



**HAL**  
open science

# De l'école à la maison : la reproductibilité des infrastructures scolaires et les déterminants de leur impact sur l'amélioration de l'habitat en terre

Mauricio Guillermo Corba Barreto

## ► To cite this version:

Mauricio Guillermo Corba Barreto. De l'école à la maison : la reproductibilité des infrastructures scolaires et les déterminants de leur impact sur l'amélioration de l'habitat en terre. Architecture, aménagement de l'espace. 2015. dumas-02007396

**HAL Id: dumas-02007396**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02007396>**

Submitted on 5 Feb 2019

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

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

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE**

Mémoire du  
Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement / **Architecture de Terre**  
Mention Patrimoine  
DSA-Terre 2012 / 2014

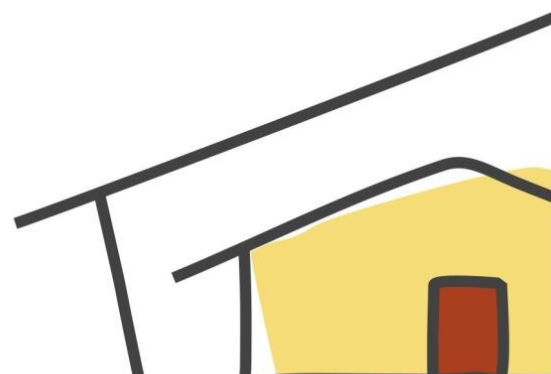


La reproductibilité des infrastructures scolaires  
et les déterminants de leur impact sur  
l'amélioration de l'habitat en terre



**Mauricio Guillermo CORBA BARRETO**

Architecte  
Septembre 2015



Ministère de la Culture et de la Communication  
Direction générale des patrimoines



**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE**

Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement / **Architecture de Terre**  
Mention Patrimoine  
DSA-Terre 2012 / 2014

# De l'école à la maison

La reproductibilité des infrastructures scolaires et les  
déterminants de leur impact sur l'amélioration de  
l'habitat en terre



**Mauricio Guillermo CORBA BARRETO**  
Architecte / Colombie  
Soutenance / septembre 2015

## Jury

### Directeur d'études

Alexandre DOULINE, T.S. génie civil, CEAA-Terre, consultant pour Misereor

### Codirecteur d'études

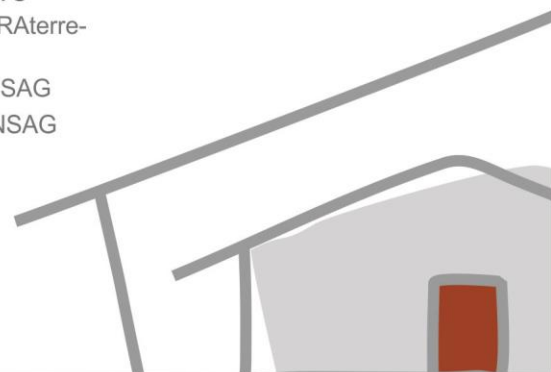
Christian BELINGA NKO'O, architecte, DSA-Terre, chargé de recherche, CRATERRE-ENSAG

### Enseignants à l'ENSAG et équipe pédagogique du DSA-Terre

Anne-Monique BARDAGOT, ethnologue, directrice scientifique du laboratoire CRATERRE-ENSAG, enseignante à l'ENSAG

Philippe GARNIER, architecte, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRATERRE-ENSAG

Olivier MOLES, T.S. génie civil, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRATERRE-ENSAG



Ministère de la Culture et de la Communication  
Direction générale des patrimoines

# Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord ma famille, bien qu'elle soit loin, son soutien était toujours près de chez moi.

Merci aussi à toute l'équipe pédagogique de la formation DSA 2012-2014 pour avoir toujours été prête à échanger autour de différents sujets, comme ceux liés aux écoles et à l'amélioration de l'habitat. ;

Merci à Bako RAKOTOMAMONJY, pour le soutien pendant toutes les étapes de la formation DSA, notamment celles concernant les stages ;

Merci à Alexandre DOULINE et Christian BELINGA NKO'O pour leurs encouragements et conseils et pour avoir accepté d'être mes directeurs du mémoire ;

Merci à tous mes collègues du DSA pour avoir partagé de bons moments pendant la formation ;

Merci à mes amis brésiliens, français, espagnols et colombiennes pour avoir toujours été prêts à me soutenir dans mes activités, surtout quand la vitesse du travail et de la vie quotidienne dépassait mes capacités : Leo, Livia, Marine, Nina, Elena, Amandine, Kike, Alejandro, Rosita, Thiago, Andrea ;

Merci à Eric FAUDRY, Regina TRINDADE, Lia TRINDADE FAUDRY, pour m'avoir soutenu dans ma vie quotidienne notamment à chaque retour en France après toute une série de voyages pour les stages. Merci aussi d'avoir contribué à la discussion et à la révision de l'orthographe de ce mémoire ;

Merci aux organisations qui m'ont données l'opportunité d'apprendre pendant la réalisation des stages : Architectes Sans Frontières – Espagne (ASF-E), Mouvement Dynamique Femme au Sénégal, Association de Solidarité pour les Villages de Cameroun (ASVC), Solidarité Entreprises Nord-Sud (SENS - Benin), Centre International de la Construction en Terre (CRATerre), Unité de Recherche Architecture Environnement & Cultures Constructives (LABEX/AE&CC), Centre de documentation de l'Unité de Recherche AE&CC et de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG) ;

Merci à Pernelle MONTEIL pour ses contributions et informations notamment sur le projet du Benin ;

Merci pour les contributions et échanges sur le sujet du mémoire à Anna HERINGER, Anne-Monique BARDAGOT, Basile CLOQUET, Christian BELINGA, Philippe GARNIER, Hugo GASNIER, Jean DETHIER, Mauricio GANDUGLIA, Nelson IZQUIERDO, Olivier MOLES, Rodolfo ALMEIDA, Wilfredo CARAZAS ;

Finalement merci à tous les maçons et artisans (hommes et femmes), équipes des différents chantiers, entrepreneurs, techniciens et participants des différentes formations pour avoir enrichi mon expérience dans les missions de stage.

*"Apprendre avec joie est la philosophie de l'école - le meilleur pour moi est de voir l'édifice bondé avec des enfants enjoués, qui sont vraiment heureux d'aller à l'école. Ce n'est principalement pas l'architecture qui rend les choses spéciales - Ce sont les gens : tout le monde qui a travaillé sur elle avec ses efforts et ses potentielles et tous ceux qui y vivent et remplissent l'espace avec l'atmosphère".*  
(Anna Heringer)

*« Un bâtiment public a un certain impact, les gens veulent que ce soit un projet ambitieux comme une preuve de développement, donc des fois (ou) parfois c'est bien qu'il se différencie de la maison [...] que l'école soit un petit peu plus développée que l'habitat. [...] il faut penser si c'est la même architecture pour l'habitat et l'école) ou un architecture alternative qui amène un plus pour les écoles [mais] plus tu seras loin de ce que font les gens, plus cela sera difficile pour que les gens s'approprient de ceci... »*  
(Olivier Moles.)

*A l'école en triporteur. Sichuan, China. Source : ©Dilwar Mandal  
<http://www.taringa.net/posts/imagenes/18094994/25-de-los-caminos-para-llegar-a-la-escuela-mas-peligrosos.html>*



# Résumé

## resumen

## abstract

***De l'école à la maison : La reproductibilité des infrastructures scolaires et les déterminants de leur impact sur l'amélioration de l'habitat en terre.***

Deux des grands problèmes des pays les plus défavorisés sont le manque d'infrastructure scolaire et l'accès à une maison digne, surtout en milieu rural. À travers la formation Post-Master ENSAG/CRAterre, différentes expériences et réflexions ont été menées pour contribuer à répondre à ces problèmes. Un aspect important est l'utilisation de matériaux locaux comme la terre pour la construction de bâtiments publics ainsi que pour le logement. L'objectif de ce travail était d'identifier différents déterminants de l'impact de la construction d'écoles sur l'amélioration de l'habitat construit en terre. La méthode de recherche s'est basée sur la réflexion autour de la notion de reproductibilité, l'analyse de différentes missions de stage, les échanges avec divers experts et l'étude de quelques-uns des projets réalisés en rapport avec le sujet d'étude. Le résultat principal est la formulation d'une série d'aspects à prendre en compte pour développer un projet de construction d'écoles qui vise l'amélioration de l'habitat.

***De la escuela a la casa : La reproductibilidad des infraestructuras escolares y las determinantes de su impacto sobre el mejoramiento del hábitat construido en tierra***

Dos de los grandes problemas en los países más desfavorecidos, es la falta de infraestructuras escolares y el acceso a una vivienda digna, sobre todo en las áreas rurales. A través de la formación de post-master en la ENSAG/Craterre, diferentes reflexiones fueron realizadas para contribuir al encuentro de respuestas a estos problemas. Un aspecto principal, se basa en el uso de materiales locales como la tierra, para la construcción de edificios públicos y vivienda. El objetivo de este trabajo fue, identificar diferentes determinantes del impacto de la construcción de escuelas sobre el mejoramiento de vivienda construida en tierra. El método de investigación fue basado en la reflexión de la noción de reproductibilidad, el análisis de diferentes misiones realizadas, intercambios de opiniones con diferentes expertos y el estudio de algunos casos de proyectos construidos relacionados al objeto de investigación. El resultado principal es la formulación de una serie de aspectos a tener en cuenta, al momento de desarrollar un proyecto de construcción de escuelas que busquen el mejoramiento de la vivienda.

***From school to home: the reproducibility of school facilities and the determinants of their impact on mud house improvement.***

Two of the main problems in third world countries are the lack of school facilities and access to a decent home especially in rural areas. Through the postgraduate Masters ENSAG/CRAterre course, different experiences, ideas and concepts were carried on to answer those problems. An important aspect is the use of local material, e.g. earth (mud) for the construction of public structures and housing. The goal of this work was to identify different determinants of the impact of schools constructions on mud house improvement.. The research method was based on the examination of the notion of reproducibility, analysing different internship experiences, exchanges with diverse experts and the study of some of the projects that are related to this study. The main result is the formulation of a series of aspects to take into account when carrying out a project of schools construction that aims housing improvement.

## **Introduction..... 9**

Positionnement du sujet de recherche .....	11
Méthodologie de la recherche.....	12

## **Vers une définition de la notion de reproductibilité dans l'architecture et la construction en terre : copie, évolution ou mutation ? ..... 14**

Reproductibilité de l'architecture en dehors du contexte.....	21
Reproductibilité kitsch, inauthenticité et standardisation.....	21
Le mouvement et la position dans la reproduction de l'architecture .....	21
Vers une notion de reproductibilité dans les projets de construction en matériaux locaux.....	22

## **Mise en pratique d'un savoir-faire et savoir-scientifique « identification des premiers éléments de la recherche»..... 25**

Carte des projets et chronologie .....	26
Pertinence des matériaux locaux face la demande des infrastructures scolaires.....	27
Formation et construction d'un espace de diffusion artisanal – Sénégal.....	29
Exploration pour la conception d'un foyer d'accueil – Cameroun.....	37
Construction d'un foyer d'accueil et conception d'un centre de formation – Cameroun.....	42
Formation et construction de salles de classe – Benin	48
Table ronde sur les écoles rurales dans le festival Habiter léger pour la planète – France.....	57
Bilan bibliographique sur l'infrastructure scolaire à Craterre – France.....	63

## **Relation entre les projets d'écoles et l'amélioration de l'habitat : études de différentes expériences ..... 67**

Des avis et des échanges professionnels : l'école et l'amélioration de l'habitat vues par des experts .....	68
Une expérience d'autonomie communautaire : de la maison à l'école provisoire.....	75
Construction d'école : un approche de formation pour des architectes - Turquie.....	79
L'expérience au Togo dans le cadre d'une stratégie nationale de construction scolaire .....	80
L'expérience au Burkina Faso : une approche pilote à partir de l'habitat traditionnel.....	81
L'expérience au Burkina Faso – Gando et Laongo : l'école et la maison d'enseignant.....	83
L'expérience au Bangladesh : un entretien avec Anna Heringer .....	87
L'expérience au Niger : une approche de développement du territoire .....	92

## **Vers les déterminants de l'impact de la construction des écoles sur l'habitat..... 96**

Dissociation et relation entre école et maison : déterminants de base .....	96
Définition des critères pour établir les déterminants : La ligne de reproductibilité .....	98

## **Les points clés qui garantissent l'impact des infrastructures scolaires sur l'amélioration de l'habitat ..... 107**

## **Considérations finales ..... 108**

## **Perspectives ..... 113**

## **Bibliographie ..... 113**





# Introduction

Le manque d'accès à l'éducation et à l'habitat digne fait partie des problèmes mondiaux dont les solutions peuvent aider à la lutte contre la pauvreté sur la planète. Il faut noter que ces deux grandes questions incluent plusieurs aspects plus larges. L'habitat comprend un ensemble de dynamiques et espaces où les gens vivent et échangent pendant la durée de leur vie. Et l'éducation est liée aux besoins éducatif des jeunes et adultes et aussi à la protection de la petite enfance, à la parité de genre, à la scolarisation et également à la qualité des infrastructures scolaires.

Le déficit d'habitat dans le monde peut être représenté par des chiffres impressionnant : « L'ONU, estime que, dans le monde, plus de 1.000<sup>1</sup> millions de personnes ne disposent pas de l'accès à l'eau potable et plus de 2.600 millions ont un déficit d'assainissement adéquat, ceci cause la mort de 1,8 millions d'enfants. A peu près 2.000 millions de personnes ne disposent d'énergie électrique. Concernant l'habitat, UN-Habitat, estime que plus de 980 millions de personnes habitent dans des logements préjudiciels pour la santé dans des établissements urbains précaires.

---

<sup>1</sup> Ce chiffre a été calculé par l'auteur de cette citation, à partir des données du rapport UN-Habita 2007, ainsi que les rapports sur les tendances d'habitabilité précaire : 912 millions en 2001 et 1.115 millions en 2010

Une chiffre plus grand, qui ne reporte pas des donnés, habite dans une précarité encore plus élevée dans des noyaux ruraux isolés. Le chiffre sur les gens qui n'ont pas de maison nem adresse arrive à plus de 100 millions. De plus, l'ACNUR<sup>2</sup> comptabilise plus de 11 millions de réfugiés et 26 millions de déplacés au niveau interne. Ces chiffres ne comprennent pas les *réfugiés environnementaux*<sup>3</sup>, qui s'estiment à 30 millions. » (Álvares de Andrés, E. 2015). Ainsi, et en sachant que presque 50% de l'habitat dans le monde est construit en terre, il convient de se demander quelle est la pertinence de ce matériau pour lutter contre ce déficit d'habitat et en plus pour contribuer aux problématiques des infrastructures scolaires ?

