séchage est également un paramètre à prendre en considération. Dans certains cas de figure, il est nécessaire d'attendre des semaines avant de pouvoir continuer la prochaine étape du chantier.

Un climat peu approprié durant le chantier risque d'avoir des répercussions négatives sur la construction. Il faut être attentif aux températures trop élevées et au vent qui risquent de faire sécher la structure trop rapidement.²⁷ Chaque nouvel élément en terre crue construit ou préparé en vue de son utilisation future doit être soigneusement protégé contre la pluie. Dans les régions plus froides, la structure doit avoir eu le temps de sécher avant l'arrivée de l'hiver pour éviter que l'eau ne gèle dans ses pores. La période de construction se limite donc à certains mois de l'année dans les lieux exposés aux intempéries.

Avec l'apparition des matériaux industriels comme principaux éléments de construction, les méthodes de mise en œuvre traditionnelles ont été abandonnées petit à petit. Faisant aujourd'hui partie de ces savoir-faire vernaculaires tombés dans l'oubli, on trouve peu de référentiels techniques et de normes applicables dans ce domaine. La grande variabilité des propriétés mécaniques de la terre crue rend cette tâche encore plus ardue. D'une part, ce manque de réglementation se traduit par des restrictions dans l'application des techniques de construction traditionnelles. La nécessité de stabi-

**Processus
long**

**Processus
dépendant du
climat**

**Méconnaissance
de la terre crue**

liser la terre crue lorsqu'elle constitue un élément porteur en est un exemple. D'autre part, l'offre et la demande sur le marché de la construction sont toutes deux limitées dû à l'absence de spécialistes et de clients prêts à se lancer dans cette expérience.

Préjugés

En plus des désavantages ci-dessus, la terre crue doit faire face à de nombreux préjugés. Ce matériau peut être mal accepté par les populations qui n'ont pas ou plus l'habitude de l'utiliser. Elle est parfois associée à la pauvreté, ou du moins à la rusticité du monde rural. Elle peut être perçue comme étant un matériau fragile, capable de présenter un certain nombre de pathologies réduisant considérablement la durée de vie d'un bâtiment. L'utilisation de la terre crue semble s'opposer au foisonnement technologique actuel et aller à l'encontre de la notion de développement. C'est pourquoi certaines personnes ne souhaitent pas dépenser leur argent pour édifier « une vieille maison ».²⁸

TERRE CRUE ET CATASTROPHE EN THEORIE

En ayant présenté la terre crue comme matériau de construction, il est possible d'entrevoir les pistes qui incitent à inclure son usage dans une stratégie de reconstruction post-catastrophe. Voici de façon plus détaillée les raisons qui me permettent de formuler cette affirmation.

Pour préserver le patrimoine

Les architectures en terre crue sont extrêmement répandues à travers le monde. Elles abritent, encore aujourd'hui, environ un tiers de la population et représentent une portion du patrimoine mondial. Elles sont les témoins de l'identité culturelle de communautés et du perfectionnement des techniques de construction ancestrales.

Aujourd'hui, la conservation du patrimoine est une préoccupation présente dans la plupart des sociétés. Leur attachement à un monument spécifique les pousse à vouloir le préserver, voire à le reconstruire en cas de destruction. Le tremblement de terre qui a frappé la ville de Bam en décembre 2003, démontre l'importance que peut avoir une démarche comme celle-ci. Dans cette ville du sud-est de l'Iran, on trouve la citadelle de Bam. Il s'agit d'une impressionnante construction en adobe née entre le VI^e et le IV^e siècle avant J-C. Située au croisement de plusieurs routes marchandes, elle a connu une véritable prospérité entre le VII^e et XI^e siècle. Au fil du temps, la citadelle a, petit à petit, commencé à être vidée de ses habitants jusqu'à ce qu'elle soit complètement déserte. Dans le courant des années quarante, « Le paysage culturel de Bam », est reconnu comme monument du pays et des travaux de restauration ont été entrepris. Malheureusement, le séisme qui a frappé la région a détruit une grande partie de la cité. En 2004, après ce tragique événement, « Le paysage culturel de Bam » est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO ainsi que sur celle du patrimoine mondial en péril. De multiples efforts ont alors été déployés pour reconstruire la ville, qui constitue une part de cet héritage. Les techniques utilisées tendent à se rapprocher le plus possible des méthodes de construction traditionnelles en adobe, avec toutefois quelques exceptions, pour assurer la résistance de ce « nouvel » ancien monument.¹



Citadelle de Bam

Mais lorsqu'on parle de patrimoine, il ne s'agit pas uniquement de monuments exceptionnels construits à des dates spécifiques. Cette notion inclut les traditions qui sont perpétuées au sein de communautés et certaines habitudes de construction qui les accompagnent. Si les catastrophes se répètent sur un même territoire, le dilemme de réemployer la terre crue afin de préserver l'héritage culturel se pose. Les régions qui doivent faire face à une augmentation des aléas naturels, due au réchauffement climatique, prennent souvent peur devant l'ampleur des dommages touchant certaines constructions traditionnelles. La gestion de cette crainte, qu'elle soit fondée ou non, ainsi que la prise en considération du risque définiront la façon dont vont être entreprises les stratégies de reconstruction. Dans certains cas, la terre crue ne présente pas une solution fiable pour prévenir les risques futurs. Dans d'autres, cela fait sens de la réutiliser, en la combinant peut-être à d'autres techniques pour créer des structures hybrides.

A moindres frais, oui mais...

Comme la terre est une ressource très répandue, parfois même considérée comme un déchet, il paraît intuitif de penser que son utilisation génère peu de frais. De plus, elle ne demande pas de grande transformation et la quantité d'énergie nécessaire pour la mettre en œuvre est très faible. Son coût de transport peut être minime, car idéalement, la matière est extraite proche des chantiers. Cependant, dans les régions où la main-d'œuvre est chère, l'énergie abondante et les matériaux meilleur marché, ces éléments

sont loin d'être des atouts primordiaux. Le long processus de construction ainsi que le nombre d'artisans nécessaires pour édifier un bâtiment en terre crue augmentent considérablement le prix final. Une construction de ce type devient alors plus coûteuse qu'une identique en béton, pour laquelle l'exécution est bien plus automatisée.²

Aujourd'hui, il existe un contraste marqué dans l'application de la terre crue. Dans certaines parties du monde, comme en Suisse, cette matière est généralement considérée comme un « bobo matériau », coûteux et laborieux à employer. Seuls ceux prêts à y mettre le prix peuvent s'en servir pour la construction d'un nouveau bâtiment.

A l'inverse, au Burkina Faso par exemple, la terre est utilisée par nécessité. Un article paru dans le magazine National Geographic, intitulé « La boue, matériau d'avenir dans un monde en réchauffement ? », illustre bien cette différence. Il présente un villageois de Koumi vivant avec fierté dans sa maison en terre, ce qui n'a pas toujours été le cas. Dans cette région, ce type de logements est symbole de pauvreté et la plupart des habitants du village, ayant certains moyens, ont pour habitude de se tourner vers le béton. En effet, cette alternative plus coûteuse est signe de réussite sociale et sa résistance rassure la communauté.³

Cet argument d'une architecture à moindres frais dépend donc grandement du contexte dans lequel s'inscrit la reconstruction et les stratégies qui l'accompagnent. Si les salaires des artisans et des autres acteurs participant au chantier ne représentent qu'une faible proportion du prix final, l'usage de la terre crue engendrera certainement une baisse des coûts de construction. La facilité avec laquelle il est possible de la mettre en œuvre favorise également l'autoconstruction. La main-d'œuvre devenant ainsi gratuite, le coût global sera réduit.

En situation de pénurie

Les pertes engendrées par la catastrophe, et la crise qui en découle, peuvent conduire à un état de pénurie. C'est dans ce contexte que la terre crue peut représenter une forme

de sécurité grâce aux avantages énumérés précédemment. L'approvisionnement est relativement simple et le transport limité. Des personnes non qualifiées peuvent tout à fait prendre part au chantier et se former très rapidement. Ces méthodes de construction ne requièrent que peu voire aucune énergie.

Pour appuyer les propos décrits ci-dessus, je souhaiterais donner un exemple. Je ne peux malheureusement pas détailler ce cas en profondeur dans la suite du travail, car les informations à ma disposition sont insuffisantes et la plupart des réalisations concrètes qui ont été construites ne sont pas mentionnées. Cependant, il me semble tout à fait pertinent de le citer, étant très représentatif du contexte de pénurie.

Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, une grande partie de l'Europe doit déployer diverses stratégies de reconstruction. L'entièreté du continent est plus ou moins touchée par la guerre et chaque gouvernement doit faire face aux défis qui s'imposent sur leur territoire. Au milieu de cette crise, l'Allemagne est tout particulièrement impactée. Presque toutes ses villes sont détruites et l'économie et la vie politique sont en plein déclin. Elle ne peut guère compter sur l'aide extérieure, déjà très occupée avec ses propres problèmes. Au sein du pays, les effectifs sont dispersés, tant les destructions sont généralisées.⁴ La production de charbon a fortement réduit, une grande partie des industries est endommagée et les moyens de transport manquent cruellement. La situation d'urgence contraint le pays à utiliser des matériaux locaux, et plus particulièrement l'argile.⁵

La terre a suscité l'intérêt d'autres États, mais seule l'Allemagne a véritablement engagé les moyens nécessaires pour parvenir à utiliser cette ressource. Environ 19'300 logements ont été construits en Saxe et en Prusse entre 1919 et 1921. Après la deuxième guerre mondiale, cette stratégie, déjà expérimentée à la suite du premier conflit, a été reprise pour rebâtir les régions rurales. Ce projet de grande envergure visait à reconstruire les bâtiments agricoles, les gares et les baraquements. Un effort important a été engagé dans la création de centres de formation, dans le but de consolider les méthodes de construction. Des guides ont ensuite été

rédigés pour diffuser les techniques applicables et certaines normes qui les accompagnent. Mais après le retour des matériaux modernes tels que l'acier et le béton, au début des années cinquante, la terre crue a très vite été abandonnée. Il fallait reconstruire rapidement et à grande échelle. La pratique a, en revanche, continué en Allemagne de l'Est jusqu'à la fin des années cinquante. De nombreuses habitations ainsi que quelques bâtiments publics ont été édifiés dans les zones rurales et dans la périphérie de petites villes.⁶

c) Leihbauern nach der Art des Handarbeiterverfahrens, die in der Größe des zwi- oder dreifachen Ziegelformates nach Einmischung von leigehacktem Stroh, Keff, Flachsfasern oder Spinn hergestellt und zum Trocknen gelegt werden.
Die Beobachtung dieser Baugesetze zeigt, welche Verwendung der Lehm am besten bei der Bauausführung findet, wie weit er durch Zuschlagstoffe verbessert werden kann und welche der eingesetzten Leihbauverfahren nach dem Bauverfahren und den verfügbaren Arbeitskräften zu wählen ist.

Ausschachtung und Bau der Fundamente

Was habe ich bei den Ausschachtungsarbeiten zu berücksichtigen?

Bauweise: Bevor ich mit der Ausschachtung beginne, lasse ich durch den Leihbaumeister feststellen, ob mein Boden eine geringere Tragfähigkeit besitzt oder nicht; andernfalls, ob es sich um einen zusammenhängenden oder nicht zusammenhängenden Boden handelt. Denn bei feststehendem Boden sind die Erdarbeiten anders durchzuführen als bei nicht feststehendem Boden. Ebenso lasse ich durch den Leihbaumeister prüfen, wie der Grundwasserstand in dem Bodenteil ist, in den ich die Fundamente und den Keller graben will. Von dem Stand des Grundwassers hängt es ab, ob Drainagen eingebracht werden müssen, die das Grundwasser zum Abfließen bringen. Am besten wird mich in dieser Frage der Leihbaumeister beraten, den ich beim Graben der Böden gleich beauftrage.

Ausschachtung bei feststehendem Boden: Bei feststehendem Boden wird in der angegebenen Breite, wie aus der Zeichnung zu entnehmen ist, bis in bestimmte Tiefe (100 bis 120 cm) ausgeschachtet. Bei der Fundamentsohle habe ich besonders darauf zu achten, daß diese wasserdicht geputzt wird.

Bauweise bei nicht feststehendem Boden: Bei nicht feststehendem Boden lasse ich nicht in gleicher Breite nach unten vor Fundamentsohle graben, da das Erdreich nicht fest genug ist und die Böschungen einfallen würden. Hier ist bei der Ausschachtung nicht nur der Schachtbau für das Fundament zu berücksichtigen, sondern darüber hinaus auch so viel Raum, daß ich während der Fundamentarbeiten kann, das heißt ich brauche seitlich der Fundamente genügend Arbeitsraum. Wenn die Fundamente fertig gemauert sind, werden sie nach Angabe des Leihbaumeisters mit fettem Lehm, Schotter und Kies hinterfüllt.

Ausschachtung des Kellers: Bei der Ausschachtung des Kellers gehe ich bei feststehendem Boden ebenso vor wie bei den Fundamenten; auch hier können die Schachtwände senkrecht graben werden. Bei nicht feststehendem Boden lasse ich wiederum seitlich der Kellermauern ausreichend für Arbeiterinnen zu sorgen. Falls der Boden, auf dem ich meinen Bau errichte, Lehm enthält, ist dieser von dem Boden, der zum Bau nicht verwendet werden kann, getrennt zu lagern, damit der Lehm, der für den Bau in Frage kommt, nicht verunreinigt wird.

Einbringen des Füllmaterials: Sobald der Sockel fertiggestellt ist, kann mit dem Einbringen des Füllmaterials begonnen werden. Beim Still stellen lasse ich als Füllmaterial Schotter und Kies verwenden; darüber bringe ich eine etwa 15 cm starke Erdschicht. Beim Wohnbau geht die Füllhöhe bis 20 cm unter Fußbodenhöhe. Die Sanftfüllung wird – nachdem der Sand vorgedrückt ist – dann erst eingebracht, wenn das Gebäude unter Dach ist.

Wahl des Fundamentes: Für den Bau der Fundamente lassen sich verschiedene Material- und Konstruktionsweisen zur Anwendung bringen, je nachdem ich über diese oder jene Baustoffe verfüge. Über die Wahl der Konstruktion wird mich in die Konstruktionsrichtung aufklären, die ich von meinem Leihbaumeister erhalten habe. Sollte ich jedoch bestimmte Baustoffe nicht zu Stelle haben, welche die Konstruktionsrichtungen für die Fundamente

angehen, so lasse ich mich auf Grund der in meiner Leihbauabteilung dargestellten Konstruktionsweisen von Leihbaumeister beraten, welche die für meinen Bau geeignete Bauweise ist und ob ich zum Bauen einen anderen Maass benutzen muß.

Im folgenden sind eine Anzahl Fundamentkonstruktionen dargestellt, die für einfachen Bauarten und mit Verwendung verschiedener Materialien ausgeführt sind, daß eine entsprechende Auswahl getroffen werden kann.

Abb. 1. Fundament aus Füllmaterialien mit Schichten

Das erste Beispiel zeigt ein Fundament aus Füllmaterialien in Lehmputz genannt. Fundament Dabei ist Stein auf Stein gelegt und nur zum Teil mit einer Leertage versehen. Die Sockel bilden größere Füllmaterialien, in Kalkmörtel versetzt. Der Sockel erhält hier einen Schichtbau, wobei der untere Teil die gleiche Mauerstärke wie die Außenmauer (38 cm) hat. Die Mauerstärke der Sockel wird von Mauerwerk ab, da das Fundament sich nicht ganz 38 cm und 25 cm oder gar 12 cm (bei Füllwerk) starke Wände herstellen kann. Wenn also nicht in der Stärke des zugehörigen Mauerwerks – zum Beispiel 38 cm – gemauert werden kann, so erhält das Mauerwerk innerhalb der Lehmputz-Sockelmauer, und zwar nur unten nach innen; alles nur bei harten, feinstem Material. Abb. 1a oder wenn später eine Brücke aus gebrannten Ziegeln auf den Sockelbau von dem Mauerwerk gesetzt wird.

Die Isolierung gegen etwa aufsteigende Feuchtigkeit von unten erfolgt mit Isolierpapier, und zwar 50 cm über oberste Stallfußboden, 70 bis 90 cm über der Erde. Für den Stallfußboden in Kellern auf einer Sandfüllung vorgelassen, ebenso die

Manuel de construction rédigé en 1947 par Toni Miller

Pour une meilleure capacité à rebondir

En reprenant les principes fondamentaux du Code de conduite pour le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et pour les Organisations non-gouvernementales (ONG)⁷ cités dans l'introduction, on remarque aujourd'hui, qu'il est préférable d'axer les préoccupations des

stratégies de reconstruction sur le renforcement des capacités sociales, organisationnelles, techniques et financières locales.⁸ Cette volonté a pour objectif de limiter la dépendance des personnes impactées aux institutions aidantes en les incluant activement dans le programme de gestion de la crise. D'autre part, l'ensemble des fonds investis peut être générateurs de revenus pour la région.

Pour éviter cette relation de dépendance, les aides qui interviennent sur les lieux d'un sinistre ne devraient pas agir en tant qu'entrepreneurs délivrant un produit fini. Il est important que chaque action prenne en considération les moyens des communautés impactées afin de favoriser leur autonomie⁹ et leur autodétermination. Les sinistrés sont souvent les premiers à réagir dans le processus de reconstruction et il est contre-productif de les en écarter.¹⁰

Après une catastrophe, il arrive que des technologies ou des ressources importées, utilisées pour reconstruire les infrastructures, ne soient pas adaptées. L'indisponibilité des outils, les coûts parfois trop élevés et la mise en œuvre, ne coïncidant pas toujours avec les savoir-faire locaux, rendent la reproductibilité de ces méthodes très difficile.¹¹ A long terme, l'entretien et la possibilité de faire évoluer les bâtiments sont restreints. Ce procédé aboutit parfois à une « mauvaise » imitation de ces techniques exogènes, donnant des structures peu résistantes.¹²

La capacité à rebondir après une catastrophe est renforcée lorsque les populations sont mieux préparées et capables d'utiliser les ressources disponibles. Ceci participe à l'amélioration de la réactivité des acteurs, les rendant moins vulnérables face à la possible répétition de cet aléa. Cette stratégie de réduction des risques permet également au plus grand nombre d'avoir accès à la reconstruction. En termes de logement, par exemple, la part de la population ayant reçu peu d'aide durant le processus aurait toujours la possibilité de construire son propre habitat. Elle pourrait reproduire ce qui a été réalisé en s'appuyant sur des projets pilotes effectués dans la région et en employant des ressources locales. L'étude des architectures, issues des cultures constructives vernaculaires ayant résisté à la catastrophe, peut donner

les outils pour comprendre la façon dont il est possible de s'appuyer sur les capacités locales.¹³ Le fait que des communautés aient vécu sur un même territoire durant plusieurs générations, leur a appris à développer et à adapter leurs techniques de construction dans un environnement spécifique. Ces méthodes peuvent bien sûr être révisée et optimisée si cela est nécessaire. Il faut également s'assurer que les matériaux locaux et les travaux permettant leur mise en œuvre soient toujours utilisables et envisageables. Si l'usage de cette technique est encore en vigueur et qu'il existe des artisans spécialisés dans les localités, il est intéressant de les consulter et de comprendre le fonctionnement précis des structures traditionnelles. Ces différents points établiront certains principes à suivre dans la programmation de la reconstruction.

On constate que la capacité des populations impactées à rebondir dépend de l'utilisation adéquate des ressources locales et la terre crue peut être comptée parmi celles-ci. Elle est présente dans une part importante des cultures constructives traditionnelles à travers le monde et est très souvent disponible. La matière peut être extraite à de nombreux endroits et son transport reste limité. Peu d'outils sont nécessaires pour sa mise en œuvre. De plus, la main-d'œuvre et les spécialistes peuvent être présents ou formés sur place soit au sein des artisans locaux soit parmi les communautés touchées. L'autoconstruction est donc possible et comporte de multiples avantages. La participation active des personnes sinistrées dans la reconstruction les aide généralement à mieux surmonter la catastrophe et favorise leur autodétermination. Cette approche peut aussi donner lieu à des élans de solidarité qui renforcent les liens sociaux dans cette période de crise. Finalement, l'autoconstruction contribue aussi à la réduction des prix. La terre crue offre alors trois formes de durabilité : la durabilité sociale, économique et environnementale.¹⁴

TERRE CRUE ET CATASTROPHE DANS LA PRATIQUE

Cette partie du travail vise à décrire et à analyser trois cas de figure, présentant chacun une spécificité particulière par rapport aux autres. Dans le premier, la terre est proposée à une communauté qui n'a absolument pas l'habitude de l'utiliser. Dans le second, elle fait partie intégrante du paysage patrimonial, mais son usage a disparu avec l'apparition des techniques de construction modernes. Les enjeux portent sur la réintégration de cette pratique dans l'économie locale. Dans le dernier cas, la terre crue est la ressource la plus abordable, mais les constructions traditionnelles érigées avec ce matériau ont subi de multiples dégâts après une catastrophe. L'objectif est d'améliorer les détails constructifs de la structure afin de pérenniser son usage.

Fislisbach : introduction d'une nouvelle pratique

En bref

En 1848, un incendie s'est déclaré dans le petit village de Fislisbach dans le canton d'Argovie, en Suisse. Le tissu bâti était dense et s'organisait autour de l'église. Lorsqu'une ferme a commencé à brûler, le feu s'est propagé rapidement en raison de la proximité des maisons les unes par rapport aux autres. Quarante-huit constructions ont été détruites ce jour-là. Un jeune architecte, Alfred Zschokke, a été choisi pour mener les travaux de reconstruction avec l'idée, un peu farfelue à l'époque, de reconstruire le village en utilisant la méthode du pisé. Entre les contestataires et les sceptiques, seules huit fermes en terre crue ont fini par voir le jour.¹

Bien que ce cas historique s'inscrive dans une période différente de la nôtre, où les enjeux économiques, politiques et sociaux ne sont pas les mêmes, la situation de ce village présente des similitudes avec certaines problématiques actuelles. Son éloignement des axes de transport principaux ou le coût plus élevé des matériaux de construction conventionnels en sont deux exemples. J'ai souhaité intégrer ce cas dans mon analyse, car je trouvais intéressant de comprendre la façon dont la stratégie de reconstruction employant le pisé s'est planifiée dans un contexte où son utilisation était nouvelle.

Catastrophe

Une partie du village a brûlé le 30 mars 1848. La construction a démarré rapidement après cet événement et s'est

terminée en 1849. En attendant la reconstruction de leur habitat, les familles touchées ont cherché un abri temporaire. Pour certaines, elles avaient trouvé refuge chez un voisin ou dans les maisons partiellement touchées par les flammes. L'école a dû fermer ses portes pour accueillir l'autre partie des personnes sans-abri. Les enfants ont eu congé jusqu'en novembre de cette année-là, ce qui leur a donné la possibilité de participer à la reconstruction.²

Ce village argovien se situe à l'entrée d'une petite vallée, entourée de collines, et était éloigné des principaux axes de transport. Le paysage était marqué par l'économie agricole et se composait de champs et de vergers. La majorité des habitants vivaient de leurs élevages et de leurs cultures.³

Site



Situation de Fislisbach

La plupart des fermes qui formaient le village étaient édifiées en maçonnerie de pierre et en bois. Les toitures en chaume, extrêmement propices à la propagation du feu, étaient répandues, car les tuiles coûtaient cher. Ces maisons rurales étaient toutes conçues de façon similaire. La cuisine, dans laquelle se trouvait le foyer, était la pièce centrale des logements. Le feu de bois, utilisé pour cuire les aliments, servait aussi à chauffer les espaces.⁴

Alfred Zschokke fait une description peu flatteuse de ces constructions dans son ouvrage « Anleitung zum Pise-Bau », qui a pour objectif de prôner l'usage du pisé au travers de la reconstruction de Fislisbach. Il dépeint un manque d'hygiène, en partie dû à la façon dont sont conçues les habi-

Architecture locale

tations. Il explique que les toitures descendaient presque jusqu'au sol et laissaient peu de place à la lumière et à l'aération des pièces. A cela, venaient s'ajouter les mauvaises habitudes des villageois, qui avaient tendance à stocker le purin proche des lieux de passage, et à lancer les ordures dans les rues. Le désastre provoqué par l'incendie ne représentait pas seulement l'occasion d'utiliser le pisé dans le cadre de cette reconstruction. Il permettait également de réviser le plan du village et d'intégrer de meilleures pratiques sanitaires.⁵



Chaumière argovienne, vers 1930

Objectifs

- Reconstruire une trentaine d'habitations qui ont brûlé dans l'incendie.
- Limiter le coût de construction, la plupart des sinistrés ayant peu de moyens.
- Éviter la propagation d'un nouvel incendie et instaurer une meilleure hygiène.

Stratégie

De nouvelles normes de planification ont été introduites après la catastrophe. Elles avaient pour but de moderniser l'ensemble du village et de prévenir un nouvel embrasement généralisé. Les règles édictées concernaient principalement les distances à respecter entre chaque maison et la rue, et des directives pour remédier au manque d'hygiène ont été mises en place.⁶

La commission désignée par le canton pour organiser la reconstruction de Fislisbach s'est intéressée de près à la

méthode du pisé. La terre, comme ressource, était très peu coûteuse et disponible en abondance dans la région, contrairement aux matériaux traditionnels. Une trentaine de foyers ont accepté cette technique sous réserve de trouver un spécialiste capable de diriger les chantiers. C'est ainsi qu'Alfred Zschokke, un jeune architecte de vingt-trois ans, a été engagé.⁷

Zschokke vantait les mérites de la terre crue. Selon ses calculs, une construction en pisé coûtait trois fois moins cher qu'une édifiée en moellons. La matière était gratuite et la possibilité d'avoir recours à l'autoconstruction participait à la réduction du prix. La bonne inertie thermique des murs leur permettait d'accumuler la chaleur émise par le chauffage et de la relâcher. Moins de bois était nécessaire pour chauffer la maison. La masse homogène de terre battue offrait aussi un environnement confortable, hygiénique et était résistante au feu.⁸

Différents acteurs sont intervenus dans le processus de reconstruction.⁹

Acteurs

- La Commission s'occupant de planifier la reconstruction. Ce comité a été mis en place par le gouvernement cantonal. Il est composé d'un conseiller d'État, Borsinger, d'un président, Baden, d'un avocat, Bürli, de l'officier de district Geissman et d'un architecte, Kaspar.¹⁰
- Alfred Zschokke. Il était l'architecte spécialiste de la construction en pisé qui supervisait les chantiers.
- Le pasteur de Fislisbach, M. Rohner. Comme aucun habitant de la commune n'était présent dans la Commission, M. Rohner s'occupait de faire le lien et de présenter les souhaits des citoyens.
- Un contre-maître spécialisé dans la construction en pisé. Il s'agit de la personne responsable de contrôler le chantier. Elle était certainement formée par Zschokke.
- Des artisans. Ils ne maîtrisaient pas forcément la technique du pisé et étaient formés durant une courte période.

Si les sinistrés ne souhaitaient pas participer au chantier, ce qui semblait être rarement le cas, ils pouvaient faire appel à l'un d'eux.

- Les personnes impactées par la catastrophe
Ils n'étaient pas seulement bénéficiaires de la nouvelle maison qui avait été construite. Toute la famille participait activement à la construction des murs en pisé. Par exemple, les enfants s'occupaient d'aller chercher la terre, à l'aide d'une charrette tirée par une vache, pendant que les autres damaient la terre dans le coffrage.
- Un maçon
Il était nécessaire d'embaucher un maçon pour effectuer le socle en maçonnerie de pierre.
- Un charpentier
Il était généralement présent pour construire la toiture.

Financement

Une petite partie du financement provenait de dons versés par des privés, des monastères, les communes environnantes et le canton. Il ne s'agissait pas uniquement d'argent. Des matériaux de construction et des outils ont été donnés, ainsi que des biens de première nécessité. Mis à part cela, il semblerait que la plupart des fonds ait été apportée par les sinistrés eux-mêmes.¹¹

Ouvrages construits

Bien qu'initialement, une trentaine de foyers était partante pour la construction en pisé, les préjugés contre la terre crue, soutenus par deux conseillers de la ville, l'ont emporté. Seules huit fermes ont fini par être édifiées.¹²

Durée

La reconstruction s'est déroulée durant l'année qui a suivi la catastrophe. Le gros œuvre s'est étendu principalement entre avril et septembre 1948, pour éviter les intempéries et les gelées de la période hivernale.¹³ D'après la description faite par le jeune architecte, il fallait compter 16 jours pour monter les murs en pisé d'une ferme de deux étages. La construction pouvait être hors d'eau en trois semaines si les travailleurs étaient efficaces. Ces indications ne semblent, cependant, pas prendre en compte les travaux de terrassement et de construction du socle. La rédaction de son ouvrage n'est pas très claire à ce sujet. Il explique que la météo favorable de

cette année-là a grandement facilité la mise en œuvre de la terre crue. Alfred Zschokke mentionne comme un avantage le temps nécessaire pour bâtir une habitation en pisé. En le comparant aux techniques de construction alternatives présentes à cette époque, comme la maçonnerie de pierre, cet argument est compréhensible.¹⁴

Zschokke a analysé la terre de huit sites différents sur la commune de Fislisbach. Les résultats étaient tous concluants. La matière première pouvait être extraite proche des chantiers.¹⁵ Deux fermes ont même pu être construites avec la terre retirée lors des travaux de terrassement.¹⁶

Les autres matériaux nécessaires à la construction étaient considérés comme rares et leur origine n'est pas évoquée. Le bois servait de structure aux planchers, à la toiture et était utilisé pour les embrasures des portes et des fenêtres. Des pierres devaient être acheminées sur le chantier pour les fondations et parfois les linteaux.

Il fallait également compter une portion de bois, indispensable à la création du coffrage. Très fier de l'optimisation faite sur celui-ci, le jeune architecte énumère chaque détail de sa conception. Il a réduit le nombre de pièces utiles au minimum pour optimiser le prix. De plus, il insiste sur le fait qu'un coffrage peut être transmis de chantier en chantier et qu'il s'agit d'une autre façon de limiter son coût.¹⁷

Le pisé était évidemment la technique principalement utilisée. Les fondations étaient en maçonnerie de pierre et la toiture faite de charpente en bois. Mais ce qu'il est intéressant de mentionner ici, c'est l'usage de l'adobe pour créer les cloisons intérieures. Zschokke parle de « briques de pisé », moulées et séchées à l'air libre. Les cloisons pouvaient être conçues de cette manière ou faites en pisé sur une plus petite épaisseur que celle de la structure.¹⁸

Avant de commencer le chantier, la qualité de la terre devait être vérifiée pour valider la possibilité d'employer la technique du pisé. Chaque travailleur devait ensuite suivre un court apprentissage pour se lancer dans la construction. Durant tout le processus, ils étaient sous la supervision du contre-maître spécialisé. Dans ses écrits, l'architecte insiste tout particulièrement sur ce point, notamment lorsqu'il

Ressources

Techniques employées

Processus de construction

précise que la verticalité et le niveau du coffrage doivent être vérifiés régulièrement par le responsable.¹⁹

Alfred Zschokke décrit précisément les différentes étapes du chantier. Elles ne seront donc pas détaillées ici, mais elles s'organisaient comme suite. La construction débutait avec la mise en place du sous-sol et des fondations. Une fois que celles-ci étaient bien sèches, le montage des murs périphériques en pisé pouvait commencer. Il se faisait selon la méthode traditionnelle du damage de la terre crue dans le coffrage. A la fin de chaque journée de travail, il était indispensable de bien protéger l'ensemble des travaux avec des planches, de la végétation et du sable. Lorsqu'une portion d'un mur était terminée, le coffrage était déplacé sur la partie du pisé la plus sèche pour poursuivre la couche supérieure. Une fois que les murs avaient atteint la hauteur souhaitée, les planchers étaient posés et la toiture était montée.²⁰

Tous les éléments en terre crue devaient être parfaitement secs avant de pouvoir commencer le second œuvre. Un enduit à la chaux était appliqué en finition sur les façades extérieures si le propriétaire souhaitait dissimuler la terre crue. Dans les pièces humides, telles que les étables et les chambres à lessive, il était conseillé d'appliquer ce crépi sur les surfaces intérieures afin de protéger le pisé.²¹

Réduction du risque

Le nouveau plan du village a permis de réduire la possibilité qu'un autre incendie ne se propage. La construction en terre était également un atout. Elle ne brûle pas, mais au contraire se durcit au contact du feu. Le faible coût engendré par la reconstruction a aussi permis de réduire le risque d'appauvrissement des habitants du village.

La reconstruction de ces huit fermes était une réussite, bien que la proportion de logements bâtis en pisé ait été beaucoup plus faible qu'initialement prévue. Cinq des huit constructions semblent exister encore aujourd'hui et prouvent la durabilité de ce patrimoine en pisé.²²

Futur

Alfred Zschokke cite l'engagement particulier de deux hommes sur les chantiers.