Plusieurs problèmes sont liés à la construction d'infrastructures scolaires. Dans les contextes de faibles revenus et impactés par les guerres, le déficit en écoles est encore plus évident. Les zones rurales sont les plus vulnérables en termes d'accès à l'éducation et donc d'espaces éducatifs adéquats.

---

<sup>2</sup> Rapport de 2007.2008 de l'ACNUR (Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados)

<sup>3</sup> L'auteur explique que cette expression concerne des populations qui ont été forcées à quitter leur habitat traditionnel, de manière temporaire ou permanente, en raison de désordres environnementaux, causé par des catastrophes naturelles ou par les activités humaines. Ces populations ne sont pas reconnues comme réfugiés au niveau international.

D'après le rapport de l'UNESCO de 2007, p. 36, « dans de nombreux pays en développement, en particulier en Afrique et en Asie, ainsi que dans les pays touchés par des conflits, les salles de classes sont surpeuplées, les infrastructures scolaires médiocres et les environnements d'apprentissage inadéquats ». Dans les contextes de guerres, en plus de la destruction des bâtiments publics, le savoir-faire constructif disparaît aussi inévitablement. « La rénovation des infrastructures scolaires détruites est une priorité durant les périodes post-conflit, ce qui n'est pas une tâche aisée car les pays souffrent souvent d'un manque non seulement d'enseignants mais aussi de maçons, de plombiers et d'autres catégories de main-d'œuvre qualifiée pour la reconstruction. » (UNESCO, op., cit, p. 146)

Un autre problème est lié à l'augmentation de l'effectif pour l'accès à l'éducation et à l'insuffisance des infrastructures scolaires. « [...] en République-Unie de Tanzanie, conformément au plan de développement de l'enseignement primaire, des écoles étaient construites pour faire face à l'augmentation des effectifs prévue après la suppression des frais scolaires en 2001. Le nombre prévu d'écoles, effectivement construites, s'est révélé insuffisant car l'augmentation de la scolarisation entre 1990 et 2005 a été de 90 %. Pour faire face à cette augmentation, un enseignement alterné a été mis en place dans les deux tiers des classes, qui a impliqué plus du quart des enseignants. Le manque de classes, une utilisation trop intensive des infrastructures et des REE (Rapport élèves/enseignant) élevés affectent clairement la qualité [...] » (Woods<sup>4</sup>, 2007 in UNESCO, 2007, p. 117).

Les migrations des zones rurales vers la ville, sont aussi une conséquence du manque d'infrastructures scolaires en milieu rural. Les parents envoient leurs enfants pour étudier en ville, donc la densité de population des villes augmente en amenant plusieurs problèmes. « Si les zones urbaines disposent de plus d'infrastructures publiques que les zones rurales (notamment pour ce qui est de l'eau potable et de l'assainissement) et comptent généralement plus d'écoles, ces services risquent d'être engorgés à mesure que

s'accroissent la population urbaine et sa densité. En outre, la plus grande part de l'urbanisation en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud et de l'Ouest et dans la moitié des États arabes concerne des bidonvilles (UN-HABITAT<sup>5</sup>, 2006). La pauvreté rurale dans les pays en développement a pour conséquence non seulement le faible niveau de scolarisation dans les campagnes et les zones reculées mais aussi les taux élevés de migration campagne-ville. Ces changements dans la nature des habitats constituent un lourd fardeau pour les infrastructures éducatives des villes ; les familles des bidonvilles doivent affronter l'insuffisance du nombre de places dans les écoles, des coûts élevés pour envoyer leurs enfants là où il y a de la place et des problèmes de qualité liés aux classes surchargées. Comme le montre l'exemple de la Mongolie, les politiques d'éducation peuvent elles-mêmes accélérer les mouvements internes de population jeune, créant ainsi de nouveaux défis pour les écoles rurales et urbaines » (UNESCO, op., cit. p.118)

Plusieurs solutions face à ces problèmes de l'infrastructure scolaire sont développées par chaque pays de manière à résoudre leurs propres besoins. Dans les solutions à grande échelle, l'unification des efforts entre l'Etat et différentes associations sont les stratégies les plus pertinentes. De plus, l'utilisation des ressources locales donne aussi de nouvelles approches pour la construction des écoles en montrant le potentiel de diminution de coût.

Dans le projet de construction et restauration d'écoles aux Philippines, « Le gouvernement philippin a lancé une série d'initiatives impliquant la société civile pour réussir son programme d'augmentation de construction des écoles. *Adopter une école* [...] Des incitations financières sont accordées aux ONG, aux entreprises et autres groupes de la société civile pour qu'ils « adoptent » des écoles en apportant une aide pour l'amélioration des infrastructures, la formation des enseignants, la fourniture de matériels d'apprentissage et d'enseignement, l'équipement des laboratoires de sciences et d'informatique et

---

4 Woods, E. 2007. Education for all in the United Republic of Tanzania: policy and progress, 2000-2006. Country case study. Document de référence pour le Rapport mondial de suivi sur l'EPT 2008.

---

5 UN-HABITAT. 2006. The State of the world's cities report 2006/7: the Millennium development goals and urban sustainability; 30 years of shaping the habitat agenda. Nairobi, Centre des Nations Unies pour les établissements humains

l'apport de compléments alimentaires et nutritionnels. Plus de la moitié des écoles publiques du pays a bénéficié de ce programme depuis 2000 [...] En coopération avec le ministère du Travail et de l'Emploi, le projet Classroom Galing sa Mamayang Pilipino Abroad (Les classes des Philippines d'outre-mer) sollicite le soutien des Philippines de l'étranger pour la construction, dans l'ensemble du pays, de 10 000 salles de classe, en priorité dans les écoles primaires et secondaires. À la fin 2006, le ministère de l'Éducation déclarait que le manque de places à l'école dans le pays était résorbé » (Caoli-Rodriguez<sup>6</sup>, 2007 in UNESCO 2007, p. 117)

Dans le rapport de l'UNESCO de 2007, différents cas ont été étudiés. « La plupart des études de cas nationaux indiquent que les gouvernements ont pris, ces dernières années, des mesures pour développer les infrastructures destinées à l'enseignement primaire, notamment en ciblant les zones rurales et autres zones défavorisées, comme au Cambodge, en Chine, en Égypte ou encore au Maroc. Dans le même temps, ils ont mis en place des mécanismes pour utiliser de façon plus intensive les ressources existantes et pour à la fois réduire et partager les coûts de cette expansion ». (UNESCO. Op., cit., p. 116).

Dans cette citation, il est clair que l'utilisation de ressources locales, comme les matériaux, devient une grande opportunité pour lutter contre le problème de manque d'infrastructures scolaires. Malgré ces exemples positifs d'utilisation de ressources locales, la réalité montre qu'il reste encore un long chemin à parcourir avant que les gouvernements se résolvent (?) à utiliser moins de matériaux industrialisés dans la construction scolaire.

Profiter des matériaux locaux pour la construction des équipements publics, comme les écoles, offre un grand potentiel, due à :

- Possibilité d'obtenir une réduction des coûts et réaliser une économie<sup>7</sup>,

<sup>6</sup> Caoli-Rodriguez, R. B. 2007. Country case study: the Philippines. Document de référence pour le Rapport mondial de suivi sur l'EPT 2008.

<sup>7</sup> Dans le Programme pilote de construction d'écoles primaires à coût réduit, mise en œuvre par Craterre en 1998 au Burkina Faso, la réduction de coûts s'est située entre 40% et 60% selon les projets. Cette économie était la conséquence de principes de conception architecturale simples et adaptés au contexte. (URBAPLAN & CRATerre, 2010)

- Valorisation des cultures constructives et matériaux locaux en montrant que ceux-ci, peuvent être utilisés pour construire de manière moderne et durable.
- Renforcement des compétences des artisans et des filières de construction locales et ultérieurement le développement d'un territoire ;
- Rôle de référence constructive pour la population qui peut impacter l'amélioration de leur habitat.

## Positionnement du sujet de recherche

Suite à cette réflexion sur les deux problématiques, manque d'infrastructures scolaires et déficit d'habitat digne, la question est de savoir comment intégrer ces deux problèmes pour aboutir à un résultat d'amélioration de l'habitat en utilisant les matériaux locaux. Ainsi, l'hypothèse de départ est liée au fait que la construction des écoles en matériaux locaux peut avoir un impact sur l'amélioration de l'habitat notamment construit en terre.

L'objectif de ce travail est donc de dégager des pistes, pour analyser les déterminants de l'impact des infrastructures scolaires sur l'habitat construit en terre. Pour comprendre ce mécanisme liant les deux problématiques, la notion de reproductibilité a été également abordée, justement pour montrer la complexité des relations qui existent entre l'école et la maison.

Une dernière raison qui a motivé ce travail est le fait que la construction massive d'habitation est souvent un processus complexe et peu adapté aux besoins des populations. Utilisant une analogie, on peut se demander à ce moment comment semer des graines (écoles) pour qu'elles se reproduisent dans l'amélioration de l'habitat (fruits). De cette manière, au lieu de construire 10 000 maisons identiques, on sème des références architecturales comme l'école. Ainsi, ces références, qui doivent être contextualisées, auront l'opportunité de se reproduire en totalité ou

dans leurs détails, affectant de cette manière l'amélioration de leur habitat.

Dans ce mémoire, l'étude est restreinte aux contextes plutôt ruraux des pays émergents, comme l'Afrique. De plus, il traite aussi des écoles de petite et moyenne taille (salles de classes) car la plupart des expériences de stage, le profil des experts interviewés, et ma propre motivation se situaient dans ce contexte.

Après la présentation de la méthodologie, la notion de reproductivité sera discutée pour ensuite présenter mon expérience personnelle puis d'autres projets. A la fin de cette étude, une série de déterminants de l'impact des infrastructures scolaires sur l'amélioration de l'habitat est proposée.

## Méthodologie de la recherche

La méthodologie du travail repose sur trois approches et le recueil des données :

- **Réflexion théorique** : réflexions et analogies à partir de la notion de reproductibilité
- **Recherche pratique** : recherche action mise en place dans les différents stages
- **Recherche à travers d'autres expériences** : basée sur la littérature et la recherche documentaire de différents projets et le recueil des données à travers des interviews d'experts.

Les différentes étapes de cette recherche sont présentées dans le tableau suivant :

Etape de la recherche	Objectif	Résultats
<b>1</b> <b>Choix du sujet de recherche</b>	Dans le module d'habitat de la formation DSA 2012/2014 ENSAG/CRATerre et en accord avec les intérêts professionnels, définir un sujet de recherche	Élaboration d'une dissertation sur la pertinence des matériaux locaux pour la construction des infrastructures scolaires.
<b>2</b> <b>Réalisation de stages pratiques</b>	A travers les expériences pratiques, de formateur, concepteur et constructeur, réfléchir et recueillir des données du sujet de recherche	Trois rapports des stages réalisés au Sénégal, Cameroun et Benin. Recueil des données à travers des voyages de découverte.
<b>3</b> <b>Réalisation de stages théoriques</b>	A travers la mise en place d'une table ronde et la réalisation d'un bilan bibliographique sur les infrastructures scolaires, obtenir des pistes d'analyses et références bibliographiques.	Réalisation d'un bilan des témoignages et avis des différents experts et d'un bilan bibliographique
<b>4</b> <b>Réalisation d'interviews</b>	Réaliser des interviews et échanges avec des experts, concernant le sujet du mémoire.	Interviews et échanges réalisés avec 10 experts.
<b>5</b> <b>Révision bibliographique pour l'étude de cas</b>	Parmi plusieurs sources bibliographiques, étudier des projets concernant le sujet de recherche.	Six projets étudiés
<b>6</b> <b>Systematisation des informations</b>	Valoriser les expériences des stages pratiques et théoriques et les études de cas pour extraire des réflexions sur le sujet du mémoire.	Plusieurs aspects concernant l'impact des infrastructures scolaire sur l'habitat classifiés à travers les piliers de : technique et projet architecturale, social, économique, environnemental et culturel
<b>7</b> <b>Rédaction du mémoire</b>	Mettre en lien tous les données et extraire les pistes pour l'analyse de l'impact sur l'amélioration de l'habitat.	Ce mémoire

## La reproductibilité comme méthode d'analyses

La notion de reproductibilité est abordée dans le but de stimuler une réflexion théorique où les analogies apparaissent pour se rapprocher du sujet de recherche. De plus cette notion de reproductibilité permet de compléter la méthodologie du travail, dans le sens où, dans le mémoire plusieurs observations et expériences tant personnelles que d'ailleurs sont abordées. L'étude rigoureuse du sujet de recherche qui apparaît dans toutes les expériences décrites, permet d'avoir un résultat plus fiable et ultérieurement de les reproduire comme des expériences scientifiques.

« La reproductibilité d'une expérience scientifique est une des conditions qui permettent d'inclure les observations réalisées durant cette expérience dans le processus d'amélioration perpétuelle des connaissances scientifiques. Cette condition part du principe qu'on ne peut tirer des conclusions que d'un événement bien décrit, qui est apparu plusieurs fois, provoqué par des personnes différentes. Cette condition permet de s'affranchir d'effets aléatoires venant fausser les résultats ainsi que des erreurs de jugement ou des manipulations de la part des scientifiques ». (Wikipedia, 2015)

## La recherche-action comme méthode de recherche

Le fait d'avoir eu l'opportunité d'utiliser les stages comme une stratégie pour la recherche, me place dans l'expérience de la recherche comme un des acteurs du sujet et du processus de recherche. Le fait de faire des propositions, traiter avec la communauté et résoudre avec eux des problèmes, avoir des techniques d'enregistrement et organisation des données sur place, caractérise que l'approche de recherche est établie par la méthode de *recherche-action*.

« La recherche-action comprend plusieurs méthodes et techniques de recherche sociale selon chaque phase ou opération du processus de recherche, ayant des techniques pour le recueil des données et l'interprétation des données,

résoudre les problèmes, organiser les actions, et autres. Dans la recherche-action, les chercheurs utilisent des méthodes et techniques de groupe pour traiter avec la dimension collective et interactive de la recherche et aussi les techniques de registre, de traitement et d'exposition des résultats. » (THIOLLENT 2000, p. 26)

# Vers une définition de la notion de reproductibilité dans l'architecture et la construction en terre : copie, évolution ou mutation ?

« La reproductibilité c'est la capacité de se reproduire ou être reproduit (RAE, 2015) ».

La reproductibilité peut être vue comme une chaîne d'actions et conséquences ou encore sous l'angle de ses effets multiplicateurs et aussi comme un processus d'expansion de l'architecture, notamment *l'expansion de l'architecture et construction en terre*. Dans le même temps, les compétences de ceux qui pensent, conçoivent et construisent cette architecture augmentent progressivement. « [...] Toute architecture qui, en réfléchissant sur la structure de sa propre formation, se donne, en quelque manière, comme type idéal, reproductible dans ses structures variables dans les parties considérées comme secondaires, se pose comme modèle [...]. L'architecture sera ainsi conçue comme production typique au sein du processus historique, et l'histoire de l'architecture comme partie prenante d'une histoire de travail [...] (Guibert<sup>8</sup>, D. 1980 in Guibert, D. 1987, p., 74) »

Cette idée, est liée au fait que le processus historique est constitué des notions des types-idéales ou modèles. Ceci donne des références pour que l'architecture se reproduise. Cependant, le problème qui se pose est justement de comprendre le modèle comme un prototype que se standardise et se reproduit de manière non contextualisé.