A Fislisbach deux hommes du canton, Samuel Weber d'Egliswil et Frédéric Muller de Birmenstorf

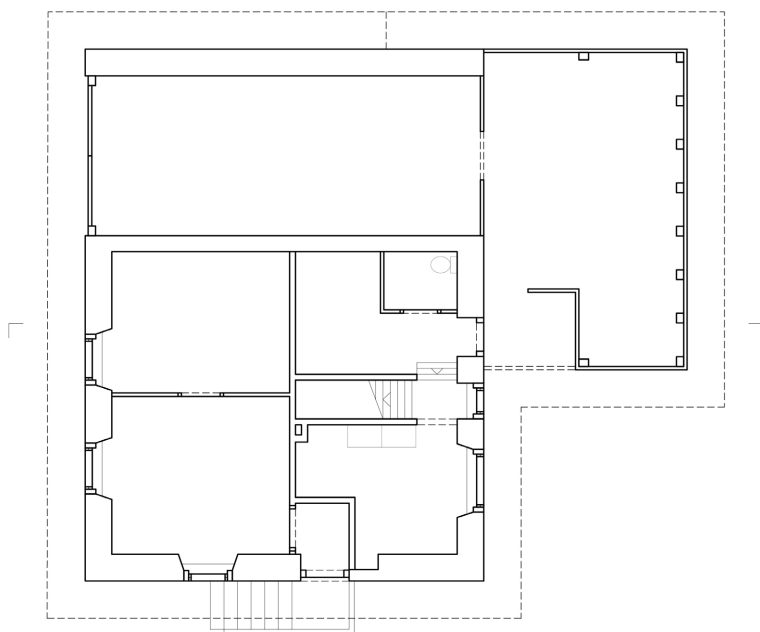
*ont prouvé leur compétence et leur esprit d'initiative. Le premier a fait son apprentissage pendant la construction de sa propre maison et fut engagé par la Société agricole pour acquérir une formation complémentaire à Fislisbach. Le deuxième y a commencé le travail comme simple piseur et fut nommé contremaître après 3 à 4 semaines seulement. Je certifie que ces deux hommes ont acquis à cette occasion toutes les compétences que doit avoir un chef de chantier pour des constructions en pisé et par conséquent je les recommande vivement.*²³

Mais en observant le nombre de personnes qui s'opposaient à la terre crue dans le village, j'ai le sentiment que cette intervention n'était que ponctuelle dans la région. La formation continue de ces deux hommes semble également être une exception. Finalement, on s'aperçoit, au travers une phrase de l'architecte, qu'aucune norme concernant les constructions en terre crue n'était en vigueur à cette époque. « Des sommes considérables pourraient être économisées par L'État s'il était possible d'introduire dans la loi la construction en pisé, surtout à la place de celle en bois continuellement menacée par le feu. ».²⁴ Ceci pouvait freiner la diffusion de l'usage de la terre crue. Mais ce qui est intéressant, c'est de voir que l'implication de l'État dans la reconstruction, faite à travers l'intervention de membres de l'administration dans la Commission, a permis de passer outre les potentielles restrictions. Dans certains cas, l'engagement des autorités peut être important pour rendre l'utilisation de la terre crue possible.



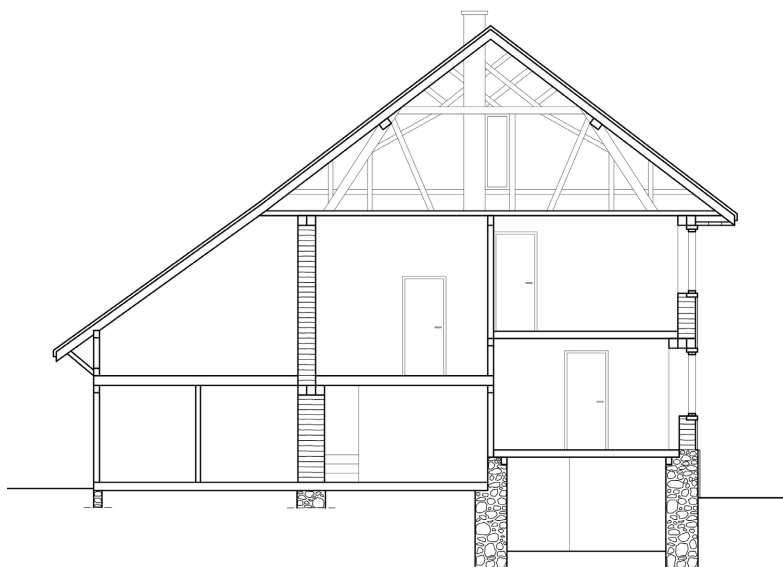
0 20 80 m

Plan du centre du village après la reconstruction, 1850



0 50 200 cm

Rez-de-chaussée de l'une des habitations



Coupe



Façade ouest

Vallée du Jourdain : réintroduction d'une ancienne pratique

En bref

Dans cette partie, trois programmes développés entre 2006 et 2013 sont présentés. Ils se situent dans les régions rurales de la vallée du Jourdain, l'une des zones exposées au conflit israélo-palestinien. Après la signature des accords d'Oslo, les Palestiniens ont dû faire face à de nombreuses restrictions opérées par Israël. La situation de précarité des populations vivant sur l'entièreté du territoire a incité certaines organisations à repenser les pratiques de construction et à promouvoir une architecture en terre crue.¹

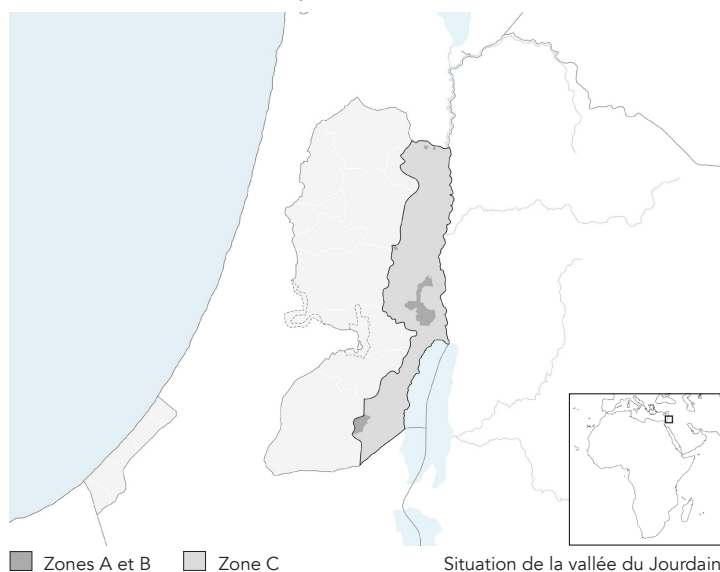
L'ensemble des projets de reconstruction décrits ci-dessous ne sont pas nés dans un contexte post-catastrophe à proprement parler. Des parallèles peuvent, cependant, être effectués avec l'état de crise présent sur ce territoire et je trouve intéressant d'étudier les différentes stratégies qui ont été déployées dans la vallée du Jourdain, pour comprendre quelles étaient leurs implications.

« Catastrophe »

Les tensions israélo-palestiniennes ont débuté il y a plus de cent ans, avec l'arrivée du mouvement sioniste, puis le soutien des Britanniques à la création d'un foyer national pour le peuple juif en Palestine.² Depuis, des guerres de territoires n'ont cessé de se succéder et seules deux régions palestiniennes n'ont pas été intégrées à l'État d'Israël : la bande de Gaza et la Cisjordanie.³ Cette dernière a cependant été fragmentée en trois zones de contrôle, à la suite de la signature des accords d'Oslo : la zone A, sous contrôle civil et militaire palestinien, la zone B, sous contrôle civil palestinien et militaire israélien et la zone C, entièrement sous contrôle israélien et en partie habitée par des colonies.⁴

La zone C représente 94% du territoire de la vallée du Jourdain, une région de la Cisjordanie. Afin d'être incités à quitter ces terres, les peuples palestiniens qui y vivent subissent de nombreuses restrictions touchant le secteur de la construction et bien d'autres encore. Par exemple, l'eau doit uniquement être achetée à une entreprise israélienne qui la vend à des prix exorbitants. Les déplacements dans la vallée sont extrêmement contrôlés et les moyens de télécommunication très réglementés. L'édification de nouvelles infrastructures y est compliquée, en raison de la grande difficulté à obtenir un permis de construire. Ceci engendre de multiples construc-

tions illégales pouvant être démolies par les autorités israéliennes à tout moment.⁵ Les zones A et B, bien qu'elles soient sous contrôle palestinien, subissent, elles aussi, d'importantes pressions. Entourées par la zone C, l'extension de villes et de villages est complètement bloquée. Et même si des permis peuvent être délivrés, l'approvisionnement en matériaux est limité, car une majorité d'entre eux provient d'Israël.⁶ Cette dépendance des Palestiniens vis-à-vis du marché israélien crée une situation de précarité dans la vallée qui va de pair avec un manque d'infrastructures et la nécessité de les développer. De plus, une partie de la population est touchée par la crise de l'emploi.⁷ Comme « les opportunités de développement économique sont très rares »,⁸ une portion des habitants s'est vue contrainte de travailler dans les colonies israéliennes pour subvenir à ses besoins.⁹



La fertilité des terres, la présence de l'eau en grande quantité, les sites historiques et le climat propice à la culture de certaines plantes, expliquent les raisons pour lesquelles Israël souhaite occuper la vallée du Jourdain. Le climat de ce territoire varie entre extrêmement aride au sud et aride au nord. Les étés y sont chauds et les hivers tempérés. Les précipitations annuelles sont relativement faibles et les températures moyennes fluctuent entre 15°C, durant la période la plus froide, et 30°C, pendant le mois le plus chaud.¹⁰

Site

Architecture locale

Le patrimoine archéologique, datant du Néolithique, témoigne de l'importance qu'a l'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain.¹¹ Il y a encore un peu plus de cent ans, dans les zones rurales où la pierre était rare, la construction en adobe était une technique largement utilisée.¹² Associée à un système de ventilation naturelle et à des dispositifs de protections solaires, elle s'adapte parfaitement à la région et assure une bonne gestion du climat intérieur.¹³ Un système d'entraide au sein des communautés, destiné à faciliter l'autoconstruction, était mis en place pour permettre à chacun de construire son abri. Dans les structures traditionnelles, chaque maison renfermait une pièce qui accueillait une famille nucléaire et ses activités. Ces petites habitations s'organisaient autour d'une cour pour former le logement des familles élargies et le regroupement de plusieurs familles créait un village.¹⁴

Avec l'arrivée des Britanniques après la Première Guerre mondiale, l'activité agricole a, petit à petit, été remplacée par l'activité salariale. Le mode de vie des Palestiniens a commencé à changer avec le détachement de la famille nucléaire par rapport à la communauté. Ce changement d'habitude a eu un impact sur l'organisation des logements et la façon de les bâtir. De nouvelles méthodes de construction et des matériaux importés ont été intégrés à l'architecture en terre crue, avant de complètement la mettre de côté au profit des ressources modernes.¹⁵

Aujourd'hui, le béton et les briques en terre cuite sont les composants les plus présents dans les structures de Jéricho, ville principale de la vallée.¹⁶ Dans les campagnes, les parpaings, la tôle ondulée ainsi que quelques matériaux de récupération,¹⁷ tels que des bâches plastiques et des planches en bois, sont utilisés. Il arrive souvent que des familles plus aisées aient reconstruit une maison en béton à côté de leur ancien logement en adobe, tandis que les plus démunies vivent encore dans leur habitation en terre agrandie avec des extensions en parpaing.¹⁸

L'utilisation généralisée du béton résulte du fait que le statut social n'est plus essentiellement défini par la forme du logement, mais par les matériaux qui sont employés pour

le construire. Certains habitants reconnaissent que la terre procure un meilleur confort intérieur et qu'elle est moins chère à employer. Cependant, elle est principalement associée à la pauvreté et est considérée comme moins résistante. Les méthodes de construction et l'entretien annuel que nécessite une structure en terre semblent également incompatibles avec les modes de vie qui ont bien changé.¹⁹



Jéricho, 1950

Les programmes présentés avaient pour objectif de rebâtir ou de réhabiliter des bâtiments pour les communautés en situation de précarité. Ils avaient l'ambition de réduire la dépendance des Palestiniens, en développant le secteur de la construction, afin de redynamiser l'économie. Pour faire en sorte que l'architecture soit génératrice de revenus pour la population palestinienne, des ressources locales devaient être utilisées. La possibilité de réintroduire la terre crue dans les mœurs des habitants était alors étudiée dans chacun des projets. Elle présentait l'avantage d'être largement disponible et certaines techniques, comme l'adobe, semblaient faciles à mettre en œuvre.²⁰

Objectifs communs

Programme 1

- Objectifs**
- Construire et réhabiliter les logements des habitants souffrant de précarité en réduisant leur dépendance face aux matériaux importés.
 - Offrir la possibilité aux communautés concernées de déployer cette pratique et de multiplier les interventions.²¹

Stratégie

Ce qui était intéressant dans les projets de ce programme, c'était le symbole de résistance qui émergeait de l'usage de la terre crue. Elle n'était pas simplement utilisée dans un contexte de pénurie, mais elle soulignait la nécessité de rendre les communautés palestiniennes plus autonomes. En un certain sens, l'acte de construire était devenu politique. Le refus d'acheter le béton israélien et la volonté de soutenir une existence palestinienne en zone C, en construisant malgré les interdictions, formaient les deux marqueurs de la résistance.²²

- Acteurs**
- Plusieurs acteurs sont intervenus dans le processus de reconstruction.
- La campagne de solidarité avec la vallée du Jourdain, JVS (Jordan Valley Solidarity).²³
Il s'agit d'un réseau qui soutient l'existence des Palestiniens dans la vallée du Jourdain.²⁴ La campagne, née en 2006, est constituée des comités populaires locaux et des sympathisants internationaux.²⁵
 - Fathy Khdeirat
Il est le fondateur de la campagne et coordinateur durant le processus de construction.²⁶
 - Les habitants
Les travaux effectués sur les chantiers étaient principalement réalisés par les familles bénéficiaires, des voisins et des bénévoles.²⁷
 - Des bénévoles étrangers
De nombreux bénévoles étaient présents pour participer à la construction et à la fabrication des briques.²⁸
 - Des ouvriers
Il arrivait parfois que quelques ouvriers indépendants soient engagés, pour produire les briques et aider sur les chantiers.²⁹

La totalité du financement provenait de l'aide extérieure. Quelques dons ont été versés et trois organismes ont apporté un soutien financier : une association française, une organisation anglaise nommée Save the Children et la coopération Norvégienne. Cependant, les constructions menées dans la zone C ont été réalisées sans l'obtention d'un permis de construire. Le risque de destructions, opérées par les Israéliens, était élevé et peu de monde était prêt à investir dans ces projets.³⁰ Le budget du JVS pour chaque construction était de 600 dollars.³¹

Financement

Une trentaine de bâtiments ont été construits et une quarantaine ont été rénovés.³² Les ouvrages ont été réalisés entre 2006, date de création de la campagne, jusqu'en 2013, date de l'étude effectuée sur le terrain par Rania Daher.³³ Il est précisé que l'autoconstruction simultanée de plusieurs maisons, exécutée par une dizaine de personnes, prenait deux à trois mois.³⁴

Ouvrages construits et durée

La terre était prélevée sur les chantiers ou à proximité de ceux-ci et aucun contrôle n'était effectué pour s'assurer de sa qualité. Elle était mélangée à de la paille récoltée dans les environs. Les fondations étaient en béton et la toiture en ossature métallique. La couverture était composée de panneaux de bois, de bâches plastiques, de terre et de pierres du site. Le béton était certainement importé d'Israël et la provenance des autres matériaux n'est pas spécifiée.³⁵

Ressources

L'adobe était utilisé pour construire les murs des bâtiments, mais le manque de connaissances techniques a conduit à une faible résistance du matériau.³⁶ La façon de procéder était très expérimentale et aucune préparation, ni formation n'avaient été effectuées au préalable.³⁷ L'épaisseur des fondations était insuffisante, la toiture était trop légère et sans avant-toit et l'enduit de ciment était systématiquement utilisé.³⁸

Techniques employées

Durant la plupart des chantiers, aucun support technique n'était présent en raison des financements limités. Fathy Khdeirat s'occupait de superviser l'ensemble des travaux effectués par les bénéficiaires, les voisins et les bénévoles,

Processus de construction

sur la base des connaissances acquises durant les chantiers précédents. La phase de conception était absente tout au long du processus et l'architecture était le résultat de quelques décisions prises par les habitants : nombre et taille des pièces, nombre et taille des ouvertures.³⁹ Le plan des habitations rurales se rapprochait des logements traditionnels des familles élargies, où plusieurs unités s'organisaient autour d'un espace extérieur.⁴⁰

Généralement, plusieurs maisons étaient construites simultanément. Lorsqu'une partie était terminée sur l'un des chantiers, les habitants continuaient la maison du voisin, puis la suivante, pour finalement revenir à la leur. Un important système d'entraide s'est mis en place au sein des communautés, que ce soit pour la production des briques ou pour l'édification des logements. Les bénéficiaires d'un jour se transformaient en bénévoles le lendemain. C'est grâce à ce système que les coûts ont pu être considérablement réduits et que l'intervention des entreprises se limitait au strict minimum.⁴¹

Contribution à la « réduction du risque »

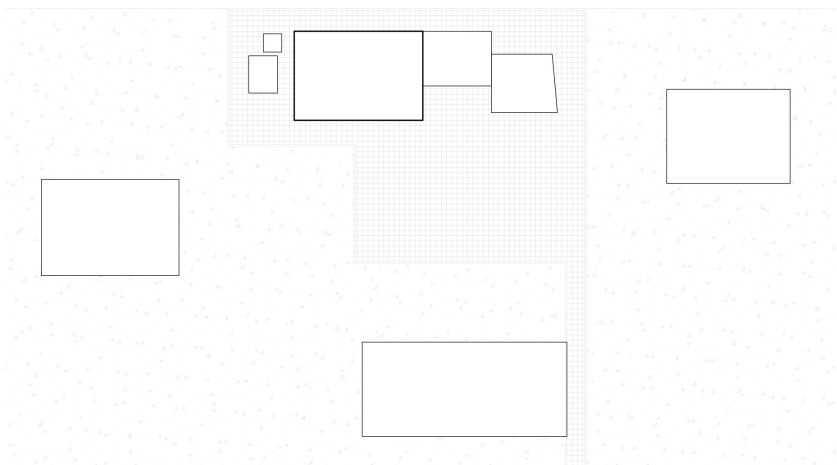
Les habitants étaient au cœur du processus de construction, mais le manque de savoir-faire et de formation ne leur a pas permis d'édifier une structure résistante. Plusieurs pathologies se sont manifestées au fil du temps et les populations n'étaient pas réellement formées à s'y confronter. L'acte le plus simple était de se retourner vers des matériaux industriels tels que la tôle ondulée pour réparer les problèmes de toiture, par exemple. L'idée d'appliquer un enduit de terre sur les murs et de l'entretenir annuellement n'était pas non plus une pratique envisagée. Cette perte des connaissances des méthodes de construction plus anciennes limitait l'usage de la terre et ne permettait pas une optimisation des coûts. L'aspect temporaire que prenait la terre crue dans un contexte comme celui-ci semblait ne pas correspondre aux objectifs énoncés.⁴²

La volonté de réduire la précarité des populations était plutôt compromise. Premièrement, le logement n'était pas forcément viable. Deuxièmement, si le besoin de reconstruire ou de créer des extensions se manifestait, les gestes nécessaires pour réutiliser la terre crue n'étaient pas acquis et un retour

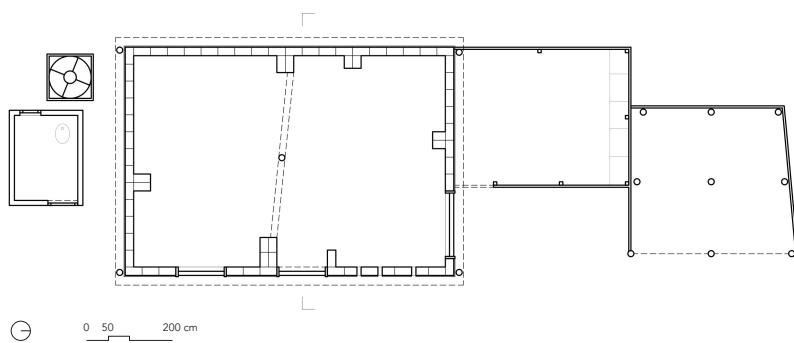
vers le béton était une alternative plus évidente pour les habitants.