Le mouvement moderne et les activités qui découlent de l'industrialisation, sont une preuve de cette standardisation. De plus, à partir de cette époque les valeurs traditionnelles sont laissées de côté en cherchant à promouvoir seulement la reproductibilité des valeurs esthétiques et économiques. Cette position des nouvelles valeurs modernes constitue une *démonstration ou témoin permanent* du prototype ou du projet déjà reproduit.

---

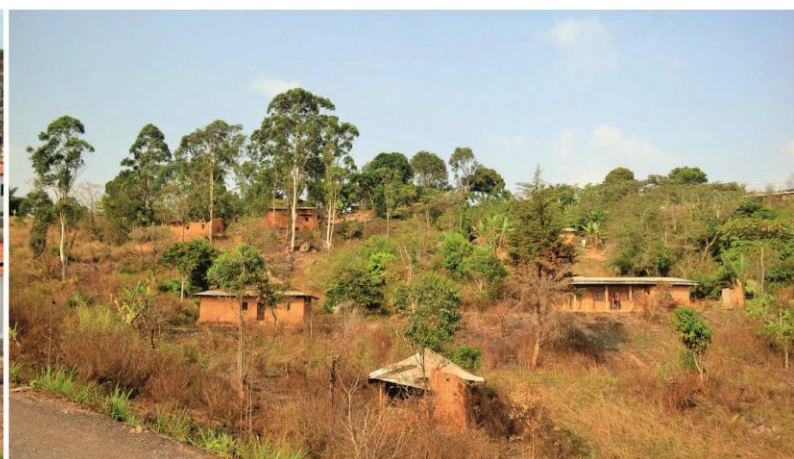
<sup>8</sup> Guibert, D. 1980. L'imaginaire technique du projet moderne. Rapport DGRST/CORDA. Notes du même auteur, Daniel Guibert, 1987. Réalisme et architecture. Bruxelles 1987.

Bertaud du Chasaud, V. (2010) réinterprète le discours de Walter Benjamin dans « L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique » concernant la reproductibilité technique de la photographie, du cinéma, de l'art et ultérieurement de l'architecture et du design. Ceci, à l'époque des grandes séries industrialisées qui ont été mises en pratique à grande échelle après-guerre. Cet auteur explique aussi que « dès 1917, Gropius, initiateur de l'école du Bauhaus en Allemagne, Mondrian et Van Doesburg initiateurs du mouvement De Stijl<sup>9</sup> introduisissent la reproductibilité et l'impact de ses réflexions et œuvres, dans la vie public et privée, à travers des modèles du mobilier, l'urbanisme et l'architecture ».

D'après Bertaud du Chasaud (op., cit.) « La reproductibilité a touché l'architecture, notamment sur le modèle culturel que représentait l'art Grec, avec ses frontons, colonnes et chapiteaux des trois ordres reproduits jusqu'au XXème siècle. Cette reproduction est celle d'une copie du passé ». Un deuxième type de reproduction, pour cet auteur, est la reproduction dans l'industrialisation qui induit le déplacement de l'architecte. Pour Bertaud du Chasaud, à partir de cet instant, l'architecte n'est plus l'artiste unique de l'œuvre architecturale. Alors que celle-ci l'aidait à se positionner socialement à travers la commande d'un seul client, maintenant la construction des logements sociaux et des équipements publics pour la collectivité fait de l'architecte un acteur d'une politique. Toutefois, la nécessité de

rechercher le progrès plutôt économique, lié à la construction massive de ces types de projets sociaux et publics, a causé l'arrivée de la préfabrication industrielle et l'usinage des maisons. Ceci permettait une économie en matière et temps, mais ici, les usages se sont adaptés aux techniques et non le contraire. Ceci généra la perte de la diversité culturelle et de la construction contextualisée ainsi qu'une réduction de la liberté de l'architecture qui se trouve limitée par les forces des industries.

*Photo à gauche : Programme de construction d'habitat rural « Minha casa minha vida » (Ma maison ma vie), au Maranhão, promu par le gouvernement brésilienne. Source : <http://www.suacidade.com/20150123/autoridades-discutem-ampliacao-do-programa-minha-casa-minha-vida-rural-no-maranhao> Photo à droite : Construction spontanée de l'habitat rural en adobe dans la région de Bafoussam – Cameroun. Source : Mauricio Corba*



<sup>9</sup> De Stijl (le style en néerlandais) a été un mouvement artistique issu du néoplasticisme et ayant profondément influencé l'architecture du xxe siècle. L'ambition de De Stijl a été de donner un sens nouveaux aux arts en les rapprochant, en les intégrant autour du désir de destruction du « baroque » pour l'utilisation des couleurs et de formes « pures ». Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/De\\_Stijl](https://fr.wikipedia.org/wiki/De_Stijl) accès le 10/08/2015



Les classes dominantes, de la Renaissance à aujourd'hui, souhaitent que leurs constructions aient des caractéristiques très spécifiques, avec différents types de distinctions. Ces personnes ont la possibilité de recourir à un professionnel, un concepteur pour développer ces envies. Mais malheureusement la capacité des moyens humains-professionnels est insuffisante dans le monde, pour que chaque famille ou individu ait un appui de ce type. Cependant, dans la plupart des classes moins favorisées, les références architecturales sont justement celles qui ont été développées avec le soutien d'un professionnel pour les classes dominantes. Les constructions des classes défavorisées mettent donc en valeur les mêmes caractères esthétiques, au détriment de l'esthétique locale. Ceci provoque « l'épatement des masses » lié à l'internationalisation de l'architecture, les mettant dans une situation de distraction, non-valorisation et non-acceptation de leurs propres valeurs, moyens et capacités.

Par ailleurs, les références qui permettent la reproduction de l'architecture, ne concernent pas seulement l'espace, le volume et les détails techniques, mais aussi, l'esthétique du point de vue de la révolution politique et sociale, comme dans l'exemple donné par Bertaud du Chasaud (op., cit.) dans le cas du *muralisme mexicain* : « Ce n'était pas les cas des fresques dans les églises, ni de la reproduction à l'échelle artisanale. L'idée de fresque, comme élément de démonstration publique, a été reprise par le peintre mexicain Diego Rivera, qui utilisa les grandes peintures murales dans les édifices publics comme une cause révolutionnaire, donc sociale et politique, sans être une envie de reproduire son œuvre en série industrialisée. »

Les églises comme bâtiment privé de caractère public, ont été des bâtiments témoins pour la reproductibilité de l'architecture, notamment dans les pays émergents. Le processus de colonisation a cherché par exemple à reproduire ses doctrines, par l'évangélisation notamment, mais aussi à reproduire ses modèles architecturaux. Ceci représente un phénomène d'évolution qui peut être qualifié d'exogène : *reproduction architecturale de références extérieures*. Par exemple, dans quelques pays d'Afrique la colonisation allemande et française a amené des technologies comme la brique cuite pour la

construction de différents bâtiments : églises, écoles, maisons, etc... Cependant, on constate après plusieurs années que la vitesse de reproduction de cette technologie a diminué car la technique n'était pas totalement contextualisée au milieu local. Par ailleurs, on peut également observer ce phénomène, avec d'autres matériaux comme le parpaing et même la construction en terre modernisée quand elle n'est pas bien adaptée.

Dans certains contextes la culture constructive en terre s'est maintenue, malgré l'expansion inévitable de la construction en béton. Cependant, des mutations vont apparaître et être reproduites comme contre-exemples en plusieurs aspects, soit dans la totalité soit dans ses détails. Un exemple de ceci est la construction d'une maison en BTC (Bloc de Terre Compressé) au Sénégal dans la région de Casamance, comportant des détails d'arc sur la fenêtre bien réalisés et un bon soubassement. Cependant lors de la reproduction de ces éléments dans la construction spontanée d'une autre maison, ces mêmes détails n'ont été pas respectés, diminuant la qualité de la construction. Un autre exemple concerne un cas au Cameroun (Mengueme – village près de Mbalmayo) où quelques maçons brûlent les BTC pour chercher une esthétique rouge, similaire à la brique cuite.

Enfin, on peut également placer la question de la reproductibilité dans l'idée d'un changement d'échelle. Celui-ci peut se comprendre en deux directions : quand le bâtiment se reproduit lui-même en grand nombre (construction d'une école et construction de mille écoles), ou quand son échelle diminue ou augmente (*changement de dimensions*) pour s'adapter à une autre conception d'espace (d'une église à une école, ou d'une école à une maison)



**Photo 1** : au fond la Cathédrale Notre-Dame du Rosaire à la ville de Mbalmayo – Cameroun et devant une bureau/salle de classe/atelier/logement, construits en brique cuite pendant la colonisation, source Mauricio Corba.

**Photo 2** : trois salles de classes de la même paroisse que sur la photo 1, construites en brique cuite principalement. Source : Mauricio Corba.

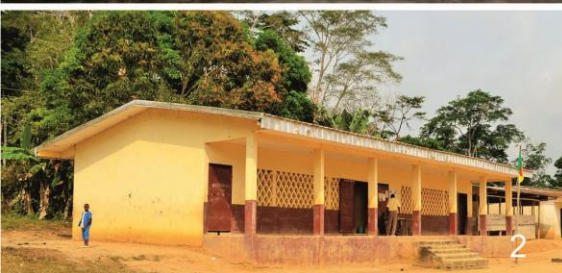
**Photo 3** : Ecole rural de Benebalot II, construite en brique cuite pendant la colonisation, arrondissement de Mengueme – Cameroun. Source : Mauricio Corba.

**Photo 4** : maison rural construite en brique cuite pendant la colonisation à Abong-Mbang - Cameroun. Source : <http://roland.ochando.free.fr/abong-mbang.html>

**Photo 1** : église construite en béton armé et parpaing à Zamay – Cameroun. Source : <http://martin-perwez.skynetblogs.be/tag/frans+by/>

**Photo 2** : École publique primaire construite en béton armé et parpaing, dans le milieu rurale de l'arrondissement de Mengueme – Cameroun. Source : Mauricio Corba.

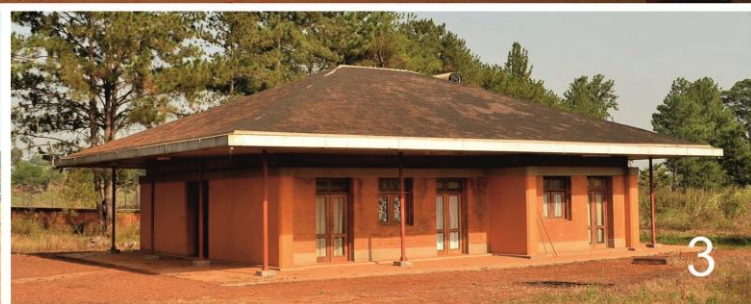
**Photo 3** : maison privée construite en parpaing à Mengueme – Cameroun. Source : Mauricio Corba



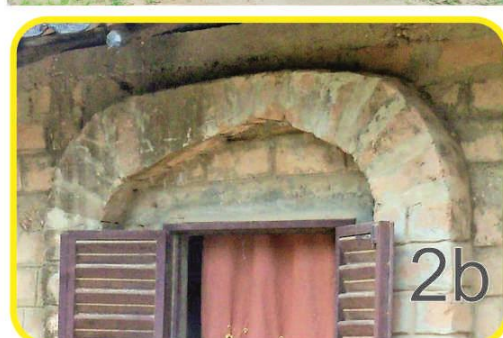
**Photo 1 :** église du Monastère Cistercien Notre Dame de Koutaba à Koutaba<sup>10</sup> – Cameroun, avec coupole construite également principalement en BTC (Bloc de Terre Compressée). Source : Mauricio Corba.

**Photo 2 :** complexe de bâtiments derrière le monastère de la

**Photo 3.** Source : Mauricio Corba. **Photo 3 :** maison construite en BTC et pisé par l'équipe de travaux qui a coordonné le chantier de la photo 1. Source : Mauricio Corba.



<sup>10</sup> Les systèmes constructifs : murs porteurs en pisé stabilisé à 6% de ciment, de 50 cm d'épaisseur faits avec des coffrages en aluminium venus de France, et damage manuel. Murs de remplissage en BTC stabilisé à 8% de ciment, voûtes nubiennes maçonnées en BTC sans coffrage et protégées par une couverture en tôles. La terre locale a été corrigée par du sable volcanique avant d'être stabilisée au ciment. L'architecte français Alain Klein de l'Association Inventerre, a réalisé la formation de la main d'œuvre locale. Les pères ont pris conscience que les ouvriers venus de villages aux alentours n'ont pas eu grand-chose à apprendre de ces systèmes constructifs complexes. Le pisé stabilisé a été trop coûteux, les coffrages ont été inaccessibles et le damage manuel trop fatigant sous le soleil. Malgré la qualité technique de cette construction, et la présence d'un exemple de maison avec ces principes constructifs, le projet ne pouvait pas être reproductible dans le milieu local par la population. Pour plus d'information : <http://www.architerre.fr/7.actions.afrique/cameroun/page.cameroun.html>



**Photo 1 :** Maison des enseignants au Oussouye (Casamance – Sénégal) construit en BTC ; et détail d'arc bien réalisé dans la photo 1a. Source : Mauricio Corba.

**Photo 2 :** Maison de location construite de façon spontanée d'après la maison de la photo 1 dans la même ville ; et détail de l'arc mal répliqué dans la photo 2b. Source : Mauricio Corba. Obs. voyez aussi le bon détail de soubassement et la difficulté d'être répliqué dans la photo à droite.



**Photo à gauche :** brique cuite (Couleur rouge) utilisé dans la construction de la Cathédrale Notre Dame du Rosaire à Mbalmayo – Cameroun, à l'époque de la colonisation. Source : Mauricio Corba.

**Photo à droite :** BTC cuite, utilisée pour la construction d'une maison rurale à Mengueme – Cameroun, montrant le problème de qualité de cette mutation entre deux techniques différentes. A droite le détail du bloc coupé au milieu pour observer un manque de cuisson homogène<sup>11</sup> dans le bloc.

<sup>11</sup> Ce manque de cuisson homogène est causé par le fait que le BTC est un bloc compacté, dont la densité finale ne permet pas l'entrée d'air chaud au moment d'être brûlé, en se cuisant seulement dans la partie extérieure.