Comme les constructions étaient illégales et que l'usage de la terre n'était pas réglementé,⁴³ cette pratique n'a pas réellement pu évoluer. Dû à la discrétion nécessaire en zone C, la diffusion du programme était restreinte par son manque de visibilité. La campagne dépendait totalement des financements externes et les bénéficiaires n'avaient pas conscience du budget nécessaire pour construire leur habitat. Ceci a rendu plus difficile la multiplication des initiatives individuelles. La dépendance au travail bénévole, ainsi que les coûts trop élevés de la main-d'œuvre par rapport aux ressources financières, constituaient un frein supplémentaire. Le processus était plutôt temporaire, qu'une véritable démarche à long terme.⁴⁴

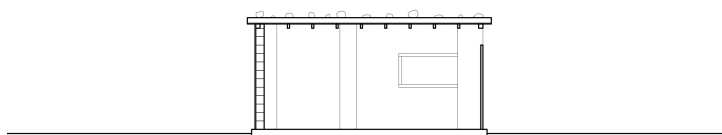
Futur



Groupement des habitations d'une famille élargie



Plan d'une des habitations



Coupe

Objectifs

- Construire et réhabiliter les logements des habitants souffrant de précarité en réduisant leur dépendance face aux matériaux importés.
- Offrir la possibilité aux communautés concernées de déployer cette pratique et de multiplier les interventions.⁴⁵

Stratégie

La terre crue était employée dans le cadre de ce programme, car elle offrait la possibilité de développer une économie locale en évitant d'acheter la totalité des matériaux à Israël. La question de la « résistance » était aussi présente, mais elle était exprimée de façon plus dissimulée.⁴⁶ Finalement, la réduction de l'impact environnemental était avancée, mais je me permets d'émettre un doute sur ce point. Je ne suis pas convaincue que dans un tel contexte de crise, la volonté de réduire l'impact environnemental soit réellement primordiale. J'ai plutôt la sensation que cet avantage va, évidemment, de pair avec l'usage de la terre crue. Selon moi, il n'est, cependant, pas si « déterminant »⁴⁷ dans la prise de décision.

Acteurs

Plusieurs acteurs sont intervenus dans le processus de reconstruction.

- MA'AN Development Center.
Il s'agit d'une ONG palestinienne née en 1989 et qui a pour but « de créer des initiatives indépendantes et autonomes qui conduisent au développement de ressources humaines pour le développement durable, qui intègrent les valeurs d'autosuffisance et d'autonomisation ».⁴⁸ Cette organisation s'est occupée de fournir aux habitants des matériaux de construction et de faire appel à des entreprises quand cela était nécessaire.⁴⁹
- Le coordinateur du MA'AN Development Center.⁵⁰
- Les habitants
Certains travaux effectués sur les chantiers étaient réalisés par les familles bénéficiaires.⁵¹
- Des entreprises externes
Elles étaient engagées principalement pour effectuer les travaux de toiture et les finitions.⁵²
- Un ingénieur
Il était présent au tout début du processus et ne venait pas à chaque nouvelle construction.⁵³

Financement	La majorité du financement provenait du consulat Norvégien pour l'autorité palestinienne (The Norwegian Representative office) et de la coopération espagnole (the spanish cooperation). Cependant, les constructions menées dans la zone C ont été réalisées sans l'obtention d'un permis de construire. Comme le risque de destructions opérées par les Israéliens était élevé, les montants offerts étaient plus faibles. Les financeurs exigeaient parfois de privilégier certaines régions de la zone C, connues pour être moins exposées aux destructions. ⁵⁴ Le budget du MA'AN Development Center pour chaque construction était de 2600 dollars. ⁵⁵
Ouvrages construits	Il semblerait que le programme ait construit et réhabilité 170 maisons. ⁵⁶ Toutefois, les chiffres divergent en raison de la discrétion du programme situé en zone C.
Durée	L'ensemble des maisons a été construit entre 2006, date du début du programme, et 2013, date de l'étude effectuée sur le terrain par Rania Daher. ⁵⁷ Les habitations étaient réalisées les unes après les autres et la durée du chantier différait en fonction de la présence des entreprises. Les travaux pouvaient être terminés en une semaine si des ouvriers étaient engagés du début à la fin. Lorsque les habitants construisaient eux-mêmes leur logement, il fallait compter entre cinq et six semaines. ⁵⁸
Ressources	La terre était prélevée dans le village ou dans les environs lorsque sa qualité n'était pas suffisante. ⁵⁹ Elle était mélangée à de la paille, certainement présente proche du chantier. Les fondations étaient en béton, la toiture en ossature métallique et la tôle constituait la couverture. La provenance des matériaux n'est pas spécifiée, mais avec les différentes informations présentées sur le contexte géopolitique de la région, il est possible de supposer que certains étaient importés d'Israël.
Techniques employées	L'adobe était employé pour construire les murs des bâtiments. Une dalle en béton, d'une épaisseur d'environ 60 cm supplantait les fondations traditionnelles en pierre. La toiture était légère, avec un débord de 30 cm, et un enduit de ciment était appliqué sur les murs. ⁶⁰

Tout comme les projets précédents, la phase de conception était absente dans la majorité des cas. Un architecte avait bien été présent au début du programme, mais il semblait que son intervention ait simplement été utilisée pour comprendre la façon dont les typologies pouvaient être créées.⁶¹ Aucun plan, ni aucun détail n'étaient dessinés en amont. Un ingénieur donnait également quelques conseils aux communautés lors des premiers chantiers, puis les bénéficiaires s'occupaient de transmettre les informations à leurs voisins, et ainsi de suite.⁶² Le gros œuvre était généralement réalisé par les habitants, et la plupart du temps, l'ONG faisait appel à une entreprise pour effectuer la toiture et les finitions.⁶³

Processus de construction

Le plus souvent, chaque logement contenait deux chambres, un séjour, une cuisine, des sanitaires et une véranda. Il abritait entre six et douze membres d'une même famille. Le budget alloué à chaque construction permettait d'offrir aux habitants une surface plus spacieuse que celle du programme précédent.⁶⁴

Avec des fondations d'une hauteur de 60 cm et un léger débord de la toiture, la structure était plus résistante que celle du projet précédent. Cependant, un manque de savoir-faire et de formation était à nouveau présent.⁶⁵ Bien que l'ingénieur ait apporté une expertise plus technique, ayant contribué à améliorer l'autonomie des communautés, la diffusion et la reproductibilité restaient relativement limitées en raison de l'absence de plans et de détails techniques.⁶⁶

Contribution à la « réduction du risque »

Avec la problématique des constructions illégales et de la discrétion nécessaire en zone C, la diffusion du programme était à nouveau restreinte. Toutefois, l'intervention d'entreprises palestiniennes offrait une chance à l'économie locale de se développer. Malheureusement, ce programme dépendait, lui aussi, totalement des financements externes, ce qui réduisait l'impact positif que pouvait avoir une telle démarche sur l'économie.⁶⁷

Futur

L'objectif premier était d'offrir la possibilité aux Palestiniens de la zone C d'habiter leurs terres et de multiplier les interventions pour y parvenir. Mais on s'aperçoit rapidement

que le manque de documents et de formation permettant d'acquérir les bases nécessaires afin de construire avec ce matériau constituait un frein important. Le travail des deux organisations n'a alors pas permis de remplacer l'idéal du tout béton et d'étendre l'usage de la terre crue.⁶⁸

Dans ce dernier programme, on s'éloigne davantage de la « catastrophe », mais il est intéressant de comprendre comme il a été mis sur pied pour réintroduire la terre crue dans un territoire en crise. Seuls les points les plus importants seront évoqués pour permettre de comprendre ce processus, ses avantages et ses inconvénients.

Comme il s'agissait d'un programme dirigé par de grandes institutions, les interventions étaient uniquement concentrées sur la zone A et B, soit 6 % de la vallée du Jourdain.⁶⁹

- Revivifier le patrimoine architectural de la vallée du Jourdain.⁷⁰
- Renforcer les activités économiques en développant le secteur de la construction⁷¹ pour protéger les « moyens de subsistance et l'autonomie durable des communautés. »⁷²
- « Améliorer l'accès au logement. »⁷³

Objectifs

L'usage de la terre crue est ici envisagé pour deux raisons. Premièrement, il permet de redonner vie au patrimoine de la région. Deuxièmement, il offre la possibilité de réduire les coûts de construction en évitant l'importation de matériaux et leur transport difficile.⁷⁴ Pour atteindre ses objectifs, le programme devait concevoir des « bâtiments témoins »⁷⁵ et chaque chantier était structuré de sorte que des ouvriers indépendants puissent y être formés.⁷⁶ Un accent particulier a été mis sur la diffusion des projets. Un manuel a été rédigé dans le but de détailler les différentes techniques de construction, les étapes de mise en œuvre et le budget à prévoir. Des présentations et des visites ont été organisées, et l'usage des réseaux sociaux offrait une visibilité à plus grande échelle.⁷⁷

Stratégie

- Plusieurs organisations : FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), UNESCO, UNRWA (United Nations Relief and Works Agency for palestine refugees in the near east) et UN Women (United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women)
Elles œuvraient dans le cadre du Fonds des Nations Unies pour la sécurité humaine.⁷⁸
- Des architectes internationaux et locaux spécialisés.

Acteurs

Ils étaient responsables du processus de conception et du suivi de chantier. Parmi eux, certains étaient des consultants auprès des organisations.⁷⁹

- Des ouvriers indépendants.
Ils étaient embauchés parmi les habitants des villages en recherche d'emploi et étaient formés à la construction en terre crue.⁸⁰
- Trois entreprises de construction tout corps d'état.
Elles s'occupaient principalement d'effectuer les fondations et les finitions. Elles venaient, cependant, d'une autre partie de la Cisjordanie. Ce choix paraît étrange, sachant que la volonté du programme était de développer une économie locale.⁸¹

Financement Les ressources financières provenaient du Fonds des Nations Unies pour la sécurité humaine.⁸²

Ouvrages construits Au début du programme, six bâtiments devaient être construits, mais finalement, seuls trois d'entre eux ont vu le jour : le centre communautaire de l'UNRWA d'Aqbet Jaber à Jéricho, le centre pour femmes de Bardala, et le centre pour femmes d'Eïn Ad-Duyuk Al-Foqa.⁸³ Seuls des bâtiments publics ont été édifiés dans le cadre de ce programme, car l'UNESCO ne pouvait pas concevoir des logements privés à cause de la difficulté que pose la sélection des bénéficiaires.⁸⁴ Le premier est le seul édifice à avoir été construit en milieu urbain et son emplacement a été choisi en raison du taux de chômage élevé qui touchait 35 % de la population du camp de réfugiés d'Aqabat-Jaber.⁸⁵ Le second projet se situe en zone rurale, où les habitants travaillaient principalement dans l'agriculture et où le transport et le prix des matériaux étaient très chers.⁸⁶ Aucune information n'est donnée sur le troisième projet.

Durée Le programme a débuté en 2010 et a pris fin en décembre 2013.⁸⁷ La construction du centre communautaire s'est terminée en décembre 2011⁸⁸ et celle du centre pour femmes de Bardala en novembre 2013 et a duré environ trois mois.⁸⁹

Ressources La terre des deux premiers projets provenait, semble-t-il, de Jéricho. Ceci fait sens dans le cadre de la construction du

centre communautaire, mais beaucoup moins pour le centre pour femmes de Bardala. La raison évoquée pour justifier ce choix était le manque de temps à disposition pour effectuer les tests nécessaires au contrôle de la qualité de la terre. Mais la volonté de construire un bâtiment modèle dans un lieu où la terre n'était pas testée entre en contradiction avec les ambitions du programme en augmentant considérablement les coûts. Le reste des matériaux, tels que le bois et les menuiseries, provenaient de la Cisjordanie,⁹⁰ et le ciment d'Israël.⁹¹

Les murs et les toitures, formées de voûtes et de dômes, étaient construits à l'aide de briques de terre comprimée (BTC) stabilisée avec 4 % de ciment. Le choix de cette technique était motivé par la volonté de réduire le temps de production et de s'inscrire, avec un matériau traditionnel, dans un mode de vie plus moderne. Pour concevoir les briques, des presses ont été assemblées puis transportées à proximité des chantiers.⁹² Les fondations étaient en béton armé, le coffrage des voûtes, en bois, et les enduits, en ciment.⁹³

Les fondations et les finitions étaient effectuées par les trois entreprises de construction, tandis que les murs et les toitures étaient montés par des ouvriers indépendants, embauchés spécialement pour les chantiers. L'ensemble du processus de construction était supervisé par des architectes et des spécialistes de la construction en terre crue et les projets représentaient avant tout une occasion de former les habitants de la région.⁹⁴

Ces projets, par leur durée limitée et leur financement étranger, n'ont pas réellement contribué à relancer l'économie locale pour permettre à la population d'être davantage autonome. Le budget attribué à chaque bâtiment n'était pas non plus représentatif du coût global, car les salaires des intervenants étrangers ne s'alignaient pas aux revenus de la vallée et la formation des ouvriers indépendants a contribué à une augmentation du prix final,⁹⁵ comparable à une construction en béton.⁹⁶ L'aspect temporaire de ce programme a également été ressenti par les ouvriers qui estimaient qu'il s'agissait d'un travail à court terme.⁹⁷ De plus, d'après la campagne de Solidarité de la vallée du Jourdain,

Techniques
employées

Processus de
construction

Contribution à
la « réduction
du risque »

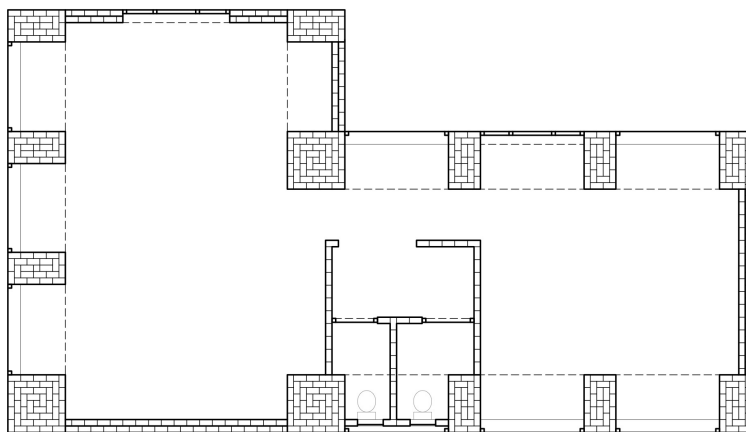
les offres d'emploi étaient proposées dans les zones A et B et cet objectif s'opposait aux principes de la campagne qui étaient de stabiliser les communautés dans la zone C.⁹⁸

Futur

Plusieurs problèmes ont été identifiés et constituaient un frein à la pérennisation de la pratique terre crue, à la suite du programme. La responsabilité des différentes organisations englobait l'ensemble du processus. Les ressources financières, le choix des entreprises et des ouvriers, la conception, la réalisation et l'expertise technique étaient entièrement réalisés par l'UNESCO. L'implication des capacités locales n'était finalement réduite qu'à la phase d'exécution. Les clients étaient les organisations elles-mêmes et aucune demande locale n'a été formulée par la suite.⁹⁹

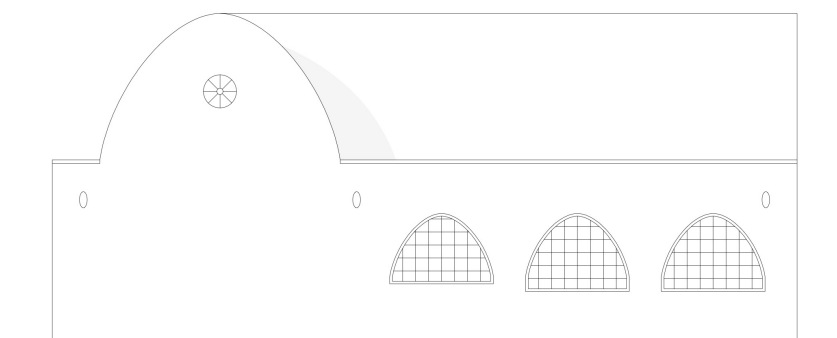
Qui plus est, aucune réglementation n'était édictée concernant l'usage de la terre crue, bien qu'il faille souligner qu'à la suite des constructions, la BTC « a été intégrée à l'institution palestinienne des standards ».¹⁰⁰ La production de BTC, réduit également le champ des possibles lorsqu'il est question d'autoconstruction. En effet, chaque personne désireuse d'édifier son propre logement devrait se procurer une presse afin de pouvoir produire ses briques. Ceci n'est pas envisageable. L'autre solution serait le développement d'une industrie spécialisée dans la fabrication de BTC. Mais durant le déroulement du programme, ceci n'était pas avancé.¹⁰¹

Malgré la visibilité des projets, à travers des présentations, des réseaux sociaux et la rédaction d'un manuel, la diffusion de la pratique semble avoir pris terme à la fin du programme.



0 50 200 cm

Plan du centre pour femmes de Bardala



Façade sud-est

Malawi : utilisation d'une pratique courante

En bref

En 2015, des inondations importantes entraînées par de fortes pluies ont détruit de nombreuses habitations et ont forcé plusieurs centaines de milliers de personnes à se déplacer au Malawi. Quelques structures en terre crue construites selon certains principes traditionnels ont résisté, mais une grande majorité a subi de graves dommages. Deux organisations sont intervenues dans les zones rurales pour aider 1090 familles à reconstruire leur logement en tentant de limiter un maximum les coûts.¹

Catastrophe

À la suite des inondations, l'état d'urgence est déclaré au Malawi le 13 janvier 2015. Durant les deux mois qui ont suivi la catastrophe, la part de la population se retrouvant sans logement s'est réfugiée dans des bâtiments publics et sous des tentes distribuées dans les camps d'urgence. Mais en mars, le gouvernement a axé la priorité sur le retour des personnes déplacées et la fermeture des camps. Pour s'abriter, elles se sont construit des abris de fortune ou ont été accueillies par un voisin.²



Zone d'intervention au Malawi

Site

La zone d'intervention se situe au sud-est du Malawi dans les territoires ruraux des districts de Phalombe, Zonga et Machinga qui bordent le lac de Chilwa. Les populations qui y vivent ont, pour la plupart, l'agriculture comme activité principale et moyen de subsistance. La façon de se déplacer la plus courante est la marche et les courtes distances sont parcourues à l'aide de charrettes tirées par des animaux. Le climat de ce pays est principalement divisé en deux saisons. La

saison sèche, qui est la plus fraîche, s'étend de mai à octobre et la saison des pluies de novembre à avril. Les températures peuvent descendre jusqu'à 4°C durant la nuit des mois les plus froids et monter jusqu'à 27°C en journée. Pendant la période humide, elles peuvent atteindre les 38°C.³

Le Malawi est sujet à de nombreuses catastrophes naturelles, les plus importantes étant les sécheresses, les inondations, les vents violents et les tremblements de terre. Les principales régions touchées se situent dans le sud du pays.⁴ En raison du réchauffement climatique, la fréquence de ces événements extrêmes ne cesse d'augmenter et la population, dont environ 50 % vit déjà en dessous du seuil de pauvreté, est de plus en plus exposée à des risques.⁵

Au Malawi, les matériaux utilisés couramment dans la construction sont divers et généralement disponibles localement. Ils proviennent soit du secteur formel, c'est-à-dire des usines de production, soit du secteur informel, constitué de petites « entreprises » locales employant énormément de main-d'œuvre et vendant des produits à faible coût.⁶

La terre crue fait partie des matériaux très répandus dans les constructions traditionnelles. Elle est mise en œuvre selon différentes techniques, telles que l'adobe, le pisé ou le torchis, et est également appliquée comme revêtement sur les façades et les sols. Parfois, elle est recouverte d'un enduit à la chaux qui protège les surfaces intérieures et extérieures des murs. Malgré l'étendue de son usage, la terre est principalement associée à la pauvreté et de nombreuses personnes préfèrent opter pour la maçonnerie en briques de terre cuite, si elles en ont les moyens.⁷

Ces briques sont employées dans la construction de nombreux logements, qu'ils soient formels ou non. Elles sont maçonnées avec du mortier de ciment ou de terre et sont majoritairement destinées à l'édification des fondations et des murs. Cependant, cette technique est plus coûteuse que les précédentes et peu accessible à une partie de la population à très faible revenu. Leur qualité n'est pas non plus assurée, car elles sont souvent produites manuellement dans de petites industries artisanales. En ce qui concerne la structure du toit, elle est réalisée en bois dont l'essence peut être variable. Comme matériaux de couverture, on retrouve la

Architecture locale

tôle ondulée, qui est importée, le chaume et quelques autres éléments industriels. Des membranes plastiques sont fréquemment installées directement sur la structure pour étanchéifier les toitures en chaume.⁸



Constructions locales

Dans les régions rurales, les familles élargies vivent dans plusieurs habitations. Elles sont regroupées dans une enceinte à proximité de leurs terres, et s'organisent autour d'une cour. Les maisons sont constituées d'une pièce ou deux et ont un plan type rectangulaire de 6 x 4 m. Les ouvertures sont relativement petites afin de ne pas compromettre la résistance de la structure tout en assurant une bonne ventilation naturelle. Chaque logement est entouré d'un porche soutenu par des poteaux en bois ou en maçonnerie et leur niveau est surélevé. Ils sont évolutifs et adaptables en fonction des besoins de chaque famille. Si les revenus dont elle dispose sont suffisants, elle peut opter pour d'autres matériaux de construction et remplacer, par exemple, une toiture en chaume par de la tôle ondulée.⁹ Au sein de ces propriétés collectives, les cuisines sont des structures indépendantes tout comme les latrines.¹⁰

Objectifs

- Reconstruire ou réparer les habitations qui ont été détruites durant les inondations.
- S'assurer que les techniques et les matériaux employés soient accessibles à tous.
- Construire des abris plus résistants aux inondations et autres catastrophes.¹¹

Le choix des matériaux et des techniques de construction a été primordial dans la réalisation des logements. Afin qu'ils soient accessibles aux ménages ayant les plus faibles revenus, les coûts devaient être minimisés. Pour parvenir à cet objectif, des matériaux et des outils ont été distribués et quelques personnes ont été engagées pour aider les plus vulnérables à bâtir leur habitation. Toutefois, l'accent a particulièrement été mis sur la formation et l'appui technique, afin que chaque famille sinistrée puisse reconstruire son propre logement. Des projets pilotes, ont été réalisés au sein des communautés pour qu'elles puissent s'en inspirer. Pour réduire les risques liés à la venue d'une prochaine catastrophe, certaines recommandations ont été établies quant aux choix des détails constructifs et des sites sur lesquels s'implanter.¹²

Stratégie

Différents acteurs sont intervenus dans le processus de reconstruction.¹³

Acteurs

- CRS (Catholic Relief Services)
Cette association humanitaire a élaboré le programme de reconstruction et sept collaborateurs se sont chargés du soutien logistique.
- CADECOM (Commission au développement catholique au Malawi – Caritas Malawi)
Cette association humanitaire est le partenaire local du CRS et travaille en relation avec les départements du gouvernement local et les autorités traditionnelles. Cinquante-deux de ses membres et constructeurs ont pris part au programme et ont soutenu les familles durant la reconstruction.
- Les départements du gouvernement local et les autorités traditionnelles
Avant de lancer le programme, il a fallu convaincre les autorités que les matériaux envisagés offraient une solution suffisamment durable. Une fois rassurées, elles ont participé à l'identification des familles les plus vulnérables avec l'aide de la CADECOM.
- Les personnes impactées par la catastrophe
Les sinistrés ont participé activement à la reconstruction. Ils ont dû suivre plusieurs formations et ateliers, puis des matériaux et des outils leur ont été délivrés pour qu'ils puissent construire leur propre habitation.

- Steve Barker
Il s'agit du coordinateur de the Global Shelter Cluster, une plateforme publique co-présidée par la IFCR (La Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge) et le HCR (Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés), qui permet une meilleure coordination entre les acteurs de l'hébergement en cas de catastrophe.¹⁴

Financement

Le financement provenait des fonds privés du CRS. Initialement, le programme prévoyait de verser l'argent aux communautés impactées, mais elles ont exprimé le souhait de recevoir des matériaux et des outils à la place. Ceci leur évitait de devoir gérer les longues distances de transport et la logistique que nécessitait la procuration de matériaux.¹⁵ Un budget d'environ 550 dollars était prévu pour chaque famille.¹⁶

Ouvrages construits et durée

L'entièreté du programme s'est déroulée sur une période de huit mois et a apporté son aide à 1090 familles. Neuf maisons modèles ont été bâties au sein de différentes communautés afin de servir d'appui technique. La construction d'une d'entre elles prenait environ dix jours.¹⁷

Ressources

Malgré la réticence de la communauté à l'égard des techniques vernaculaires, la terre, le bois et le chaume, ont été les principaux matériaux employés dans le programme. Le prix des briques en terre cuite, du ciment et de la tôle ondulée ne permettait pas un usage généralisé parmi la population. Il fallait donc opter pour des techniques accessibles et abordables. Des membranes en plastique ainsi que des pierres, quelques briques cuites, des portes et des fenêtres sont venues compléter la liste des ressources nécessaires pour monter les fondations et étanchéifier l'habitation.

Le CRS s'est occupé d'acheter l'ensemble des matériaux au Malawi. La terre était prélevée à proximité des chantiers et son lieu d'extraction était choisi avec soin pour garantir la qualité et la résistance de l'adobe. Le chaume provenait également de la région et le bois était acheté dans les districts où il était davantage disponible.¹⁸

Le programme a étudié et exploité les techniques de construction traditionnelles qui existaient déjà proches des localités. Il s'en est inspiré pour perfectionner les détails et concevoir des structures plus résistantes aux futures catastrophes. Les murs étaient construits en adobe, les fondations en maçonnerie de pierre ou de briques cuites et la toiture était en bois traité contre les termites, recouvert d'une membrane plastique et de chaume.¹⁹ Bien qu'initialement le choix de ces ressources était motivé par leur prix, elles présentent aussi l'avantage de mieux gérer le climat intérieur des habitations, grâce à la bonne inertie thermique de la terre crue et à la capacité isolante du chaume.²⁰

Techniques
employées

Durant les trois premiers mois de l'intervention, le programme s'est uniquement concentré sur la formation et l'information. Différentes recommandations ont été effectuées pour aider les familles à concevoir un bâtiment en prêtant attention aux paramètres suivants : le site de construction, l'orientation du logement, les matériaux, la protection, l'entretien et le maintien de l'environnement.²¹ Parmi chaque communauté, des personnes ont été recrutées pour participer à des ateliers et à l'élaboration des maisons modèles. Elles ont ensuite été chargées de former et de soutenir les familles dans le processus de reconstruction, avec l'appui des deux organisations d'aide humanitaire. C'est seulement après ce processus de formation que les ménages sinistrés ont reçu les boîtes à outils et les matériaux. Les propriétaires pouvaient alors débiter la reconstruction de leur habitation, en suivant un calendrier précis et en étant supervisés par le personnel formé.²²

Processus de
construction

Les nouveaux bâtiments construits s'organisaient de la même façon que les logements traditionnels. Ils avaient un plan rectangulaire comprenant deux pièces. La toiture à quatre pans avait de grands avant-toits qui formaient un porche tout autour de la maison. Le tout était conçu sur une plateforme surélevée et une attention particulière était portée à la conception des fondations.²³

Le programme n'a pas dédié de ressources à l'action d'urgence et l'accent a été mis sur le relogement immédiat, pour

Réduction du
risque

accélérer le processus de relèvement.²⁴ La réussite du projet dépendait de l'implication des communautés impactées et de leur capacité à participer activement à la reconstruction. L'objectif était de former la population, afin qu'elle puisse se reloger dans un premier temps, et qu'elle soit ensuite capable de faire face à de futures catastrophes. Le choix des techniques et des matériaux de construction a rendu accessible la reproductibilité des maisons modèles à un grand nombre de ménages.²⁵

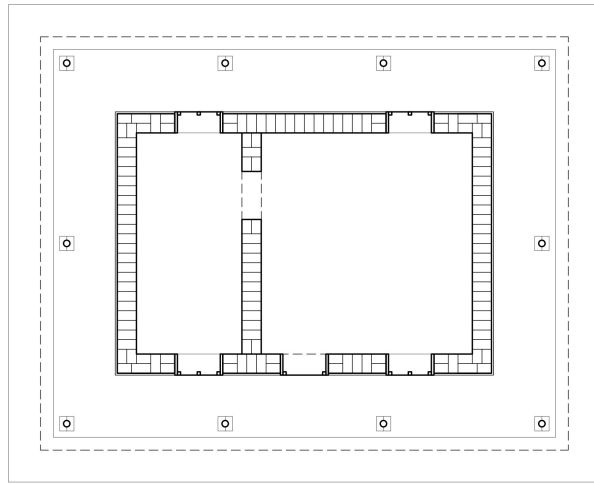
Le fait d'avoir impliqué les sinistrés dans le processus de reconstruction leur a offert la possibilité de comprendre quelles étaient les actions à entreprendre pour rebondir après les inondations. Cela leur a permis de construire des habitats plus résistants et d'élaborer un plan de réaction en cas de répétition de l'aléa. Des documents ont été rédigés et transmis aux différentes communautés, afin qu'elles puissent tenir compte des recommandations en matière de structure. Les outils distribués ont également été conservés par les autorités en vue de leur réemploi.²⁶

La nécessité d'entretenir l'environnement a été pointée du doigt. En effet, si des arbres sont replantés à proximité d'une zone à risque, cela permet d'atténuer la répercussion de plusieurs types de catastrophes. Premièrement, la végétation permet de maintenir la structure du sol afin d'éviter qu'il ne s'érode. Les glissements de terrain peuvent être atténués. Deuxièmement, en cas d'inondation, l'eau s'évacue plus facilement si le sol est riche en racines et en matières organiques. Dernièrement, si une barrière végétale est plantée autour des habitations, le vent peut être freiné en cas de tempête.²⁷

Futur

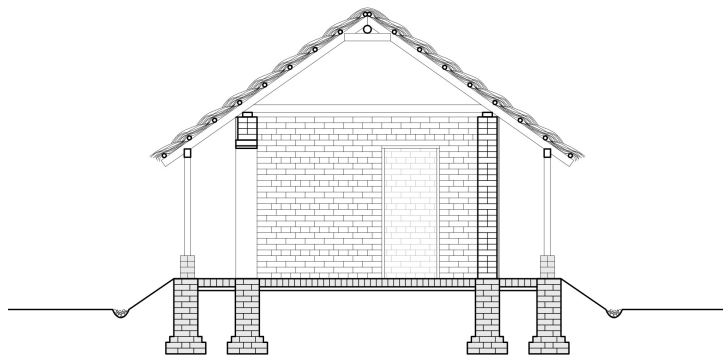
Avec un entretien régulier, il est prévu que ces habitations aient une durée de vie de 15 ans. Comme le programme devait être accessible à toutes les tranches de revenus, aucune alternative plus pérenne n'a été proposée pour les ménages ayant un peu plus de moyens. L'entièreté du projet s'est uniquement concentrée sur l'étude des méthodes de construction, l'apport de matériaux et sur l'autoconstruction. Ce programme visait à renforcer les pratiques traditionnelles pour aider les sinistrés à « se reconstruire » et à se relever en cas de nouvelles catastrophes naturelles. Certaines sources

ont été partagées avec the Global Shelter Cluster, afin que ce modèle soit reproductible dans tout le pays.²⁸ L'objectif n'était cependant pas de dynamiser l'économie locale, mais bien de permettre aux communautés de rebondir après une catastrophe.