## Reproductibilité de l'architecture en dehors du contexte

D'après Karibi K. (2015) « au-delà de la référence à d'autres modèles, le processus et la temporalité de réalisation sont aussi déterminants. [...] La reproductibilité ne peut se limiter à un formalisme, car le modèle n'est pas uniquement physique, il est également et surtout temporel et social. L'interaction du social et du spatial crée l'essence de l'espace et le temps lui donne sa profondeur grâce à la stratification de l'expérience [...] ». Ceci montre l'importance du rapport entre le temps et la contextualisation du projet car la reproduction du projet à l'identique, ou la reprise de certains de ses éléments, doivent être articulés avec les formes de production et d'usage locale. Chaque processus de reproductibilité a une nécessité sociale correspondant à un registre temporel unique. Si par exemple, on construit une école en France, même si le projet est réussi, peut-on le transporter dans un autre territoire et temps, en l'Afrique ? Faut-il reprendre la conception et l'adapter ? Ou le concevoir tout en le contextualisant localement ? Jusqu'où peut-on reproduire les modèles en dehors de leur contexte ? Que le projet soit bon ou mauvais, reproduit à l'identique ou adapté, *le processus est unique*.

## Reproductibilité kitsch, inauthenticité et standardisation

Quand la reproduction d'un projet, ne prend pas en compte le contexte local, le « *kitsch* » émerge souvent, car le projet cherchera l'imitation et la copie de ce qui ne s'adapte pas à l'esthétique et aux besoins locaux. Ceci peut se comprendre comme une idée de spectacle occidentaliste uniquement esthétique et sans la valeur de la tradition ou comme un facteur d'involution exogène.

Donder, M. (2009) explique que, « Le niveau de production et reproduction des objets qui ont une ambition artistique doit être pris sérieusement en considération étant donné que le kitsch est toujours lié à une certaine artificialité et inauthenticité (pensons à la miniaturisation et à la multiplication, par exemple, qui sont deux procédures typiques pour rendre kitsch un monument). De plus, comme le disent d'autres théories, le kitsch est une conséquence de la reproductibilité et de la standardisation entendu comme déchéance de goût en menaçant tout à la fois l'art et l'artisanat. »

De plus en plus, dans les pays émergents, les projets développés cherchent des références architecturales sans l'identité locale. L'idée d'habitat dans presque toutes les classes sociales, montre le désir d'utiliser des matériaux importés, leurs copies ou adaptations, parce que ceux-ci sont liés à des références de qualité et de statut social élevés.

## Le mouvement et la position dans la reproduction de l'architecture

Concernant le mouvement et les phénomènes de la reproductibilité, un éclairage venant d'un autre domaine que l'architecture peut être intéressant. Selon BLANCHENAY (2005) qui a étudié la philosophie de Karl Popper<sup>12</sup>, les sciences naturelles présentent quelques avantages: « elles pourraient isoler de manière artificielle les éléments qu'elles se proposent d'étudier. Par exemple, il est aujourd'hui possible d'isoler relativement «facilement» un électron pour le faire circuler dans un accélérateur de particules, ou bien d'isoler une cellule organique pour l'observer au microscope. Il est ainsi possible de créer des conditions initiales relativement similaires dans le

<sup>12</sup> Karl Popper est un philosophe des sciences du XXe siècle qui inscrit son travail dans le cadre de l'épistémologie évolutionniste et pense que le critère de reproductibilité est une des conditions sur lesquelles se distingue le caractère scientifique d'une étude. Voici en [https://fr.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Popper](https://fr.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper) consulté le 01-08-2015

temps. Bien entendu, plus on tente d'aller loin dans la précision de l'isolation, c'est-à-dire plus on veut reproduire des situations initiales très précises, plus les moyens à mettre en œuvre sont complexes, jusqu'à buter sur le principe d'incertitude d'Heisenberg lequel dit que, plus on cherche à connaître précisément la position d'une particule, moins son mouvement peut être déterminé avec précision et vice versa ».

Mais, quel est le lien entre ceci et la reproductibilité dans l'architecture ? Justement, une des difficultés pour comprendre les directions des multiples liens entre les événements de reproductibilité, repose sur les facteurs de mouvement et de position. De plus, pour comprendre ceci, il faut tenir compte du fait que les impacts de ces facteurs sur la reproductibilité de l'architecture, sont dynamiques qui s'observent sur le long terme.

Ainsi, nous pouvons imaginer par analogie que les particules ou les électrons sont des bâtiments et le mouvement est celui des acteurs ou des ressources nécessaires pour les construire. Prenons l'exemple du mouvement des maçons ayant suivi une formation pour apprendre ou réapprendre des techniques constructives comme l'adobe ou le BTC. Des bâtiments témoins ont été construits et donneront des références sur la construction améliorée localement. Une fois la formation finie, les maçons formés gardent leurs acquis. A partir de là, le processus de reproduction de ces connaissances commence par autogestion soit spontanément ou soit pour des projets induits. Dix ans plus tard, on constate que ces maçons se sont mobilisés (mouvement). A partir de leurs acquis, ils ont construit des nouveaux bâtiments publics ou privés seulement quelques espaces ou parties du bâtiment, ou encore des détails constructifs (électrons).

Pour répliquer cette expérience, il faudrait connaître tous les liens, conditions et phénomènes qui composent les trajectoires parcourues par ces maçons, et déterminer si ils ont impacté l'amélioration de l'habitat. C'est comme cela, que l'on peut, dans un cas donné, arriver à comprendre l'évolution de l'architecture et habitat local. De plus, pour avoir des conclusions plus poussées et pouvoir reproduire les bonnes expériences, il faudrait analyser la périodicité de ces phénomènes. Car « La périodicité permet d'en

tirer des règles d'évolution dans le temps. La périodicité ou une évolution dans le temps est un phénomène reproductible au sens où on peut prévoir l'évolution dans le temps, il est prévisible au sens de l'évolution temporelle. » (Wikipedia, 2015).

## Vers une notion de reproductibilité dans les projets de construction en matériaux locaux

Au contraire des séries industrialisées de l'architecture et notamment pour les bâtiments publics et l'habitat, les techniques et matériaux locaux ont besoin d'être produits localement. En d'autres mots, pour la production de matériaux et de l'architecture locale, la reproduction de la force de travail de la population locale est nécessaire. Dans ce sens, des formations doivent être mises en place pour la réussite du projet, qui devient en essence une approche *de l'expérience non industrialisée*.

Francis Kéré<sup>13</sup>, affirme que « en utilisant les compétences et les matériaux locaux, qui tiennent compte du contexte, qui implique la population et vise l'essentiel, il est possible de réaliser des bâtiments modernes en terre, grâce aux méthodes de construction locales, donc peu coûteuses et facilement reproductible. »

Dans la production de l'architecture en terre, de plus en plus, des systèmes de mécanisation se sont développés : des machines pour traiter la terre à chacune des étapes du processus de production, par exemple d'un bloc. Mais malgré cela, les systèmes industrialisés ne pourront pas facilement s'adapter aux techniques constructives en terre, car il est très difficile de standardiser

---

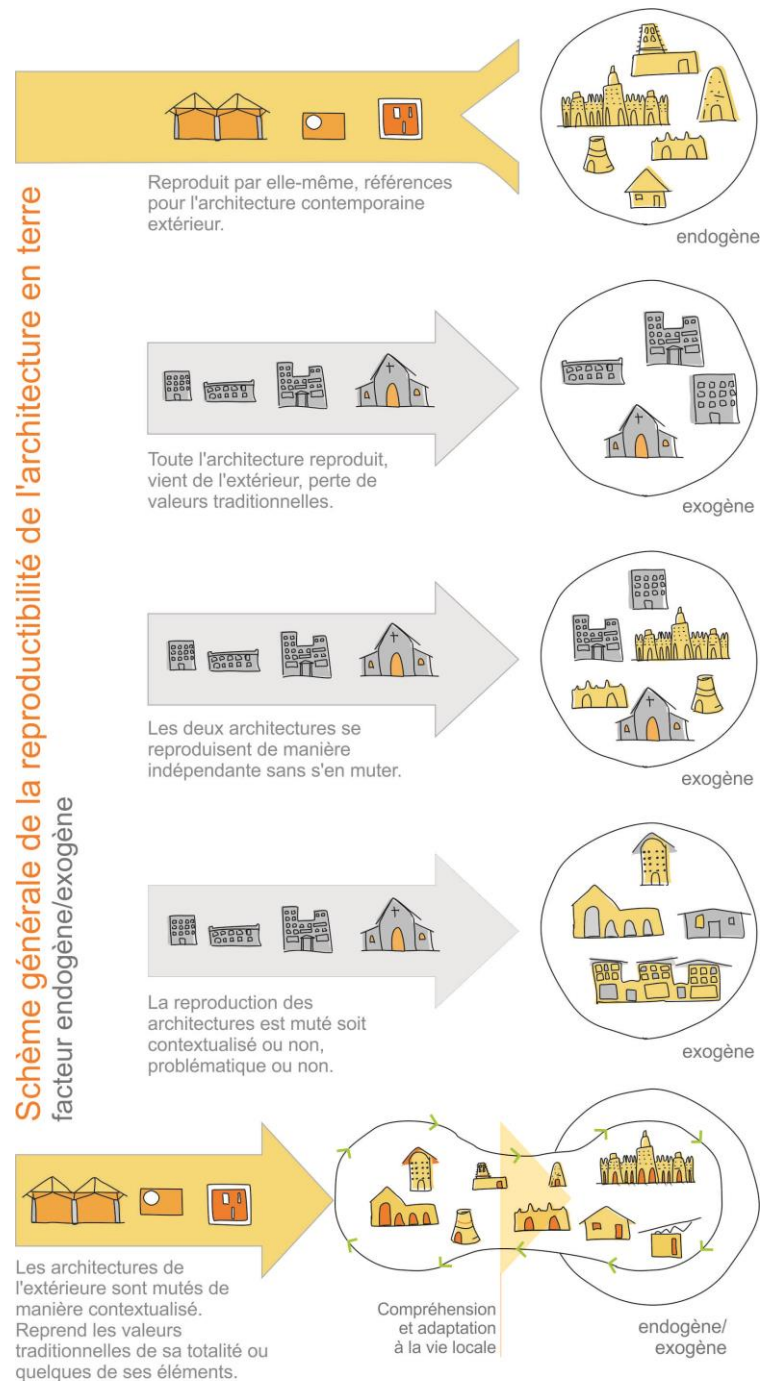
<sup>13</sup> Francis Kéré a créé l'association Schulbausteine für Gando (« Des briques pour l'école de Gando ») pour financer son premier projet, une école primaire dans son village. Sa première école construite en terre a été terminée en 2001. A cette période, il a obtenu le Prix d'architecture Aga Khan. Suite à cette expérience, il reproduit son expérience en réalisant d'autres projets publics à Gando et ailleurs. Source : <http://archicaine.org/portrait-darchitecte-francis-kere-la-fierte-africaine/>

l'utilisation de ce matériau dans un but de commercialisation internationale. Depuis des milliers années, cette technique s'est adaptée aux besoins locaux et culturels. De plus, la terre n'a pas les mêmes caractéristiques physiques et chimiques entre un contexte et un autre. C'est-à-dire que l'essence de l'utilisation et de la compréhension du matériau terre, reste locale - *cela, doit rester locale* - .

Différents aspects ont été abordés ci-dessus pour pouvoir aborder la notion de la reproductibilité dans ce travail, par exemple :

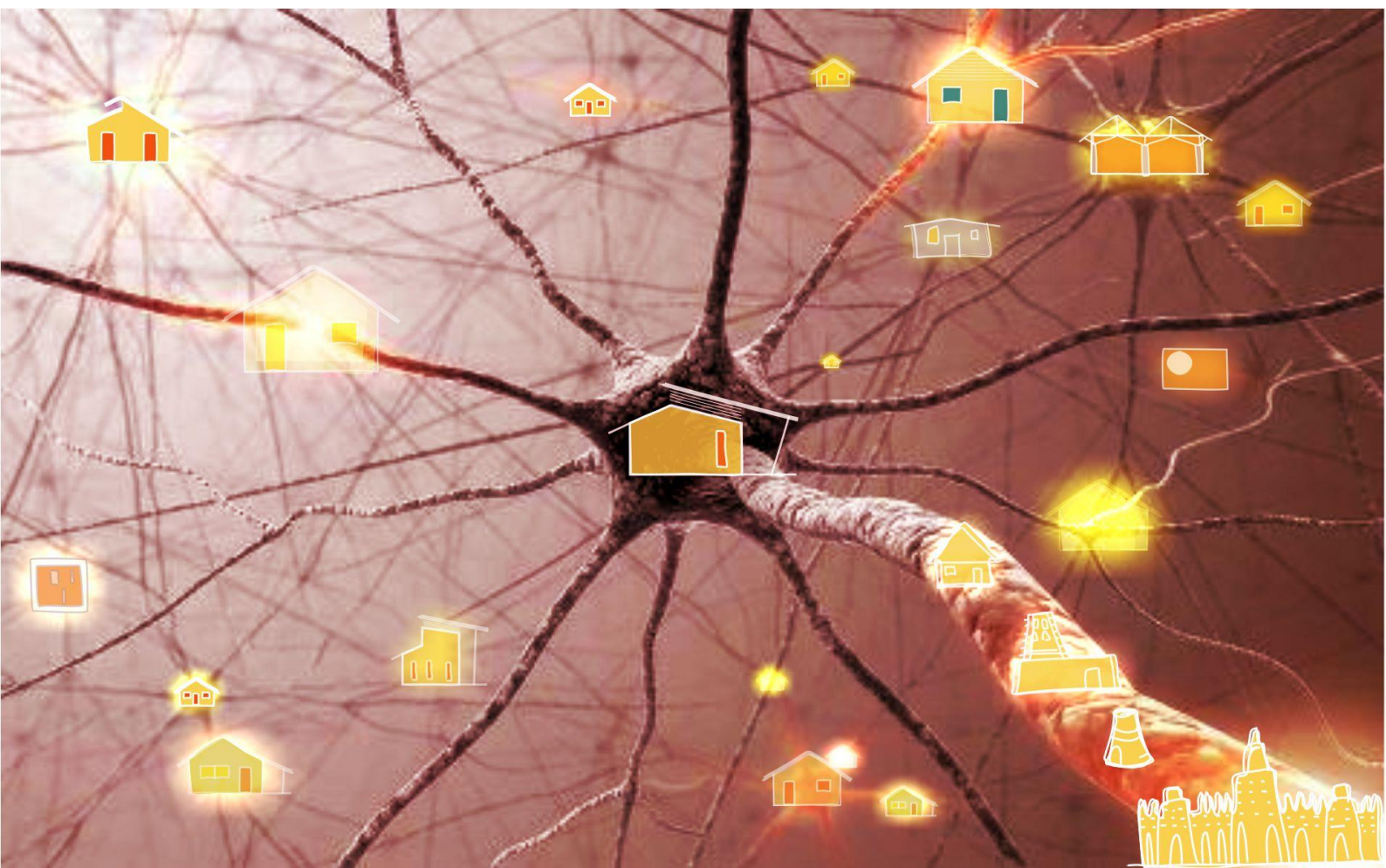
- Le lien avec la copie intacte, décontextualisée et exogène du projet architectural ;
- La copie adaptée, produite par la structure elle-même en dehors de tout apport extérieur, c'est-à-dire un facteur endogène ;
- La mutation entre les deux, les facteurs exogènes favorisant l'amélioration des phénomènes endogènes.