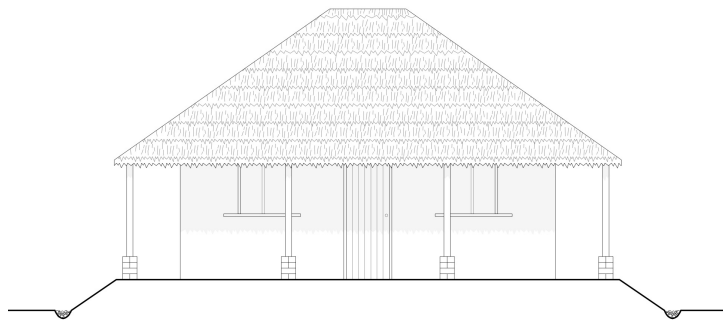


0 50 200 cm

Plan type



Coupe



Élévation

Dans les cinq programmes étudiés, les raisons qui justifiaient l'emploi de la terre crue correspondent aux thématiques développées dans la partie *Terre crue et catastrophe : en théorie*.

La réduction des coûts était importante dans le cadre de chacun des projets et est tout particulièrement mentionnée dans la reconstruction de Fislisbach et des villages malawites. Les moyens financiers des sinistrés étaient faibles et les autres matériaux de construction étaient trop chers, peu disponibles ou onéreux à transporter dans les régions touchées. La « gratuité » de la terre crue et la possibilité de recourir à l'autoconstruction pour la mettre en œuvre ont formé deux atouts importants. Seul un programme se détache de cette démarche : l'édification des bâtiments publics en zones A et B de la Cisjordanie. En effet, bien que l'un des objectifs énoncés semblait se pencher sur la question du prix, la formation des ouvriers, le salaire des intervenants étrangers et le manque de temps conduisant à des choix peu optimaux ont été les causes de l'augmentation des coûts finaux.

L'implication des personnes impactées par les catastrophes ou la crise était également un enjeu recherché à travers l'usage de la terre crue. Toutefois, on remarque que le degré de participation est variable et que cela a un impact sur le déroulement du processus de reconstruction et sur les résultats escomptés.

Au Malawi par exemple, le projet cherchait avant tout à réduire la vulnérabilité des populations touchées. Leur exposition à de futurs aléas a dû être prise en compte afin d'élaborer une stratégie de réduction des risques. C'est pourquoi la formation des habitants à chaque étape de la reconstruction, la communication au sein des villages et l'accessibilité aux ressources ont joué un rôle déterminant. Elles ont permis aux communautés de rebondir après la catastrophe et de se préparer à la prochaine. Il est d'ailleurs précisé que la durée de vie d'une habitation est d'environ 15 ans. Une personne vivant dans ce type de structure doit alors être préparée à devoir la reconstruire. A Fislisbach, l'implication des sinistrés était, elle aussi, importante, mais elle était plutôt liée à la volonté de réduire les coûts.

On s'aperçoit que dans la vallée du Jourdain, le choix de la terre crue était davantage relié à sa disponibilité. Un nouvel élément est cependant apparu à l'issue de l'étude des deux interventions dans la zone C, c'est la notion de résistance. Ce matériau était utilisé à des fins politiques et visait à contester la dépendance des Palestiniens et les restrictions imposées par Israël.

Mis à part la volonté de préserver le patrimoine, qui constituait une motivation importante des constructions en zones A et B, le but recherché derrière l'usage de la terre crue dans chacun des programmes était finalement de favoriser l'autonomie des populations touchées par les catastrophes ou la crise. Dans cet objectif, il est possible d'identifier deux dimensions : l'autonomie « individuelle » qui permet à chacun, avec l'aide potentielle de la communauté, de construire son logement, et l'autonomie « collective », qui vise à redynamiser l'économie d'une région grâce au développement du secteur de la construction.

Comment

L'historique de la terre crue, dans chacun des trois contextes décrits, constituait un point de départ quant au choix de la technique utilisée. Dans le cas du Malawi, l'adobe était encore couramment employé et les détails de construction pouvaient être perfectionnés en étudiant l'architecture traditionnelle encore présente dans la région. Dans la vallée du Jourdain, l'adobe faisait partie intégrante du patrimoine culturel et son usage semblait tout à fait évident. La BTC ne représentait finalement qu'une « version plus moderne » de cette technique. Seul le pisé de Fislisbach est une exception. En effet, la terre crue était un matériau de construction tout à fait nouveau dans le village. Il est expliqué que le pisé a été proposé par la commission s'occupant de la reconstruction, cependant la source de cette idée n'est pas mentionnée. Il est important de préciser que le choix de la technique de construction est également défini par la qualité de la terre disponible sur le site.

Les programmes ayant choisi de faire recours au pisé ou à l'adobe, sont ceux où l'autoconstruction prenait une part importante dans le processus de reconstruction. Les briques de terre comprimée, quant à elles, étaient destinées à un

procédé davantage industriel. Comme il est souligné plus haut, chaque personne désireuse d'édifier son logement ne peut se procurer une presse pour fabriquer ses propres briques. La production en série devient alors une solution plus envisageable pour étendre l'usage de la BTC.

La présence de certains acteurs a une influence sur le déroulement des programmes, mais également sur l'usage futur de la terre crue au sein des populations. Pour les énumérer, je me suis inspirée du schéma élaboré par Rania Daher pour créer plusieurs tableaux.¹ Le premier synthétise les différents rôles retrouvés dans les cas étudiés. Les suivants sont représentatifs de la situation de chaque programme.

Acteurs

Personnes impactées par la catastrophe/ la crise	Leur degré d'implication varie en fonction des projets. Peuvent être les constructeurs et/ou les bénéficiaires des projets.
Coordinateur	Supervise le programme. S'occupe d'organiser les différentes étapes du processus et de faire le lien entre les acteurs.
Partenaire local	Fait la liaison entre le coordinateur, les autorités locales et les personnes impactées par la catastrophe.
Expert technique	S'assure de la transmission et de la mise en œuvre correcte des techniques de construction en terre crue.
Financier	Apporte les fonds nécessaires au projet.
Autorités	Prennent une place plus ou moins importante dans les décisions qui concernent la construction.
Concepteur	S'occupe de la conception des bâtiments. Planifie la construction et les chantiers.
Entreprises et/ou artisans	Représentent l'assistance technique ou les constructeurs.

Fislisbach

Personnes impactées par la catastrophe	Autoconstructeurs impliqués dans plusieurs étapes de la construction
Coordinateur	La commission
Partenaire local	Le pasteur M. Rohner

Expert technique	Alfred Zschokke
Financeurs	Personnes privées, institutions étatiques et personnes impactées par la catastrophe
Autorités	Représentées par les membres de la commission
Concepteur	Alfred Zschokke
Entreprises et/ou artisans	Maçon et charpentier

Vallée de Jourdain programme 1

Personnes impactées par la crise	Autoconstructeurs impliqués dans chaque étape de la construction
Coordinateur	JVS, Fathy Khdeirat
Partenaire local	- (coordinateur local)
Expert technique	-
Financier	Aide extérieure
Autorités	-
Concepteur	-
Entreprises et/ou artisans	-

Vallée de Jourdain programme 2

Personnes impactées par la crise	Autoconstructeurs impliqués dans plusieurs étapes de la construction
Coordinateur	MA'AN Development Center, M. le coordinateur
Partenaire local	- (coordinateur local)
Expert technique	Ingénieur ou parfois absent
Financier	Aide extérieure
Autorités	-
Concepteur	-
Entreprises et/ou artisans	Entreprises privées

Vallée de Jourdain	programme 3
Personnes impactées par la crise	Ouvriers indépendants formés et impliqués dans la phase d'exécution
Coordinateur	L'UNESCO
Partenaire local	-
Expert technique	Architectes internationaux et locaux travaillant pour les organisations
Financier	Aide extérieure
Autorités	-
Concepteur	Architectes internationaux et locaux travaillant pour les organisations
Entreprises et/ou artisans	Entreprises tout corps d'état et ouvriers indépendants
Malawi	
Personnes impactées par la catastrophe	Autoconstructeurs impliqués dans chaque étape de la construction
Coordinateur	CRS
Partenaire local	CADECOM
Expert technique	CRS et/ou CADECOM
Financier	Aide extérieure
Autorités	Les départements du gouvernement local et les autorités traditionnelles
Concepteur	CRS et/ou CADECOM
Entreprises et/ou artisans	-

Chaque programme est dirigé par une institution ou un groupe de personnes qui est nommé « coordinateur ». Parfois, plus particulièrement lorsqu'il s'agit d'une organisation internationale ou de membres extérieurs à la communauté touchée, un « partenaire local » est inclus dans le processus. Ensemble, ils vont superviser et coordonner les différentes tâches à accomplir. Avant d'entamer la réalisation d'une construction, un « concepteur » assure la conception du projet. Un « expert technique » l'accompagne pour élaborer les détails liés à la structure et à la mise en œuvre des matériaux. Il s'occupe également de transmettre les connaissances

nécessaires à la réalisation. Durant cette dernière phase, des « entreprises et des artisans locaux » peuvent être engagés. Les « personnes impactées par la catastrophe » sont parfois présentes tout au long de la reconstruction ou simplement à quelques étapes.

On observe que les différents acteurs peuvent remplir plusieurs rôles au sein des projets. Ceci peut être plus ou moins bénéfique en fonction du degré d'implication des acteurs locaux. Lorsque le but de l'intervention est de créer des bâtiments modèles, qui constituent des exemples pour motiver les initiatives individuelles, il est important que les capacités locales soient engagées dans l'entièreté du processus. Cette démarche a été appliquée au Malawi et a permis de créer une certaine autonomie chez les populations touchées. En revanche, lors de la construction des bâtiments publics dans la vallée du Jourdain, les ouvriers ne participaient qu'à la phase de réalisation et l'ensemble des étapes étaient sous la responsabilité de l'UNESCO. Ceci a généré un système, uniquement ponctuel dans la région.

Le problème des ressources financières externes ressort également dans ce cadre-là. Lorsque la volonté de maintenir une pratique afin de développer le secteur de la construction est en jeu, le besoin de financements locaux devient impératif.

Les questions qui se posent sont alors les suivantes : est-ce que l'usage de la terre crue est lié à une intervention ponctuelle prenant place à un moment clé ? S'agit-il d'une intervention ponctuelle qui peut être répétée si une nouvelle catastrophe survient ? S'agit-il d'une pratique qui cherche à entrer dans les mœurs des habitants pour développer le secteur de la construction et redynamiser l'économie ? La réponse à ces trois questions définira la façon dont chaque acteur peut prendre part à la reconstruction, afin d'optimiser les ressources.

On remarque que les autorités ont un rôle essentiel à jouer dans le secteur de la construction. Elles édictent les normes et soutiennent ou non certains projets. Leur engagement est d'autant plus important lorsqu'aucune réglementation concernant la terre crue n'est en vigueur. Dans un contexte

post-catastrophe, il est possible que la situation exceptionnelle pousse les instances à valoriser la terre crue comme matériau de construction, comme cela a été le cas à Fislisbach. Cependant, pour que cette pratique puisse être développée et participer à la redynamisation de l'économie, la réglementation se doit d'être modifiée. L'intégration d'entreprises locales, la création d'industries et la formation d'artisans deviennent aussi importantes lors de la (ré)introduction d'une filière terre crue au sein d'un territoire.

L'un des points à souligner en comparant les différents tableaux, c'est l'importance de la présence de l'expert technique. Dans le premier programme de la vallée du Jourdain, et parfois dans le second, cet acteur est totalement absent. Comme il l'a déjà été exprimé à de multiples reprises, la terre crue est un matériau supposé être facile à mettre en œuvre. Cependant, il est extrêmement important qu'un connaisseur supervise et transmette ses connaissances durant l'ensemble du processus, car la moindre erreur peut avoir des conséquences néfastes sur la résistance de la structure.

De nombreuses personnes sont réticentes lorsqu'il est question de construire en terre, parce qu'elles considèrent ce matériau comme étant fragile. Ce préjugé, associé à une mauvaise maîtrise de la construction, peut alors mener rapidement à une perte de confiance en l'utilisation de la terre crue.

Avant de pouvoir élaborer une stratégie de reconstruction en terre crue, il faut avant tout vérifier la qualité de la terre. Cette analyse détermine si cette ressource est exploitable et quelle technique convient le mieux pour la mettre en œuvre. Lorsqu'il existe une culture constructive traditionnelle en terre crue dans la région, l'étude de l'architecture vernaculaire permet aussi de définir les méthodes à utiliser, ainsi que les détails structuraux. Les constructions, érigées par des communautés ayant vécu sur un même territoire durant plusieurs générations, ont su s'adapter à leur environnement et constituent souvent un excellent point de départ.

L'usage des autres matériaux est établi d'une part, par la disponibilité des ressources dans les environs, et de l'autre, par le choix de la technique de mise en œuvre de la terre crue. Au Malawi, l'analyse de l'architecture traditionnelle

Processus de
construction

effectuée est très intéressante et a permis de concevoir des structures peu chères et plus résistantes à de futurs aléas. Ceci n'a pas été appliqué dans la vallée du Jourdain, où l'on s'aperçoit que les connaissances ont disparu avec le temps et que seul le choix de l'adobe semble s'inspirer du patrimoine.

L'architecture et les détails constructifs peuvent être le résultat de l'étude du climat et des catastrophes présentes dans les territoires en reconstruction. La terre crue offre également l'avantage d'avoir une bonne inertie thermique qui régule le climat intérieur. Les mérites de cette propriété sont d'ailleurs vantés dans la plupart des projets. Dans un environnement aride, ceci est un atout considérable qui, associé à une conception bioclimatique, présente un certain confort. Néanmoins, dans les différents programmes, les stratégies passives ne sont pas réellement exploitées et ceci est particulièrement visible dans les constructions de la vallée du Jourdain.² L'association de la terre crue à d'autres matériaux peut aussi être parfois problématique. Les couvertures en tôle ondulée, par exemple, ne sont généralement pas isolées et contrent l'effet positif de la terre crue sur la gestion du climat intérieur.

La phase de conception est une étape importante de chaque programme, bien qu'elle soit omise dans les projets élaborés en zone C de la vallée du Jourdain. Le choix de la typologie des logements dépend des habitudes des bénéficiaires et probablement du coût de la construction. Leur mode de vie semble être pris en considération pour établir le plan de chaque projet.

Les dessins des plans d'exécution permettent de faciliter la transmission et la diffusion des stratégies. Ils favorisent le bon déroulement des étapes du chantier et évitent les multiplications d'erreurs et les résultats « hasardeux ».

Durant cette phase de conception, on a pu remarquer que dans tous les programmes une forme de réticence est apparue chez les bénéficiaires et parfois chez les autorités.

A Fislisbach, une trentaine de foyers avait manifesté leur enthousiasme pour le pisé, mais seules huit fermes ont vu le jour. Au Malawi, la destruction d'une majeure partie des habitations en adobe engendrée par les inondations a effrayé les habitants et le gouvernement. Dans la vallée du Jourdain, ce

matériau n'était pas non plus très apprécié. L'usage de BTC évoquait d'ailleurs le besoin d'inscrire la terre crue dans un mode de vie plus « moderne ». La communication est donc très importante pour que le projet puisse prendre place de façon optimale et l'implication des bénéficiaires doit se faire du début à la fin.

C'est dans ce cadre-ci que la formation est primordiale. Les constructeurs ont besoin de connaître les bases techniques avant de se lancer dans la réalisation. La répétition et la pérennisation de la pratique passe par la transmission du savoir-faire. Trois programmes appliquent ce principe : la reconstruction de Fislisbach et des villages malawites et l'édification des bâtiments publics en zone A et B.

Durant la phase de réalisation, deux procédés sont mis en place dans les cas étudiés. Dans le premier, l'entièreté du bâtiment est « autoconstruite » par les propriétaires. Dans le second, les fondations, la toiture et les finitions sont effectuées par des entreprises ou des artisans, et les murs érigés en terre crue sont réalisés par les habitants. Les parties exigeant des compétences plus pointues que celles nécessaires à la construction en terre crue requièrent parfois l'intervention de quelques corps de métier.

La durée des chantiers est variable et les écrits ne détaillent pas précisément le temps que nécessite chaque étape. Par exemple, il n'est pas clairement indiqué si l'extraction de la terre ou la fabrication des briques sont prises en considération dans le calcul. Il est difficile de connaître précisément cette information. On peut observer qu'une construction peut prendre quelques semaines à plusieurs mois en fonction du climat, de sa taille, des techniques employées, du nombre de travailleurs et des finitions appliquées.

Une fois que les bâtiments sont terminés, la formation, citée précédemment, refait son apparition. En effet, les constructions en terre crue doivent être entretenues pour éviter l'apparition de pathologies dans la structure. Au Malawi, le crépi en terre doit, par exemple, être refait annuellement pour protéger les parois extérieures. Ceci est d'autant plus important, lorsque la terre est fortement exposée aux intempéries. Les habitants doivent donc être conscients de la façon

dont il faut procéder pour prolonger la durée de vie de leur habitation.

Futur des programmes

On constate que la réponse aux trois questions posées précédemment, concernant le rôle de chaque acteur, définit quel futur est envisagé pour la pratique de la construction en terre crue. Celui-ci est variable dans chacune des régions étudiées.

A Fislisbach, la révision du plan du village, conçue pour éviter la propagation d'un autre incendie, a permis de limiter la répétition d'une nouvelle catastrophe. La reconstruction s'est finalement avérée être une intervention isolée dans le temps. A cette époque, la seule personne désireuse de répandre le pisé était Alfred Zschokke. Mais la nécessité d'intégrer l'utilisation de ce matériau dans les habitudes d'une population ayant des préjugés sur sa résistance, a compromis les vœux de l'architecte. A la fin, peu de foyers ont souhaité faire un pas vers la construction en terre crue. Il ne semble pas non plus que cette technique ait suscité un grand intérêt dans la région. On remarque alors que le pisé n'a été utilisé que de manière ponctuelle à un moment spécifique.