Il est ainsi possible de proposer un schéma de la reproductibilité dans l'architecture en terre :



**Figure :** Proposition de schéma général de la reproductibilité de l'architecture de terre : Facteur endogène/exogène. Source : Mauricio Corba





*Photo de connexions et reproductibilité de neurones. Analogie au processus complexe de connexions de l'évolution de l'architecture et au processus de reproductibilité d'une école sur l'habitat. Source : <http://necesitodetodos.org/wp-content/uploads/2013/01/neuronas-celula.jpg>*

*D'une manière résumée, la notion de reproductibilité qui se cherche dans l'abordage de cette mémoire comme un processus de transformation, de connexion, d'évolution et de mutation d'un objet ou une action, pour devenir autre objet ou autre action, avec des caractéristiques similaires.*

*La reproductibilité c'est donc attaché à la transformation et non à la copie identique d'un objet.*

*Un exemple de base pour en comprendre : même si on veut répliquer le même détail technique comme la construction d'un linteau préfabriqué en adobe ou BTC, ce détail ne sera pas le même au Sénégal que au Cameroun. La reproduction de ce détail dépende du processus (acteurs, vitesse, moyens, etc..) et le contexte où il a été fait.*

# ***Mise en pratique d'un savoir-faire et savoir-scientifique « identification des premiers éléments de la recherche»***

Suite aux cours pratiques et théoriques menés durant la formation DSA-Terre, des stages ont été réalisés pour appliquer les acquis pratiques et scientifiques sur l'architecture et la construction en terre. Différents voyages et stages ont été effectués pour potentialiser ces compétences et donner les bases de ce travail de mémoire. La recherche et la motivation pour recueillir des données sur le sujet de ce mémoire ont toujours été présentes.

Ici seront présentés une carte indiquant les principales expériences pendant la formation DSA et les résumés<sup>14</sup> des projets ayant un rapport plus direct avec le sujet de cette recherche.

---

<sup>14</sup> Pour chaque stage, un rapport a été rédigé, avec des informations plus détaillées. Pour ce mémoire, l'objectif était de sélectionner les informations sur ces stages qui avaient un lien plus direct avec le sujet du mémoire. Les rapports complets de chaque voyage sont disponibles au centre de documentation de Villefontaine.

# Carte des projets et expériences

## Recherche, formation, conception et construction



Potentiel et pertinence de l'usage de la terre et des matériaux locaux pour répondre à la demande en matière de construction d'infrastructures scolaires

INTRODUCTION

Le développement durable implique une prise en compte de l'impact environnemental, social et économique des activités humaines. Dans le domaine de la construction, cela se traduit par la nécessité de concevoir des infrastructures qui soient économes en ressources, adaptées à leur environnement et bénéfiques pour les communautés locales.

TABLE RONDE ÉCOLES RURALES

Bilan et rapport de stage

Le rapport de stage présente les résultats de la participation à la table ronde organisée à l'occasion du festival Grains d'Isère. Il détaille les échanges, les débats et les conclusions auxquelles les participants ont parvenu.

Infrastructure scolaire

Rapport de stage

Ce rapport de stage expose les réflexions et les réalisations effectuées pendant le stage effectué au sein d'un établissement scolaire. Il traite de la conception, de la construction et de l'entretien des infrastructures scolaires.

Participation dans le Festival Grains d'Isère et des chantiers participatifs

Bourse pour participation dans le festival Architerre2014

Interview sur infrastructure scolaire Ministère d'Éducation

Informe de práctica

Resumen de actividades realizadas durante el periodo de prácticas en el taller de diseño de interiores en el taller de diseño de interiores de la Universidad de Sevilla.

Rapport de stage

Stage expérimental dans le cadre de la réalisation d'un foyer d'accueil pour les apprentis du Centre de Formation Luit & Mergemeyer - Combray

Rapport de stage

b'est

Le rapport de stage décrit les expériences et les apprentissages réalisés pendant le stage effectué au sein de l'association b'est.

Rapport de stage

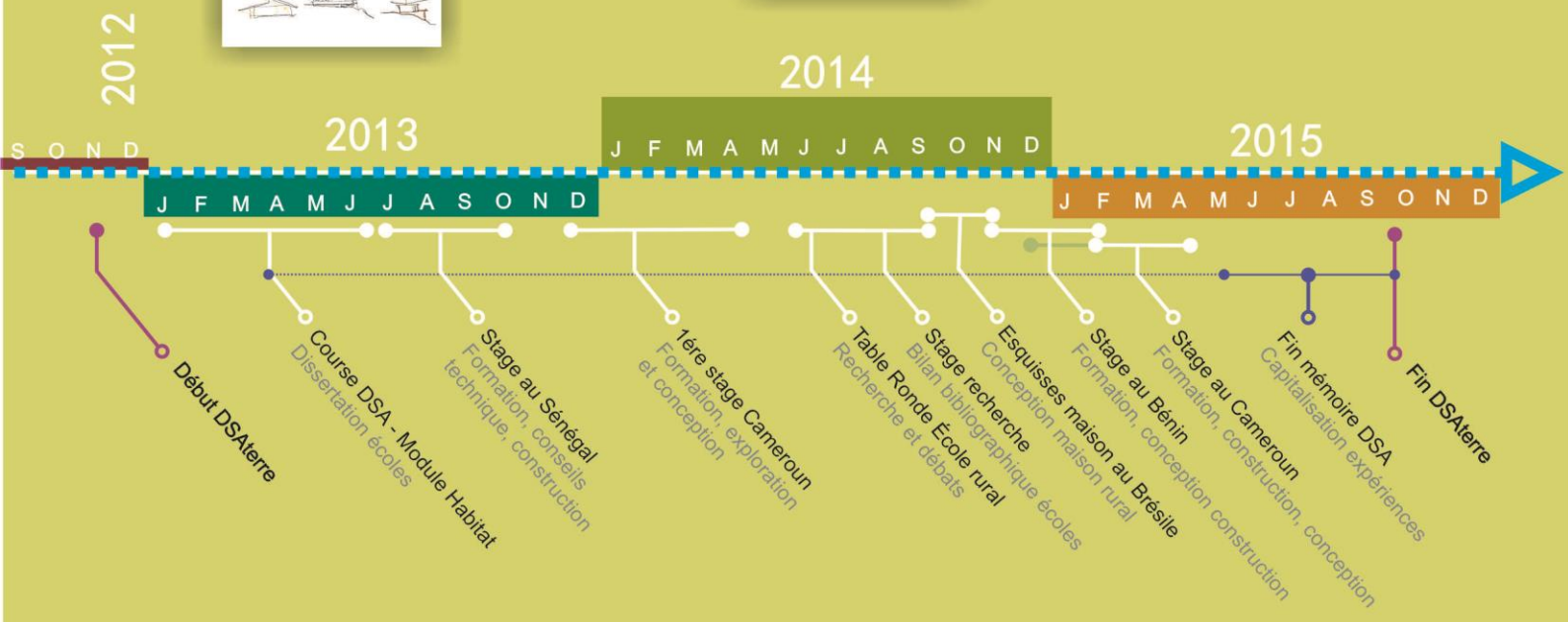
Stage de stage

Ce rapport de stage expose les réflexions et les réalisations effectuées pendant le stage effectué au sein d'un établissement scolaire.

Maison Tafuri

Projet de réhabilitation d'un logement existant

Le projet de réhabilitation de la Maison Tafuri vise à améliorer les conditions de vie des occupants tout en préservant le caractère historique et architectural de l'immeuble.



- 2012: Début DSAterre
- 2013: Course DSA - Module Habitat
- 2013: Stage au Sénégal Formation, conseils technique, construction
- 2013: 1ère stage Cameroun Formation, exploration et conception
- 2014: Table Ronde Ecole rural Recherche et débats
- 2014: Stage recherche Bilan bibliographique écoles
- 2014: Esquisses maison rural
- 2014: Stage au Bénin Formation, conception construction
- 2014: Stage au Cameroun Formation, construction, conception
- 2015: Fin mémoire DSA Capitalisation expériences
- 2015: Fin DSAterre

## Potentiel et pertinence de l'usage de la terre et des matériaux locaux pour répondre à la demande en matière de construction d'infrastructures scolaires

DSATerre 2012-2014 - Philippe Garnier  
M. Gomez, M. Corba, N. Coeckelberghs et A. Buzo

### INTRODUCTION

Le choix de construire des équipements d'enseignement correspond à des visions politiques liées aux enjeux économiques, sociaux, culturels et environnementaux. L'école est un lieu de lien social. Cet endroit d'apprentissage où l'on apprend à vivre ensemble, où la cohésion sociale est nourrie par l'environnement, est un lieu de socialisation de premier plan. Dans ce lieu, les élèves sont confrontés dès leur plus jeune âge à toute une série de situation et de configurations. Ils apprennent un ensemble de règles sociales, voir même politiques. L'école est aussi un lieu d'échange permettant à chacun, en contact avec les autres, de se forger son caractère, ses attitudes et même peut être déjà son identité. Sur tout, elle forme l'habitant de demain et module de vie [1]. Cette institution peut être envisagée sous différents angles. Selon les contextes où elle est située et sous l'optique de politiques qui l'ont conçu. Nous allons, dans ce document, développer l'espace et la pertinence des matériaux locaux dans ce type d'établissement humain. Pour aborder cette thématique, nous développerons une carte mentale des questions (voir

annexe) et nous avons établi 5 grands axes de direction qui nous amène à mieux comprendre leur complexité. Social, économique, construction-espace, environnement, et communication. Dans l'axe social seront développées les liens entre la participation de la population et le rôle de l'état comme mode d'organisation sociale pour la production architecturale de l'établissement scolaire. Ensuite, dans l'axe économique le développement du territoire est mis en relation à l'utilisation des matériaux locaux. De même, nous analysons l'étroit rapport entre contexte et coût de la construction. Sur l'axe qui nous avons défini comme construction-espace nous réfléchissons, parmi les opportunités des matériaux locaux pour favoriser une forte symbolique des méthodes éducatives pratiquées dans ces bâtiments. Pour terminer, nous nous interrogeons dans l'axe communication sur le potentiel des constructions des écoles en matériaux locaux vis à vis de la répliquabilité à l'heure où il est grand temps d'améliorer l'habitat.

[1] Abéluc, S. L'utilisation des locaux. Editions UNESCO, 1985.

# Pertinence des matériaux locaux face la demande des infrastructures scolaires

## Cadre du travail

Dans le cadre du module d'habitat de la formation DSATerre 2012-2014, une dissertation a été rédigée. Le sujet était le potentiel et la pertinence de l'usage de la terre et de matériaux locaux pour répondre à la demande en matière de construction d'infrastructures scolaires. Ce travail a été écrit par Mariana GOMEZ, Nicolas COECKELBERGHS, Alejandro BUZO et Mauricio CORBA.

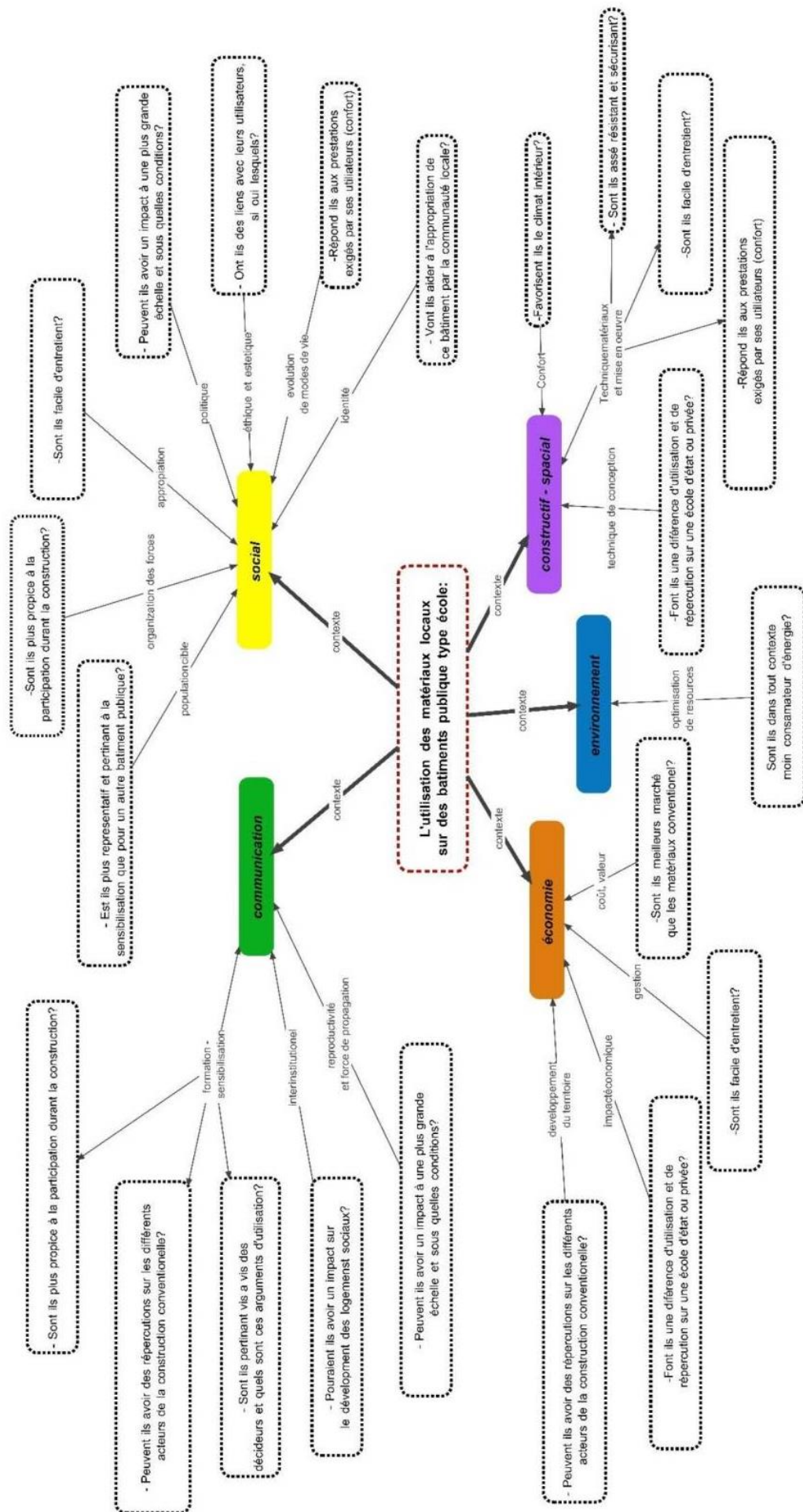
## Aspects importants de la dissertation

Le choix de construire des équipements d'enseignement correspond à des visions politiques liées aux enjeux économiques, sociaux, culturels et environnementaux. L'école est un lieu de lien social. Cet endroit d'apprentissage où l'on apprend à vivre ensemble, où la cohésion sociale est nourrie par l'environnement, est un lieu de socialisation de premier plan. Dans ce lieu, les élèves sont confrontés dès leur plus jeune âge à toute une série de situation et de configurations. Ils apprennent un ensemble de règles sociales, voir même politiques. L'école est aussi un lieu d'échange permettant à chacun, en contact avec les autres, de se forger son caractère, ses attitudes et même peut être déjà son identité.

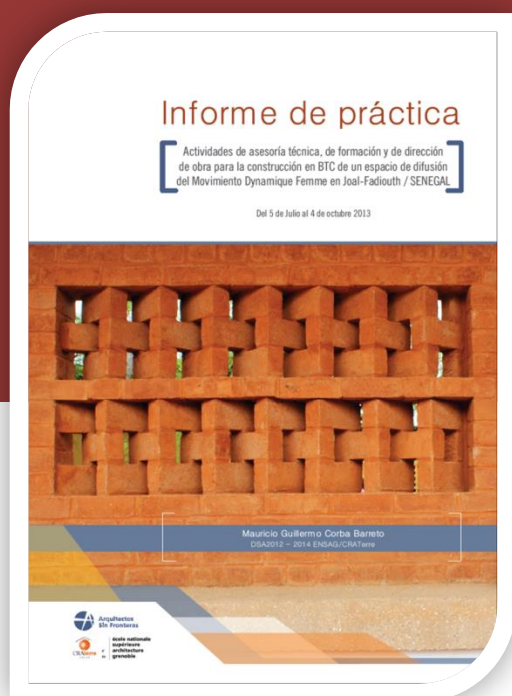
Cette institution peut être envisagée sous différents angles. Selon les contextes où elle est située et sous l'optique de politiques qui l'ont conçu. Pour aborder ce sujet une carte mentale a été faite parmi 5 grands axes de direction qui nous amènent à mieux comprendre leur complexité: Social, économique, construction-espace, environnement, et communication.

- **L'axe social** lié au rapport entre la participation de la population et le rôle de l'état comme mode d'organisation sociale pour la production architecturale de l'établissement scolaire.
- **L'axe économique** lié au développement du territoire et mis en relation avec l'utilisation des matériaux locaux, ainsi que le rapport entre contexte et coût de la construction.
- **L'axe construction-espace** lié aux possibilités des matériaux locaux pour favoriser une forte symbolique des méthodes éducatives pratiquées dans ces bâtiments.
- **L'axe communication** lié au potentiel des constructions des écoles en matériaux locaux vis à vis de la reproductibilité à l'heure où il est grand temps d'améliorer l'habitat.

Pour comprendre ces aspects et leurs liens, voici la carte mentale :



# Formation et construction d'un espace de diffusion artisanal – Sénégal



## Généralités

- **Titre du stage** : Conseil technique, formation et direction d'un chantier en BTC, pour la construction d'un espace de diffusion artisanal du Mouvement Dynamique Femme au Joal-Fadiouh - Sénégal
- **Durée du stage** : 3 mois (2 mois et 15 jours sur place)
- **Organisme d'accueil** : Architectes sans frontières –Espagne (ASF-E)
- **Groupe cible du projet** : professionnels de divers domaines qui sont venus de l'Espagne, maçons et femmes locaux.

## Contexte de la demande

L'ONG Architectes Sans Frontières – Espagne, a développé de nombreux projets de coopération à Joal-Fadiouh en partenariat avec le Mouvement Dynamique Femme, pendant 12 ans. Un de ses objectifs est l'amélioration du projet de coopération comme outil de développement à travers quatre axes : identification, formulation, exécution et évaluation.

Pour améliorer l'axe « exécution », l'atelier « *Entre-Tierras* » a été mis en place en développant un projet de construction d'un espace de diffusion artisanal. Cet atelier a pour but la formation des professionnels étrangers, ainsi que la construction d'un espace physique avec les maçons locaux. Dans ce contexte l'ONG ASF-E, a pris contact avec Mauricio Corba à travers l'architecte Nuria Sanchez, pour mener différentes activités comme stagiaire dans cette formation.

## Objectifs du travail

Développer des formations de construction en terre, notamment sur la production et construction en BTC dans le cadre de l'atelier « *Entre-Tierras* » mise en place par Architectes Sans Frontières de l'Espagne et ciblé vers des professionnels, la plupart étant des architectes originaires d'Espagne.

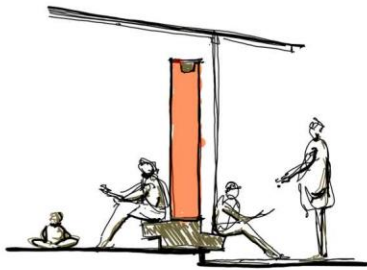
## Activités développées

- Conseils techniques et de conception architecturale pour la construction de l'espace de diffusion artisanale
- Activités de sensibilisation sur l'architecture en terre
- Formation sur l'identification des terres
- Formation sur la production et construction en BTC (Bloc de Terre Compressé) stabilisé au ciment
- Coordination du chantier
- Voyage d'exploration de la région de Casamance au sud de Sénégal. Des maisons traditionnelles en banko (bauge) et kirinting (panneau en fibres végétales) et constructions actuels en banko et BTC (écoles) ont été visités durant le voyage.

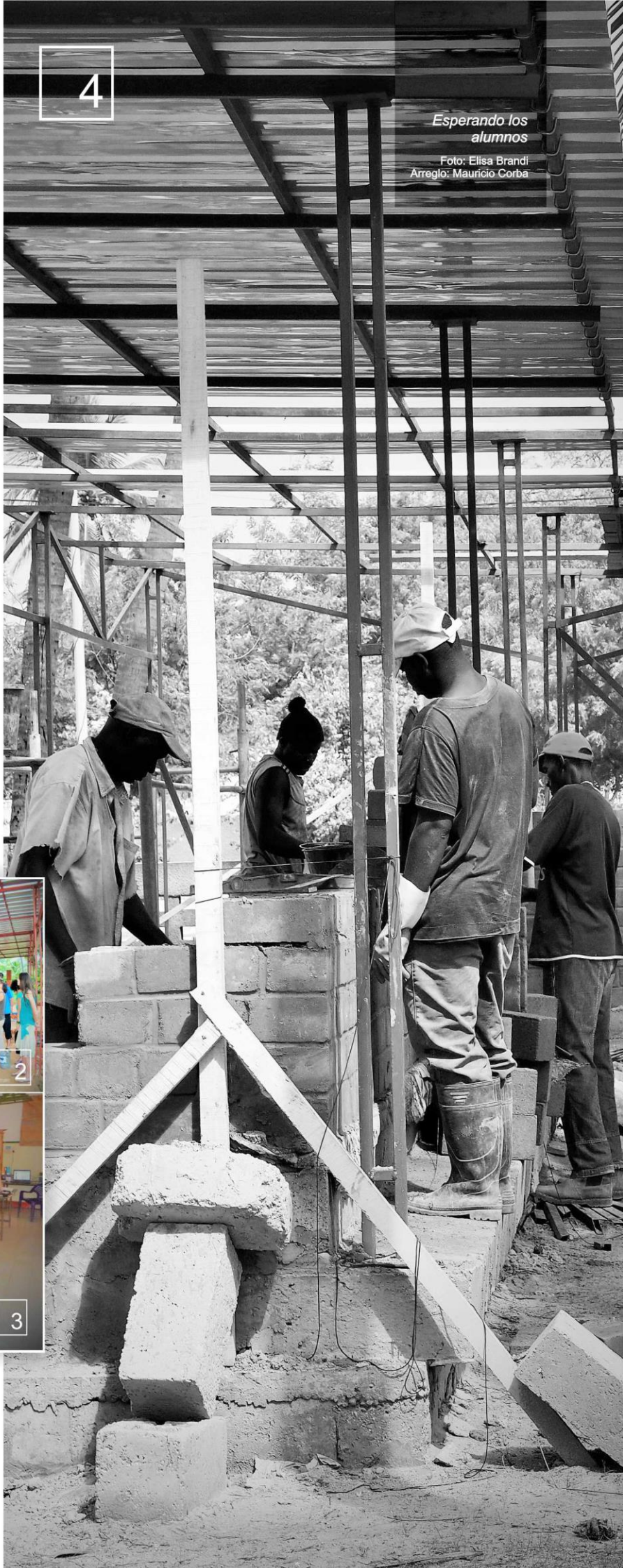
## Principaux résultats de formation et sensibilisation

- 26 professionnels de différents domaines venus de l'Espagne
- 6 maçons locaux
- 12 femmes du mouvement Dynamique Femme

Et finalement, 1 espace de diffusion artisanale (1 boutique dans un espace ferme et un espace ouvert de permanence)



**Photo 1 :** Concertation pour l'organisation d'équipes et du chantier. **Photo 2-** Discussion participative pour la pris de décisions, de la conception et du chantier. **Photo 3 -** Discussion participative pour le planning du projet **Photo 4 -** Maçons locaux dans leur travail quotidien de construction. Source : Mauricio Corba et Elisa Brandi





## Introduction à l'architecture de terra et culturas constructivas

**Description:** Présentation du: panorama historique et patrimonial, l'architecture contemporaine en différents contextes sociaux, cycle de vie et durabilité des matériaux du projet, systèmes constructifs en terra et notions scientifiques de la matière (terra) et la expérimentation.

**Durée:** 1h30 / **Groupes :** 6



Atelier teórico

## Identification de terres

**Description :** identification de critères pour la compréhension et caractérisation des différents types de terre parmi essais de terrain comme : essais sensoriels (vision, texture, odeur), cigare, pastille et bouteille. Et aussi quelques notions d'essais de laboratoire

**Durée:** 2h30 / **Groupes :** 6



Atelier práctico

## Cycle de production et construction en BTC

**Description:** parmi de fiches techniques élaborés par Craterre, des identifications de terres, extraction, séchage, trituration, tamisage, dosage du stabilisant, mélange à sec et humide, cure humide et sec, compaction du bloc, stockage, contrôle de qualité, organisation du chantier, et des détails constructives, ont été enseignés.

**Durée:** 1h / **Groupes :** 6



## Production de BTC

**Description :** avec les maçons locaux, des activités concernant la production de BTC avec la CINVA-RAM ont été réalisés. De plus, la fabrication des blocs entiers et des blocs de forme en U longitudinal et transversale.

**Durée:** 3h (la production des BTCs pour le chantier a été fabriquée en 15 jours)

**Groupes :** 6



## Construction en BTC

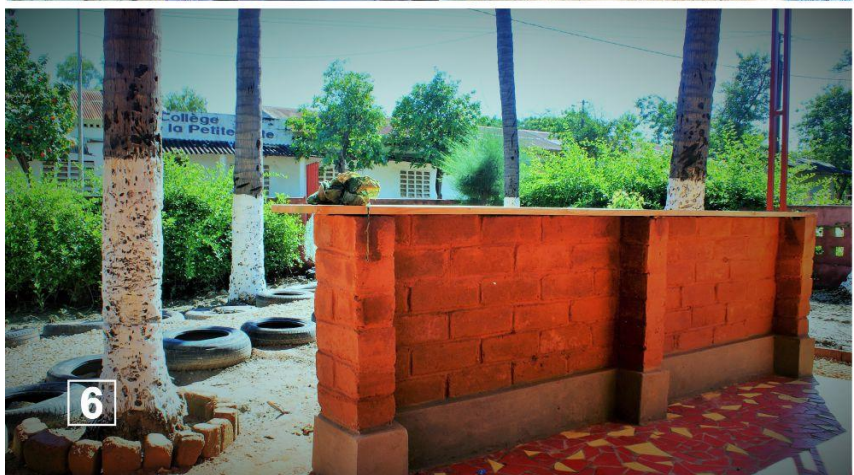
**Description :** avec les maçons locaux, les participants étrangers de la formation ont appris des notions basiques de construction comme l'usage des niveaux, calepinage, élévation du mur simple et double et préparation de mortiers à base de terre.

**Durée :** 3h (pendant le chantier les participants étrangers ont participé de toutes les étapes de la construction du mur)

**Groupes :** 6



Ateliers de terre



*Photo 1 : sensibilisation à l'architecture en terre et cultures constructives.*

*Photo 2 : formation sur la reconnaissance de terres.*

*Photo 3 : production du BTC.*

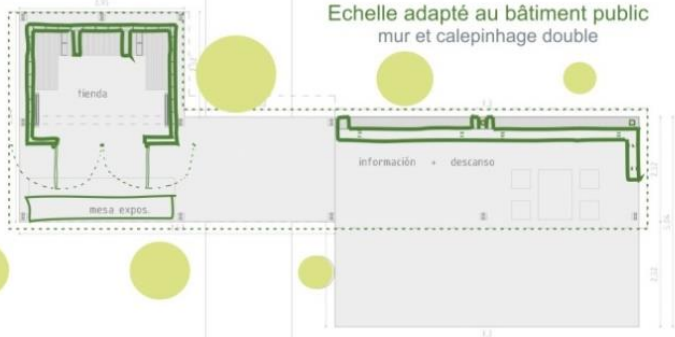
*Photo 4 : construction d'un mur en BTC. Photo 5 mur finalisé. Photo 6 : mur avec la protection en bois utilisée comme une table pour présenter des produits artisanaux.*

## Reproductibilité des valeurs locales

### Pistes pour la replicabilité

Plans et  
vue de la construction finale.

Echelle adapté à la habitat  
mur et calepinage simple



Culture locale

Adaptation constructive  
au projet



Kirinting



Maison en Kirinting à île de Carabane/Casamance



L'usage du Kirinting en haut de la boutique, en permettant la ventilation naturelle

Claustras



Maison à Joal Fadiouth. Source: Elisa Brandi



Deux type de claustra, pour un mur double et l'autre simple. Source : Mauricio Corba



Source photos : Mauricio Corba



*Intérieur de la boutique avec quelques produits fabriqués pour les femmes du mouvement*



*Première appropriation spontanée de l'espace*



*Jour de l'inauguration*

## Réflexions sur la reproductibilité et l'impact sur l'habitat

Le projet n'était pas ciblé sur la formation locale, mais au contraire vers des professionnels étrangers, afin d'obtenir les moyens (à travers les inscriptions à l'atelier) pour la construction de l'espace. Cependant, les maçons locaux ont eu des possibilités de mettre en pratique la technique du BTC et échanger des connaissances avec les participants étrangers. Le bâtiment construit peut être considéré comme *bâtiment-témoin* dans la localité.