L'action menée au Malawi, présente un aspect supplémentaire. Le besoin de réhabiliter ou de reconstruire dans un contexte post-catastrophe, se manifeste aussi de manière ponctuelle dans un certain laps de temps. Mais cette situation peut survenir à de multiples reprises dans la vie des populations. Le but recherché derrière le programme est d'introduire la terre crue dans la stratégie de réduction des risques, afin qu'elle soit utilisée pour la reconstruction d'habitations, et ceci de façon répétée. La « vision vers le futur » se traduit par la préparation des communautés à réitérer les opérations initiées par le programme lorsqu'une nouvelle catastrophe se produit. C'est pour cette raison que la formation et la transmission des connaissances étaient au centre du processus. Dans ces deux cas d'étude, l'intervention se limite au contexte post-catastrophe et ne cherche pas à s'intégrer dans la redynamisation de l'économie locale. Les chantiers sont principalement organisés de sorte que les sinistrés puissent rebondir en reconstruisant leur propre logement. L'autoconstruction est donc très présente.

Dans la vallée du Jourdain, les deux premiers programmes peuvent être interprétés de manière similaire. La situation de crise a poussé l'ONG MA'AN Development Center et la campagne JVC à introduire l'emploi de la terre dans les régions rurales, pour offrir une certaine autonomie aux Palestiniens. Un désamour pour ce matériau a, cependant, limité la propagation de l'adobe en zone C et l'objectif de développer l'usage de la terre crue n'a pas pu être atteint.

Le programme élaboré en zones A et B est le seul qui cherchait réellement à développer une branche du secteur de la construction. Pour ce faire, des entreprises et des architectes ont été inclus dans le processus et des ouvriers indépendants ont été formés afin de favoriser la création d'emplois. La stratégie choisie ici est bien différente des quatre autres. Aucun membre de la population n'est propriétaire des bâtiments, ce qui écarte l'éventualité d'une autoconstruction.

Les points développés ci-dessus offrent une compréhension globale des différentes stratégies de reconstruction et celles-ci varient naturellement d'un contexte à l'autre. Lorsque la catastrophe survient à un moment clé, comme l'incendie de Fislisbach, ou lorsqu'elle tend à se répéter, comme c'est le cas au Malawi, la façon d'introduire la terre crue et de pérenniser son usage s'appuiera sur des mécanismes différents. Si la redynamisation de l'économie locale est recherchée par la suite, des facteurs supplémentaires doivent être pris en considération en amont de la reconstruction.

VERS LA RECONSTRUCTION

En observant les cinq cas d'études, on s'aperçoit que la terre crue, utilisée depuis des millénaires dans l'architecture et abritant plus d'un tiers de la population mondiale, présente un certain nombre de qualités. Toutefois, son utilisation pour reconstruire des bâtiments permanents dans un contexte post-catastrophe ne peut pas être systématique. Cinq dimensions clés accompagnent, selon moi, la question de l'emploi de cette ressource lors d'une reconstruction.

L'échelle d'intervention des cas étudiés est relativement restreinte. Ceci est bien sûr lié aux objectifs des programmes, aux fonds qui leur sont attribués et aux organismes qui coordonnent les différentes tâches. Mais la définition de cette échelle est également impactée par l'usage de la terre crue.

Échelle d'intervention

Les projets présentés ont, pour la majorité, été développés en zones rurales où les populations avaient peu de moyens et où elles vivaient principalement de l'agriculture. Le faible coût de la terre et sa disponibilité ont constitué les arguments principaux qui ont déterminé le choix de recourir à cette ressource. En cas de catastrophe, il est possible de supposer que les forces et les moyens déployés au sein d'une région touchée se concentrent davantage sur la reconstruction de ses centres économiques et moins sur les villages dispersés dans les campagnes. Les territoires éloignés sont alors ceux qui risquent le plus d'être atteints par un état de pénurie. Ces diverses considérations expliquent la décision d'implanter les projets en terre dans les milieux ruraux et la « petite » taille de ces localités offre une indication sur la portée que peut avoir un projet de reconstruction en terre crue. L'échelle d'intervention semble être celle de la « communauté ».

Un autre critère doit être pris en considération lorsque la terre crue est utilisée, c'est celui de la densité. Le nombre d'étages étant aujourd'hui limité dans les structures en terre, la reconstruction peut difficilement prendre place dans une zone qui présente le besoin de construire en hauteur. Avoir recours à ce matériau n'est pas non plus optimal lorsque les dimensions des infrastructures et la rapidité requise pour réédifier certaines régions sont synonymes de développement à grande échelle.

On remarque également que l'autoconstruction est fortement associée à l'emploi de la terre crue. Les sinistrés sont

incités à s'engager dans le procédé et doivent se former aux techniques de construction, échanger avec leurs voisins et avec les multiples intervenants, pour parvenir à édifier leur logement. L'échelle devient, de ce fait, très « humaine ». L'organisation des différentes étapes de reconstruction et la façon dont les connaissances se transmettaient au sein des populations malawites forment un exemple très parlant pour illustrer ces propos.

L'utilisation de la terre crue semble se concentrer sur une échelle locale pour les différentes raisons qui viennent d'être exprimées. Cependant, ces interventions ponctuelles pourraient être multipliées à l'échelle du territoire si l'impact recherché est plus important.

Contexte géographique et climatique

Même si la terre possède de nombreux atouts, elle reste sensible à certaines conditions climatiques. Lors de l'élaboration d'une stratégie de réduction des risques, ce matériau peut ne pas être pris en considération, car il peut être jugé comme n'étant pas assez résistant dans un environnement particulier. Sa disponibilité n'est pas non plus garantie dans la totalité des régions du globe en raison d'une qualité parfois trop faible. Mais lorsque son usage fait sens, l'étude du contexte géographique et climatique est importante pour définir les méthodes de construction et les détails constructifs à élaborer.

Expertise technique

Le savoir-faire technique est essentiel tout au long du processus de reconstruction. Avant toute chose, la terre présente dans les environs des chantiers doit être testée pour s'assurer de sa qualité. Une fois que ses composants sont déterminés, il convient de choisir quelle méthode de construction est la plus appropriée en se basant sur les ressources disponibles. L'architecture vernaculaire de la région, lorsqu'elle est construite en terre, indique aussi les techniques qui peuvent être développées et les connaissances locales représentent parfois la clé pour concevoir des bâtiments.

Chaque personne œuvrant dans les chantiers doit être consciente des conditions à mettre en place pour que la construction soit un succès. Lorsque les artisans ou les auto-constructeurs ne connaissent pas la terre crue, il est préfé-

rable qu'ils suivent une formation. L'idée de développer des bâtiments prototypes pour servir de modèle et former les membres de la population me paraît être un très bon point de départ lorsqu'il s'agit de motiver les initiatives individuelles. Toutefois, il est impératif que les moyens mis en œuvre pour élaborer ces modèles soient similaires à ceux des sinistrés, afin qu'ils soient répliquables.

Les acteurs responsables de transmettre cette expertise technique peuvent prendre part au programme au sein des organisations coordinatrices. Mais ceci peut également être le résultat d'un partenariat entre plusieurs institutions. Le travail de CRAterre (Association et un Laboratoire de recherche de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble) constitue ici un bon exemple. Ce centre de recherche, spécialisé dans la construction en terre et dans la valorisation des ressources locales, intervient dans des contextes post-catastrophe en tant qu'expert technique. Il œuvre dans le cadre d'un programme qui vise à « améliorer les réponses et leur efficacité en phase de reconstruction post-catastrophe grâce à l'utilisation des ressources locales correctement maîtrisées ».¹ Ses objectifs sont alors les suivants : analyser l'architecture locale et les dégâts qu'elle a subis, concevoir des méthodes de construction et des bâtiments basés sur des solutions techniques adaptées au contexte, former et diffuser les connaissances acquises.

Il existe plusieurs façons de superviser l'aspect technique d'un programme, comme faire appel à des spécialistes locaux, à des personnes externes travaillant comme conseillers ou encore à des organisations spécialisées comme CRAterre. Mais ce qui est important, c'est la présence de cet appui durant l'ensemble du processus. Il facilite la transmission du savoir-faire au sein de la population et permet de soutenir les capacités locales et d'encourager la répétition du procédé dans les territoires exposés aux catastrophes. Finalement, une bonne maîtrise technique assure la stabilité des structures et permet de renforcer la confiance en diminuant parfois les préjugés négatifs autour de la terre crue.

La terre n'est pas un matériau apprécié par le plus grand nombre, particulièrement lorsque les gens n'ont pas ou plus

Habitude

l'habitude de l'utiliser. Pourtant, la réussite d'une stratégie de reconstruction basée sur l'emploi de la terre crue et la possibilité de faire perdurer son usage dépendent entièrement de l'approbation de ce matériau par les sinistrés. C'est d'ailleurs ce qui a pu être observé à Flislibach, où seules huit fermes, sur les quarante détruites, ont été édifiées en pisé. L'introduction de cette pratique est alors facilitée dans les régions où elle est déjà connue et où une culture constructive existe. Toutefois, l'information et la formation peuvent être deux moyens de parvenir à faire accepter cette ressource au sein des populations où cette approche n'est pas courante.

Lorsque l'autoconstruction est une part considérable du programme, un système d'entraide se met souvent en place pour permettre à chaque habitant de retrouver un logement décent. Ce principe de solidarité fonctionne plus ou moins bien suivant les habitudes des populations. Se rendre compte que ce paramètre varie d'une communauté à une autre est nécessaire pour établir une stratégie correspondant aux valeurs du lieu de reconstruction.

Les autorités exercent, elles aussi, une influence sur le choix de la terre crue. Si elles ne sont pas prêtes à l'accepter et qu'aucune norme n'est applicable dans ce domaine, les possibilités de reconstruction seront extrêmement limitées.

Futur

La réglementation et l'acceptation sont essentielles lorsque le but est de maintenir la construction en terre crue au cœur d'un territoire. Il a, cependant, été souligné que le futur envisagé dans le cadre de chaque intervention diffère en fonction des circonstances.

Chaque programme opte donc pour une stratégie qui se déploie en fonction de ses objectifs. Si la reconstruction en terre crue s'intègre dans un contexte post-catastrophe, sans avoir l'ambition de participer au développement d'un secteur de l'économie locale, les démarches et les problématiques seront traitées différemment. Les limites de chaque projet dépendent en partie de cette décision. L'échelle et la façon dont le programme est diffusé, le choix des techniques de construction, le degré d'intégration des communautés et des capacités locales, la participation des autorités, la réti-

cence de la population et les problèmes de dépendance aux aides extérieures influencent le futur de la terre crue dans les régions concernées.

La terre, en tant que matériau durable d'un point de vue environnemental, fait beaucoup parler d'elle dans le contexte actuel de la crise climatique. Mais dans ce travail, cet aspect est mis entre parenthèses au profit de la formulation de deux autres formes de durabilité : la durabilité sociale et la durabilité économique. Malgré la variabilité des paramètres qui définissent chaque stratégie de reconstruction, on observe que l'objectif recherché derrière l'emploi de la terre crue est avant tout de favoriser l'implication et une certaine autonomie des populations touchées.

Limites du travail

L'objectif de cet énoncé théorique est avant tout de poser une réflexion sur l'usage de la terre crue dans un contexte post-catastrophe. Le nombre de cas étudiés n'est pas exhaustif et les descriptions effectuées se sont exclusivement basées sur des écrits. Les informations trouvées concernant la reconstruction de Fislisbach proviennent en grande partie de l'ouvrage d'Alfred Zschokke. De même, l'intervention réalisée au Malawi est décrite par plusieurs organisations ayant pris part au programme. Seules les données portant sur les projets construits dans la vallée du Jourdain ont été rédigées dans le cadre d'une thèse de doctorat et offrent une vision plus complète sur le processus et les résultats de la reconstruction. Les conclusions présentées s'appuient donc uniquement sur les observations issues de l'étude des différents cas.

- (1) Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement », 178.
- (2) Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement ».
- (3) FICR, « Le code de conduite pour le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et pour les ONGs lors des opérations de secours en cas de catastrophes », 4.
- (4) FICR, 4-5.

Introduction

- (1) IFCR, « Qu'est ce qu'une catastrophe? »
- (2) *Assistance mortelle*. 35min 05 sec
- (3) « Glossaire, risque ».
- (4) Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement », 184.
- (5) Ercole et al., « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés », 87-88.
- (6) Corbille et al., « Appropriation des notions de vulnérabilité et de résilience », 2.
- (7) Corbille et al., 2.
- (8) Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement », 178.
- (9) Moatty, Gaillard, et Vinet, 179.
- (10) Moatty, Gaillard, et Vinet, 180.
- (11) Habitat-Cité, « Habitat-Cité | Présentation ».

Catastrophe

- (1) Bardou et Arzoumanian, *Archi de terre*, 5.
- (2) Bardou et Arzoumanian, 5.
- (3) Bardou et Arzoumanian, 6.
- (4) Bardou et Arzoumanian, 6-7.
- (5) aeccdoc, « La roue des techniques ».
- (6) amàco, « Bauge ».
- (7) amàco, « Pisé, terre humide compactée dans un coffrage ».
- (8) Dethier, *Architectures de terre*, 9.
- (9) Bengana, « Et si on coulait de la terre comme du béton? »
- (10) Bardou et Arzoumanian, *Archi de terre*, 12.
- (11) amàco, « BTC, Briques de Terre Comprimée ».
- (12) Bardou et Arzoumanian, *Archi de terre*, 11.
- (13) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 20.

Terre crue

- (14) Ribet et al., « Guide de conception et de construction », 63.
- (15) Ribet et al., 71.
- (16) Ribet et al., 69.
- (17) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 21.
- (18) Guiheneuf, « Formulation et renforts de blocs en matériau terre pour une utilisation structurelle ».
- (19) Ribet et al., « Guide de conception et de construction », 76.
- (20) Zschokke, *Bâtir en pisé*, 14.
- (21) amàco, « Le plus grand bâtiment d'Europe en pisé ».
- (22) Guiheneuf, « Formulation et renforts de blocs en matériau terre pour une utilisation structurelle », 40.
- (23) Ribet et al., « Guide de conception et de construction », 180.
- (24) Zschokke, *Bâtir en pisé*, 16.
- (25) Ribet et al., 65.
- (26) amàco, « Le plus grand bâtiment d'Europe en pisé ».
- (27) Ribet et al., « Guide de conception et de construction », 170.
- (28) Lkhamrichi, « La Fresque de la terre crue : un outil de sensibilisation pour déconstruire les préjugés et obstacles à l'utilisation de ce matériau en Belgique », 25-26.

**Terre crue et catastrophe :
en théorie**

- (1) UNESCO Centre du patrimoine, « Bam et son paysage culturel ».
- (2) Ribet et al., « Guide de conception et de construction », 92-93.
- (3) Schwartzstein, « La boue, matériau d'avenir dans un monde en réchauffement ? »
- (4) Diefendorf, « Reconstruire après une catastrophe », 118.
- (5) Miller, *Lehmbaufibel*, 9-10.
- (6) Bardagot, « L'intelligence de l'Europe et le développement de l'habitat économique en terre, des années 20 à nos jours », 5-6.
- (7) FICR, « Le code de conduite pour le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et pour les ONGs lors des opérations de secours en cas de catastrophes ».

- (8) Caimi et Moles, *Assessing Local Building Cultures for Resilience & Development*, 10.
- (9) Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement », 173.
- (10) Garnier et al., *Aléas naturels, catastrophes et développement local*, 13.
- (11) Garnier, Douline, et Moles, *Reconstruire Haïti*, 29.
- (12) Caimi et Moles, *Assessing Local Building Cultures for Resilience & Development*, 18.
- (13) Quintallet et Samin, « Évaluation de la pertinence de l'utilisation de matériaux et de savoir-faire locaux dans le cadre du projet d'amélioration de l'habitat et des conditions de vie mené par la collaboration Casa de la Mujer - Fondation Abbé Pierre - Habitat Cité (Granada / Nicaragua). De l'expérience d'une étude de faisabilité à l'appropriation d'une démarche », 28.
- (14) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 218.

- (1) Wildi, « Die Geschichte des Dorfbrandes von Fislisbach: 1848–1998 [150 Jahre Dorfbrand Fislisbach] ».
- (2) Wildi, 8.
- (3) Zschokke, *Bâtir en pisé*, 7.
- (4) Wildi, « Die Geschichte des Dorfbrandes von Fislisbach: 1848–1998 [150 Jahre Dorfbrand Fislisbach] », 4-6.
- (5) Zschokke, *Bâtir en pisé*.
- (6) Zschokke, 7.
- (7) Wildi, « Die Geschichte des Dorfbrandes von Fislisbach: 1848–1998 [150 Jahre Dorfbrand Fislisbach] », 11.
- (8) Zschokke, *Bâtir en pisé*.
- (9) Zschokke.
- (10) Wildi, « Die Geschichte des Dorfbrandes von Fislisbach: 1848–1998 [150 Jahre Dorfbrand Fislisbach] », 10-11.
- (11) Wildi, 10.
- (12) Zschokke, *Bâtir en pisé*, 23.
- (13) Zschokke, 15.
- (14) Zschokke, 15.
- (15) Zschokke, 16.
- (16) Zschokke, 11.
- (17) Zschokke, 17-18.