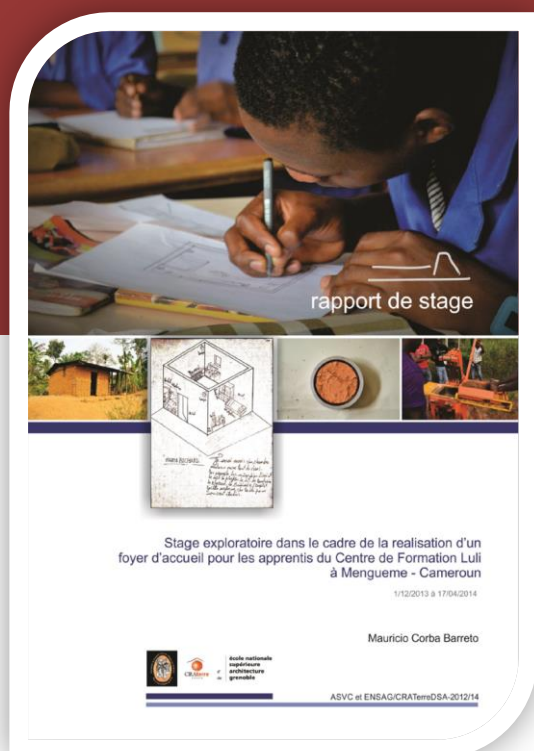
La sensibilisation et des expériences pratiques sur la production et construction en BTC, réalisées avec des femmes de la communauté ont permis de leur montrer des références constructives avec le BTC, pour créer un envie de l'utiliser dans le futur et possiblement dans leurs maisons. On note que pour avoir un impact direct sur l'habitat il faudrait encadrer des formations plus formelles.

Dans la conception préliminaire faite par les participants à l'atelier, l'objectif n'était pas de réfléchir aux aspects de reproduction de la technique du BTC dans l'habitat.

Ceci a donné l'occasion donc, d'avoir des réflexions sur place, entre l'expert et les participants à l'atelier, sur les stratégies à inclure dans la conception et réalisation du bâtiment. Par exemple celles qui étaient liées à la diversification des détails et principes constructifs qui pouvaient être utilisés dans la construction d'une maison ou équipement public, comme :

- Le soubassement avec une barrière capillaire
- Solutions de calepinage de mur simple, mur double et l'intersection d'un mur simple avec un mur double.
- Détails de fixation de fenêtres et portes
- L'usage de BTC en U, pour la préfabrication des linteaux et chainages ;
- Protection des murs avec une couche de mortier au ciment dans la tête de murs et une bonne toiture pour la protection les pluies ;
- Enduits à base de terre et pâte en chaux ;
- 2 modèles de claustra réalisé avec des BTCs ;
- La valorisation et l'usage d'un autre matériau local comme le *kirinting* (panneau végétalisé).

## Exploration pour la conception d'un foyer d'accueil – Cameroun



### Généralités

- Titre du stage : Stage exploratoire dans le cadre de la réalisation d'un foyer d'accueil pour les apprentis du Centre de Formation Luli à Mengueme – Cameroun.
- Durée du stage : 3 mois (dont 25 jours sur place)
- Organisme d'accueil : Association de solidarité pour les villages du Cameroun (ASVC)
- Groupe cible du projet : les élèves du centre de formation en électricité. Pendant les sensibilisations sur l'architecture en terre notamment la technique en BTC, le groupe cible était des maçons locaux.

### Contexte de la demande

L'ASVC, motivée pour réaliser des projets avec le BTC « le bloc rouge » au village de Mengueme, avait acheté une machine importée de l'Inde. Cette machine est la Auram-3000, qui produit des blocs de 24 cm x 24 cm x 9 cm et le demi de 11.5 cm x 24 cm x 9 cm.

Puis, l'ASVC, a mis en place quelques formations sur la production le bloc, mais sans l'assistance d'une experte formatrice. Ensuite, ils ont fait un premier plan du foyer d'accueil et aussi lancé la production de blocs. 5000 blocs entiers et 11000 demi-blocs ont donc été fabriqués. L'ASVC a recruté un stagiaire du DSA-Terre pour réaliser un dossier d'exécution du bâtiment, en l'occurrence Mauricio Corba. Le stagiaire a proposé de faire une mission sur place pour mieux encadrer le projet à la réalité locale, notamment par une identification des modes de vie et de la culture constructive locale. En plus une évaluation de résistances de blocs déjà fabriqués. Les résultats de l'évaluation n'ont pas été assez positifs. Plusieurs blocs étaient de mauvaise qualité parce que leur production n'a pas pris en compte toutes les étapes de production du BTC. D'autre part il a aussi identifié les contraintes de délai, de l'époque de la pluie et aussi de financement.

## Objectifs généraux du travail

- Elaborer une étude sur les cultures constructives de MENGUEME
- Concevoir un projet architectural du foyer d'accueil
- Réaliser des activités de sensibilisation de la population et des maçons sur l'intérêt des constructions en terre crue

## Activités développées

- Identification générale de l'état des lieux de la culture constructive de MENGUEME ;
- Identification du coût et de l'accès aux différents matériaux de construction, à travers des enquêtes dans les carrières, les quincailleries et auprès des maçons locaux ;
- Recueil des données sur le terrain du futur projet de foyer d'accueil ;
- Evaluation de la qualité des BTCs déjà fabriqués, à travers des essais d'absorption d'eau, de flexion, d'abrasion et de rétraction ;
- Sensibilisation à l'architecture en terre et formation à la production en BTC des maçons locaux ;

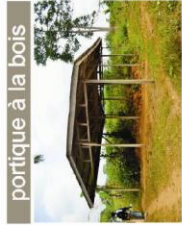
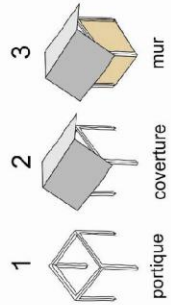
- Caractérisation des futurs usages du foyer d'accueil, à travers des enquêtes auprès des élèves du centre de formation, des autres élèves du village et visite et dessin des hébergements locaux ;
- Identification des bons exemples de construction en BTC au Cameroun, à partir de la révision bibliographique et d'un voyage exploratoire dans la région de Bafoussam ;
- Définition des pistes de travail pour la conception du projet et sa mise en place ;
- Proposition architecturale du foyer d'accueil.

## Résultats principaux

- Etat des lieux de la culture constructive et du mode de vie local ;
- Données sur les prix des principaux matériaux ;
- 10 maçons locaux sensibilisés à l'architecture de terre notamment la production de BTC ;
- Une analyse de résistance de BTCs déjà fabriqués.
- Proposition architecturale pour le foyer d'accueil ;



portique au béton

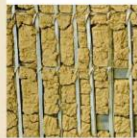
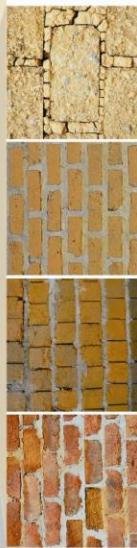


portique à la bois

ciment/sable



terre



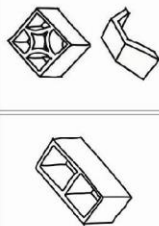
végétal



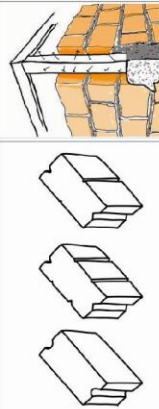
metal



Bloc de ciment



Bloc de terre



Torchis

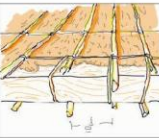
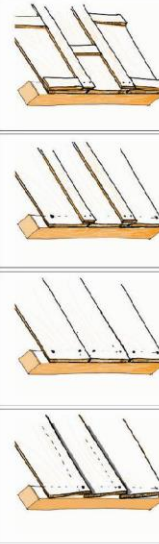
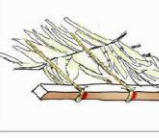


Planche de bois



Paille



Tôle



Parpaing de ciment et sable fin ou sable sanaga (13/15/20cm x 20cm x 40cm).  
Bloc carré pour la jalousie 15cm x 25cm x 25cm. Bloc trapézoïdale 15cm x 20cm x 29cm (utilisé pour les écoles)

Bloc de terre compressé sans stabilisation. Par fois cuit après compression. Avec cannelures pour essayer d'améliorer l'adhérence de l'enduit.  
Mesures approx. 15cm x 15cm x 29cm

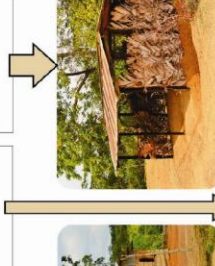
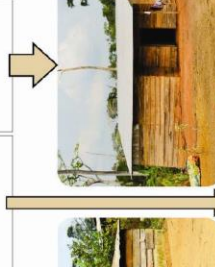
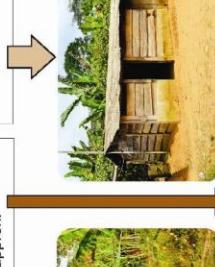
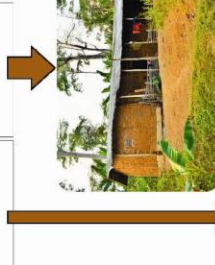
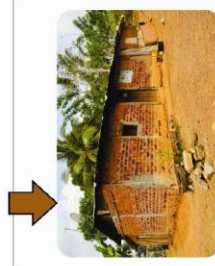
Détail de l'angle d'un mur entre le bloc de terre et le poteau en bois avec de clous pour se adhérer au béton.

Détail d'un mur en torchis. Epaisseur de 10cm approx. Bambou de rapina séparés horizontalement et attachés verticalement avec de liane approx.

Détail d'un mur en bois avec la joint caché entre les planches. Type de bois: Ayoos ou Iroko. 0,2/0,3cm x 30/40cm x 220/500cm

Détail d'un mur en bois avec le joint caché entre les planches (esthétique d'un mur en bico). Type de bois: Ayoos ou Iroko. 0,2/0,3cm x 30/40cm x 220/500cm

Détail d'une clôture en tôle dure ondulée, attachée à la bois pour des clous. Ce détail c'est utilisée pour construire les toilettes et cuisines.





## Sensibilisation de l'architecture en terre et formation sur production et évaluation de résistance du BTC



## Exemple d'habbergement des élèves à Mengueme



## Exemple d'habitat en torchis à Mengueme



## Schéma général de typologie des maisons



## amélioration de l'habitat en torchis

structure principale et menuiseries

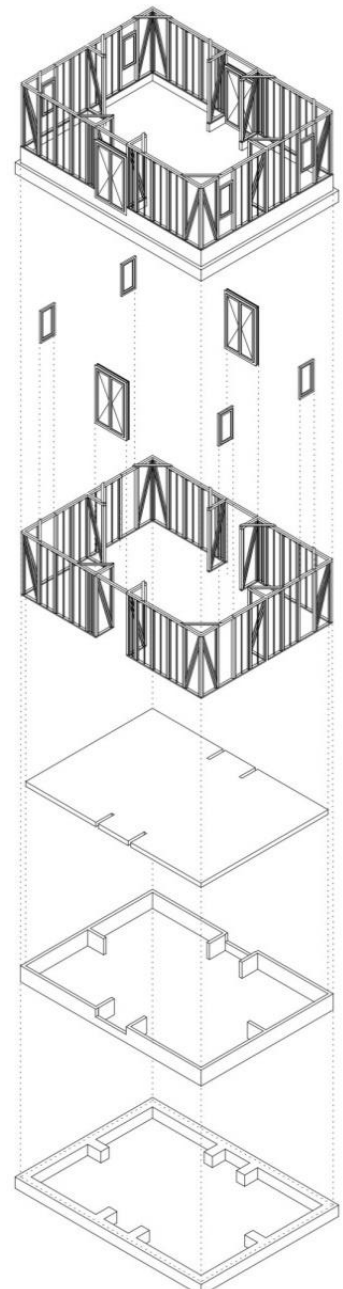
menuiseries

structure principale en bois

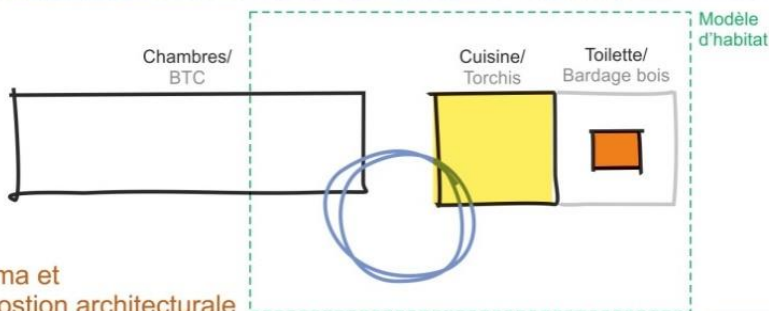
béton de propreté + gravier

semelle en blocs de béton

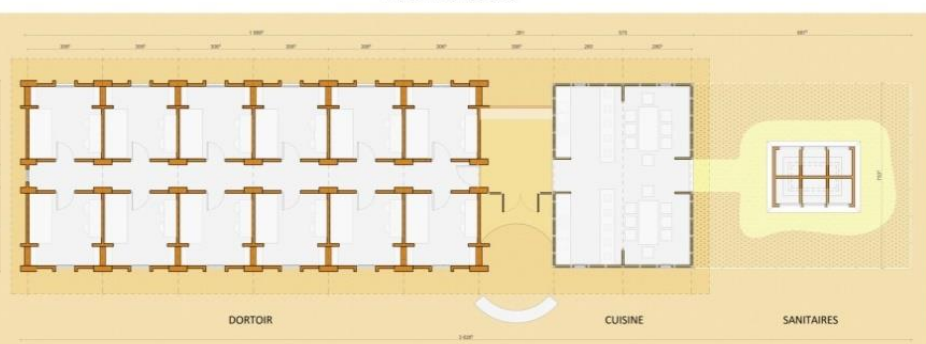
semelle en maçonnerie de pierres



## Chéma et proposition architecturale



FACADE PRINCIPALE 1/100



## Réflexions sur la reproductibilité et l'impact sur l'habitat

- L'introduction d'une nouvelle technologie comme celle du BTC, d'un format différent de bloc, et d'une exigence de production nécessitant une formation, sont des aspects pertinents pour son impact dans le milieu de la construction locale. Il était évident que cette technique ne pourrait pas facilement avoir des impacts positifs sur l'amélioration de l'habitat local.
- Il a été nécessaire de sensibiliser l'ASVC à cette problématique, pour pouvoir faire une étude de la culture constructive locale et faire de nouvelles propositions architecturales, concernant le choix de matériau et la distribution des espaces ;
- La qualité et les dimensions du bloc BTC et la nécessaire stratégie de construire la toiture d'abord en raison du problème de la pluie sont des contraintes liés à la conception et réalisation des espaces en BTC. Malgré cela, l'espace de la cuisine et des toilettes donnent des pistes qui pourraient être suivies par la population locale pour l'amélioration de l'habitat.
- La conception générale respecte la séparation entre les espaces principales : dortoir, cuisine et toilettes.
- La cuisine, étant l'espace le plus important du mode de vie locale, elle a été finalement conçue en torchis, ce qui dialoguait avec la culture constructive locale. Dans cette conception, les détails constructifs comme le contreventement, le soubassement et l'utilisation de la paille pour la terre du torchis, ont été bien pensés pour que ce soient des références dans l'amélioration de l'habitat locale.
- La solution de construire l'espace de dortoir en BTC, la cuisine en Torchis et les toilettes en planches de bois, offre un potentiel pour développer un modèle d'habitat rural.
- Dans la conception générale du bâtiment des pistes ont été données pour la captation d'eau de pluie, la mise en place des panneaux solaires et aussi l'implantation d'un potager. Ces compléments du projet peuvent être aussi adaptés aux besoins de l'habitat rural.