Fislisbach

- (18) Zschokke, 11.
- (19) Zschokke, 19.
- (20) Zschokke, 30.
- (21) Zschokke, *Bâtir en pisé*.
- (22) Hartmann, « Les bâtiments historiques en pisé à Fislisbach (AG) ».
- (23) Zschokke, *Bâtir en pisé*, 9.
- (24) Zschokke, 11.

Vallée du Jourdain

- (1) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire ».
- (2) Larousse, « déclaration Balfour - LAROUSSE ».
- (3) Mekki, « La Suisse et le conflit au Proche-Orient ».
- (4) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 151.
- (5) Daher, 155-56.
- (6) Daher, 159-60.
- (7) Daher, 164-65.
- (8) Daher, 164.
- (9) Daher, 164.
- (10) Daher, 64-66.
- (11) Daher, 61.
- (12) Daher, 72.
- (13) Daher, 65.
- (14) Daher, 103.
- (15) Daher, 113-15.
- (16) Daher, 133.
- (17) Daher, 162.
- (18) Daher, 133.
- (19) Daher, 118-19.
- (20) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire ».
- (21) Daher, 178.
- (22) Daher, 178.
- (23) Daher, 174.
- (24) jvsadmin, « The Campaign ».
- (25) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 176.
- (26) Daher, 176.
- (27) Daher, 186.

- (28) Daher, 183.
- (29) Daher, 178.
- (30) Daher, 181.
- (31) Daher, 207.
- (32) Daher, 178.
- (33) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire ».
- (34) Daher, 187.
- (35) Daher, 195-97.
- (36) Daher, 191.
- (37) Daher, 186.
- (38) Daher, 202.
- (39) Daher, 186.
- (40) Daher, 193.
- (41) Daher, 188.
- (42) Daher, 202-3.
- (43) Daher, 17.
- (44) Daher, 207.
- (45) Daher, 179.
- (46) Daher, 179.
- (47) Daher, 180.
- (48) MA'AN Development Center, « What is MA'AN? »
- (49) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 189.
- (50) Daher, 174.
- (51) Daher, 189.
- (52) Daher, 189.
- (53) Daher, 190.
- (54) Daher, 181-82.
- (55) Daher, 207.
- (56) Daher, 175.
- (57) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire ».
- (58) Daher, 189.
- (59) Daher, 203.
- (60) Daher, 204-5.
- (61) Daher, 185.
- (62) Daher, 190.
- (63) Daher, 189.
- (64) Daher, 203.
- (65) Daher, 206.
- (66) Daher, 189.

- (67) Daher, 207.
- (68) Daher, 212.
- (69) Daher, 216.
- (70) Daher, 218.
- (71) Daher, 218.
- (72) Daher, 216.
- (73) Daher, 216.
- (74) Daher, 218.
- (75) Daher, 216.
- (76) Daher, 223.
- (77) Daher, 242.
- (78) Daher, 216.
- (79) Daher, 220.
- (80) Daher, 222.
- (81) Daher, 224.
- (82) Daher, 216.
- (83) Daher, 216.
- (84) Daher, 217.
- (85) Daher, 229.
- (86) Daher, 235.
- (87) Daher, 240.
- (88) Daher, 230.
- (89) Daher, 235.
- (90) Daher, 237-38.
- (91) Daher, 234.
- (92) Daher, 232.
- (93) Daher, 239.
- (94) Daher, 222-23.
- (95) Daher, 244-45.
- (96) Daher, 238.
- (97) Daher, 227.
- (98) Daher, 227.
- (99) Daher, 227-28.
- (100) Daher, 241.
- (101) Daher, 248.

Malawi

- (1) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods ».
- (2) Catholic Relief Services, 2.
- (3) Gutierrez, Malawi, Detail Shelter Response Profile, 8.
- (4) Gutierrez, 14.

- (5) Gutierrez, 10.
- (6) Gutierrez, 36.
- (7) Gutierrez, 36-43.
- (8) Gutierrez, 36-43.
- (9) Gutierrez, 65.
- (10) Gutierrez, 45.
- (11) Catholic Relief Services, « Malawi floods and rains recovery program: Floods and rains », 3.
- (12) Catholic Relief Services, 3.
- (13) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods ».
- (14) « Shelter Cluster I ReliefWeb ».
- (15) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods », 3.
- (16) Catholic Relief Services, 2.
- (17) Catholic Relief Services, 2.
- (18) Catholic Relief Services, « Malawi floods and rains recovery program: Floods and rains ».
- (19) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods », 3.
- (20) Gutierrez, Malawi, Detail Shelter Response Profile, 65.
- (21) Catholic Relief Services, « Malawi floods and rains recovery program: Floods and rains », 4.
- (22) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods », 2.
- (23) Shelter Cluster, « CRS Malawi House Design H01.pdf | Shelter Cluster ».
- (24) Catholic Relief Services, « Malawi floods and rains recovery program: Floods and rains », 4.
- (25) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods ».
- (26) Catholic Relief Services.
- (27) Gutierrez, Malawi, Detail Shelter Response Profile, 55.
- (28) Catholic Relief Services, « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods », 4.

Synthèse

- (1) Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 168.
- (2) Daher, 236.

Vers la reconstruction

- (1) CRAterre, « CRAterre : Programmes - Prévention, gestion des risques, reconstruction ».

Temporalité Retracé d'après le schéma de Moatty, Gaillard, et Vinet, « Du désastre au développement », 178.	p.12
Citadelle de Bam <i>Fortaleza de Bam</i> CC BY Diego Delso https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fortaleza_de_Bam,_Irán,_2016-09-23,_DD_09.jpg (consulté le 8 janvier 2024)	p.27
Manuel de construction rédigé en 1947 par Toni Miller Miller, Toni. <i>Lehmbaufibel</i> , 18-19.	p.30
Chaumière argovienne, vers 1930 <i>Aargau farmhouse with thatched roof</i> CC BY ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv / Fotograf: Gabe- rell, Jean / Ans_02404 / Public Domain Mark http://doi.org/10.3932/ethz-a-000015656 (consulté le 8 janvier 2024)	p.36
Plan du centre du village après la reconstruction, 1850 Redessiné d'après le plan de Lehnham, reproduit par Georg Jos. Staffelbach 1850 Zschokke, Bâtir en pisé, 8.	p.42
Rez-de-chaussée de l'une des habitations, coupe, façade ouest Redessinés d'après les plans de Zschokke, Bâtir en pisé, 10.	p.42-43
Jéricho, 1950 <i>Jericho in de vlakte van de Dode Zee</i> CC0 Willem van de Poll https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jericho_in_de_vlakte_van_de_Dode_Zee,_BestanddeelNr_255-5617.jpg (consulté le 8 janvier 2024)	p.47
Groupement des habitations d'une famille élargie, plan d'une des habitations, coupe Redessinés d'après les plans de Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en recons- truction...temporaire », 193-194, 197.	p.52

- p.61 Plan du centre pour femmes de Bardala, façade sud-est
Redessinés d'après les plans de l'Agence d'architecture
Shams-Ard, Documents fournis par l'UNESCO Ramallah.
Daher, « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jour-
dain ; une filière en reconstruction...temporaire », 236.
- p.64 Constructions locales
Malawi, Village, Rural.
Graham-H (pseudonym)
[https://pixabay.com/fr/photos/malawi-village-rural-afrique-
logger-2388148/](https://pixabay.com/fr/photos/malawi-village-rural-afrique-logger-2388148/) (consulté le 8 janvier 2024)
- p.70 Plan type, coupe, élévation
Redessinés d'après les plans Cassani, Matilde, Maria Chiara
Pastore, Francesca Benedetto, Vassilis Mpampatsikos,
Francesco Librizzi Studio, Pietro Vallone, et Bianca Fabbri.
« Safer House Construction Guidelines, Technical manual »,
2021, 170-171. [https://sheltercluster.org/malawi/documents/
safer-housing-construction-guidelines](https://sheltercluster.org/malawi/documents/safer-housing-construction-guidelines).

- aecdoc. « La roue des techniques ». Billet. CRAterre (blog), 4 décembre 2020. <https://craterre.hypotheses.org/3917>.
- amàco. « Bauge ». amàco, 3 juillet 2020. <https://amaco.org/bauge/>.
- amàco. « BTC, Briques de Terre Comprimée ». amàco, 3 juillet 2020. <https://amaco.org/btc-briques-de-terre-comprimee/>.
- amàco. « Le plus grand bâtiment d'Europe en pisé : La maison des plantes de Ricola, d'Herzog & De Meuron ». amàco, 18 juin 2020. <https://amaco.org/le-plus-grand-batiment-deurope-en-pise-la-maison-des-plantes-de-ricola-dherzog-de-meuron/>.
- amàco. « Pisé, terre humide compactée dans un coffrage ». amàco, 2 juillet 2020. <https://amaco.org/pise-terre-humide-compactee-dans-un-coffrage/>.
- Assistance mortelle. Documentaire. ARTE France, 2013. <https://www.facebook.com/ContemporaryHaitianArt/videos/assistance-mortelle-un-documentaire-tourn%C3%A9-sur-deux-ann%C3%A9es-apr%C3%A8s-le-s%C3%A9isme-en-ha/2513075932311506/>.
- Bardagot, Anne-Monique. « L'intelligence de l'Europe et le développement de l'habitat économique en terre, des années 20 à nos jours ». Research Report. CRAterre, 1991. <https://hal.science/hal-03172553>.
- Bardou, Patrick, et Varoujan Arzoumanian. *Archi de terre*. Archi ... Roquevaire: Parenthèses, 1978.
- Bengana, Alia. « Et si on coulait de la terre comme du béton? | Espazium », 25 décembre 2022. <https://www.espazium.ch/fr/actualites/et-si-coulait-de-la-terre-comme-du-beton>.
- Caimi, Annalisa, et Olivier Moles. *Assessing Local Building Cultures for Resilience & Development: A Practical Guide for Community-Based Assessment*. Villefontaine: CRAterre éditions, 2015.
- Catholic Relief Services. « MALAWI Constructing Homes by Adapting Traditional Building Resilient Strategy for living with Floods », 2019. <https://www.humanitarianlibrary.org/resource/constructing-homes-adapting-traditional-building-resilient-strategy-living-floods>.

- Catholic Relief Services. « Malawi floods and rains recovery program: Floods and rains », 2016. <https://recovery.preventionweb.net/publication/malawi-floods-and-rains-recovery-program-floods-and-rains>.
- Corbille, Marie-Aude, Gwenaël Jouannic, Isabelle Leroy-Dutilleul, Mathilde Minguet, David Nicogossian, François Pierron, et Monique Rosset. « Appropriation des notions de vulnérabilité et de résilience : enseignements de 3 territoires inondables » 104, no 4 (1 août 2018): 1-10. <https://doi.org/10.1051/lhb/2018037>.
- CRATerre. « CRATerre : Programmes - Prévention, gestion des risques, reconstruction ». Consulté le 5 janvier 2024. <http://craterre.org/programmes/>.
- Daher, Rania. « L'architecture en terre crue dans la vallée du Jourdain ; une filière en reconstruction...temporaire », 2016.
- Dethier, Jean. *Architectures de terre: atouts et enjeux d'un matériau de construction méconnu: Europe, Tiers-Monde, Etats-Unis*. Nouv. éd. remaniée, Élargie et Actualisée. Paris: Editions du Centre Pompidou, 1986.
- Diefendorf, Jeffry M. « Reconstruire après une catastrophe : la Nouvelle-Orléans après l'ouragan Katrina et les villes européennes après les bombardements ». *Histoire, économie & société* 32e année, no 1 (2013): 95-120. <https://doi.org/10.3917/hes.131.0095>.
- Ercole, Robert d', Jean-Claude Thouret, Olivier Dollfus, et Jean-Pierre Asté. « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse ». *Revue de Géographie Alpine* 82, no 4 (1994): 87-96. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3776>.
- FICR, CICR. « Le code de conduite pour le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et pour les ONGs lors des opérations de secours en cas de catastrophes », 1994. <https://www.icrc.org/fr/doc/assets/files/publications/icrc-001-1067.pdf>.
- Garnier, Philippe, Alexandre Douline, et Olivier Moles. *Reconstruire Haïti: après le séisme de janvier 2010 réduction des risques, cultures constructives et développement local*. Grenoble: CRATerre-ENSAG, 2014.

- Garnier, Philippe, Olivier Moles, Annalisa Caimi, David Gandreau, et Milo Hofmann. *Aléas naturels, catastrophes et développement local*. CRAterre éditions, 2011. <https://hal.science/hal-00837774>.
- Géorisques. « Glossaire, risque ». Consulté le 13 janvier 2024. <https://www.georisques.gouv.fr/glossaire>.
- Guiheneuf, Simon. « Formulation et renforts de blocs en matériau terre pour une utilisation structurelle », 2020.
- Gutierrez, Sevillano. « Malawi, Detail Shelter Response Profile : Local Building Cultures for Sustainable and Resilient Habitats », novembre 2021. <http://archive.org/details/18085-malawi-SRP>.
- Habitat-Cité. « Habitat-Cité | Présentation ». Consulté le 7 décembre 2023. <https://www.habitat-cite.org/presentation/>.
- Hartmann, Pia. « Les bâtiments historiques en pisé à Fislisbach (AG) ». EPFL, 2013.
- IFCR. « Qu'est ce qu'une catastrophe? », 2023. <https://www.ifrc.org/fr/notre-travail/catastrophes-climat-et-crises/quest-ce-quune-catastrophe>.
- jvsadmin. « The Campaign ». *Jordan Valley Solidarity* (blog), 26 octobre 2009. <https://jordanvalleysolidarity.org/about-us/the-campaign/>.
- Larousse, Éditions. « déclaration Balfour - LAROUSSE ». Consulté le 30 décembre 2023. https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/d%C3%A9claration_Balfour/107266.
- Lkhamrichi, Anissa. « La Fresque de la terre crue : un outil de sensibilisation pour déconstruire les préjugés et obstacles à l'utilisation de ce matériau en Belgique ». Université de Liège, 2022.
- MA'AN Development Center. « What is MA'AN? » MA'AN Development Center. Consulté le 28 décembre 2023. <https://www.maan-ctr.org/en/article/22/What-is-MA'AN>.
- Mekki, Amal. « La Suisse et le conflit au Proche-Orient: chronologie des moments clés ». SWI swissinfo.ch, 7 décembre 2023. <https://www.swissinfo.ch/fr/politique/la-suisse-et-le-conflit-au-proche-orient--chronologie-des-moments-cl%C3%A9s/49036762>.

- Miller, Toni. *Lehmbaufibel*. [Reprint]. Weimar: Bauhaus-Universität Weimar, Universitätsverlag, 1999.
- Moatty, Annabelle, Jean-Christophe Gaillard, et Freddy Vinet. « Du désastre au développement : les enjeux de la reconstruction post-catastrophe ». *Annales de géographie* 714, no 2 (2017): 169-94. <https://doi.org/10.3917/ag.714.0169>.
- Quintallet, Nadège, et Étienne Samin. « Évaluation de la pertinence de l'utilisation de matériaux et de savoir-faire locaux dans le cadre du projet d'amélioration de l'habitat et des conditions de vie mené par la collaboration Casa de la Mujer - Fondation Abbé Pierre - Habitat Cité (Granada / Nicaragua). De l'expérience d'une étude de faisabilité à l'appropriation d'une démarche », 2012, 395.
- Ribet, Patrick, Sophie Bioul, Gabin Wurtz, et Mathilde Chamodot. « Guide de conception et de construction ». Sophie Bioul, amàco., 2021. https://www.cycle-terre.eu/wp-content/uploads/2021/06/CycleT_Guide-de-conception-et-construction_COMPLET_BD.pdf.
- Schwartzstein, Peter. « La boue, matériau d'avenir dans un monde en réchauffement ? » National Geographic, 10 mars 2023. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2023/03/la-boue-materiau-davenir-dans-un-monde-en-rechauffement>.
- Shelter Cluster. « CRS Malawi House Design H01.pdf | Shelter Cluster », 2015. <https://sheltercluster.org/malawi-floods-2015/documents/crs-malawi-house-design-h01pdf>.
- « Shelter Cluster | ReliefWeb », 15 décembre 2023. <https://reliefweb.int/organization/shelter-cluster>.
- UNESCO Centre du patrimoine mondial. « Bam et son paysage culturel ». UNESCO Centre du patrimoine mondial. Consulté le 7 janvier 2024. <https://whc.unesco.org/fr/list/1208/>.
- Wildi, Tobias. « Die Geschichte des Dorfbrandes von Fislisbach: 1848–1998 [150 Jahre Dorfbrand Fislisbach] ». Gemeinde Fislisbach, 1998.
- Zschokke, Alfred. *Bâtir en pisé*. Montreux : Chantiers. Lausanne: EPFL-Département d'architecture, 1986.