## Construction d'un foyer d'accueil et conception d'un centre de formation – Cameroun

### Généralités

- Titre du stage : Stage de suivi technique d'un projet de foyer d'accueil et conception d'une école pour les apprentis du Centre de Formation Luli à Mengueme – Cameroun.
- Durée du stage : 3 mois (dont 2 mois et 15 jours sur place)
- Organisme d'accueil : Association de solidarité pour les villages de Cameroun (ASVC)
- Groupe cible du projet : L'équipe de chantier.

### Contexte de la demande

Suite au premier stage de conception du foyer d'accueil, un deuxième stage pour en faire le suivi technique et des formations avec l'équipe de chantier a été programmé. Simultanément à ce travail, l'ASVC a demandé de faire la conception d'une école pour le centre de formation Luli. Ce projet serait implanté dans le même terrain que le foyer d'accueil. La conception d'école devait être réalisée assez rapidement car il y avait des délais envers les bailleurs à respecter. De plus, il était prévu de démarrer la production des BTCs pour le centre de formation et notamment de réaliser des formations.

Différentes difficultés liées au manque de rigueur dans le suivi financier, à l'inconstance des ressources économiques, à la complexité d'avoir des informations pour la réalisation du budget et à la présence intermittente de l'entrepreneur sur le chantier, ont causé des retards imprévus et une grave insuffisance d'argent dans le projet. Actuellement le foyer est en train d'être finalisé, mais avec des difficultés de suivi technique, car le stagiaire du DSA-Terre n'était pas sur place. Quelques conseils ont été donnés par courriel, mais les réponses prennent un temps trop important pour arriver à mettre en place des solutions de manière efficace.

### Objectifs du travail

- Donner des conseils techniques pour l'avancement du chantier Foyer d'accueil
- Concevoir une école pour le centre de formation en électricité « Luli de Mengueme »
- Réaliser des activités de formation

## Activités développées

- Elaboration des plans d'exécution, suivi technique et mobilisation des personnes pour la construction du foyer d'accueil ;
- Concertations avec l'entrepreneur, le menuisier, le technicien d'assainissement et de réseau électrique et l'équipe de chantier ;
- Formations au calepinage, élévation et finition du mur en BTC, et détails constructifs;
- Aide à l'achat des matériaux
- Elaboration d'un plan de situation d'un container (pour ranger des outils) qui resterait sur le terrain du projet
- Conception générale d'une école pour le centre de formation en électricité ;

## Résultats principaux

- Un dossier de plans d'exécution (avec des modèles 3D), cahier de charges et quantitatifs du projet de foyer d'accueil
- L'avancement de 65% du chantier de foyer d'accueil
- Une proposition architecturale pour l'école
- 6 personnes de l'équipe de chantier plus sensibilisés et formés sur la construction en matériaux locaux

# Conception et construction du Foyer d'accueil chambres en BTC

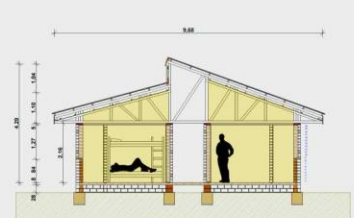
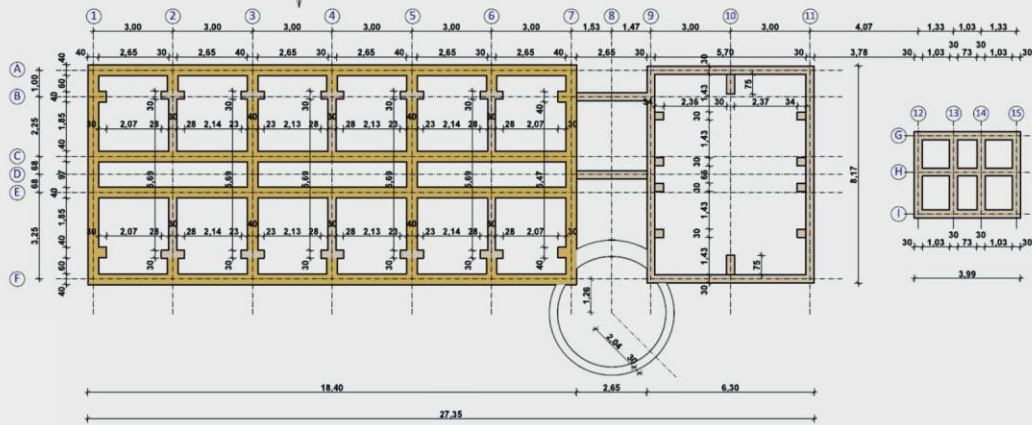


Vue générale du chantier du foyer d'accueil



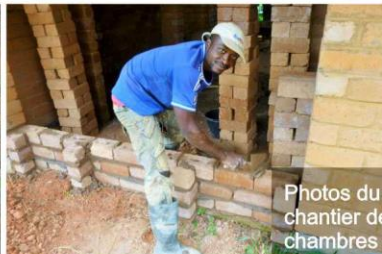
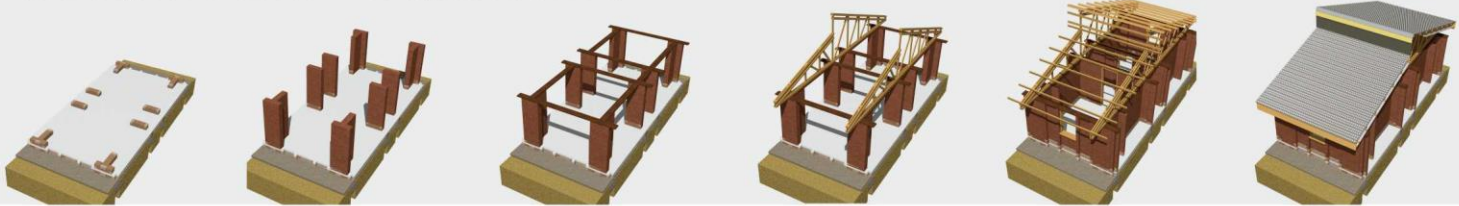
Vue générale de l'ensemble du projet foyer d'accueil  
et l'espace pour la future école

## Exemple des plans d'exécution / plan de la fondation



Coupe chambres

## Évolution du système constructif en BTC / l'espaces des chambres

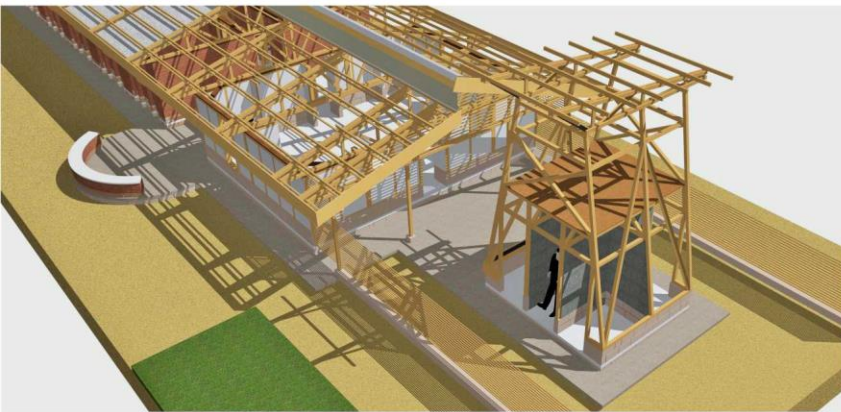


Photos du  
chantier des  
chambres en BTC

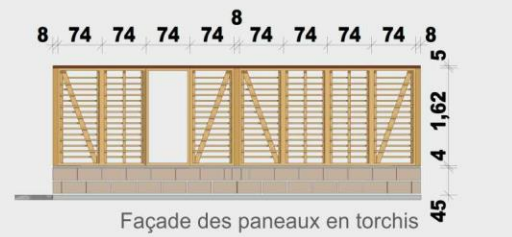
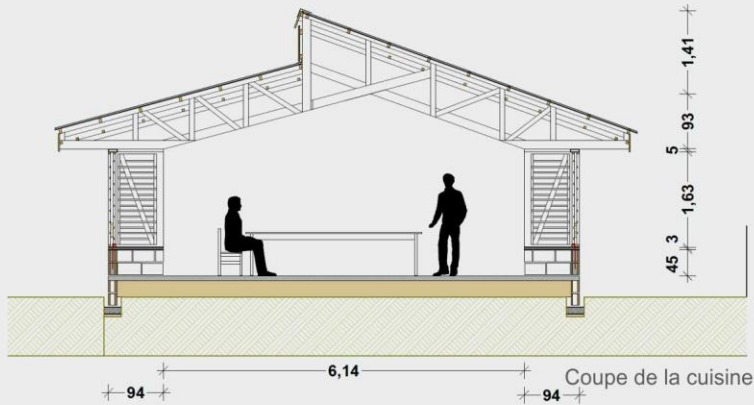
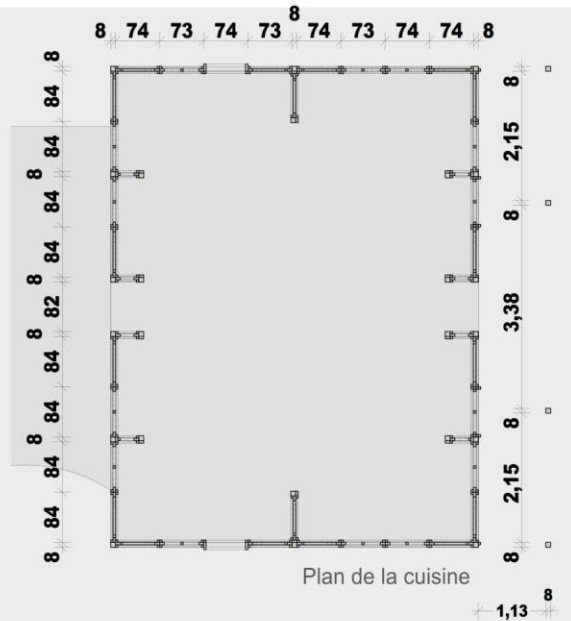


Source  
ASVC/Mauricio Corba

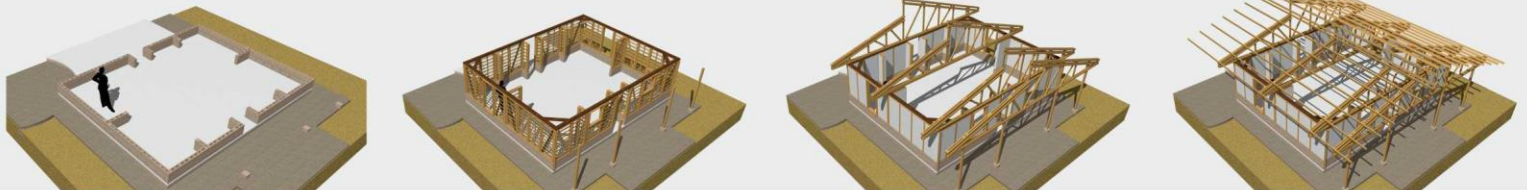
# Conception et construction du Foyer d'accueil cuisine en torchis



Vue en 3d de la cuisine et la toilette



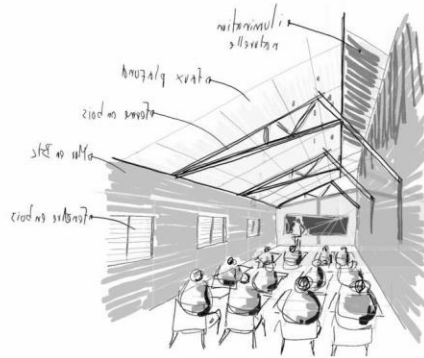
Évolution du système constructif en Torchis / l'espaces de la cuisine



Photos du chantier de la cuisine en torchis

Source : ASVC

# Conception d'une l'école pour Le centre de formation Luli - Mengueme



## Critères et références générales de conception

**Continuité liée à la formation et construction du foyer d'accueil**  
Lors que le première bâtiment du foyer d'accueil soit-il achevé, différents compétences aurent l'équipe du chantier. C'est pour cela que le centre de formation professionnel continuera à favoriser la mise en place de la technique du BTC et différents détails constructifs.

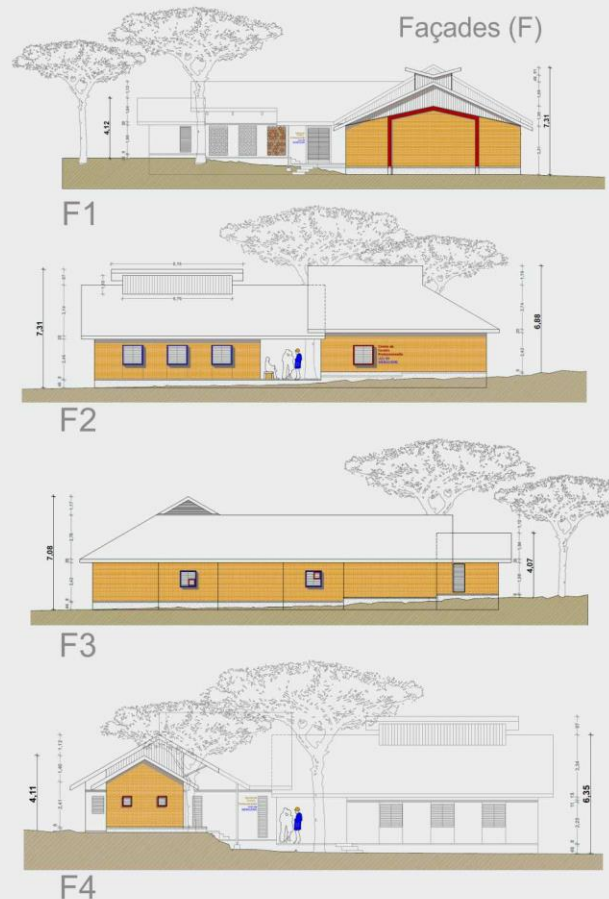
**Adaptation au terrain**  
Le projet s'adapte à la pente du terrain, ainsi comme à la végétation. Autour de l'arbre le projet se courbe pour donner l'accès principal et offrir un espace de permanence et repos à l'ombre.

**Illumination et ventilation naturelle et protection du soleil**  
Les fenêtres, les claustras et le tôle transparent sur la toiture, ont été conçus pour l'amélioration de la ventilation et l'illumination naturelle, notamment à l'intérieure les salles de classes, l'atelier et la bibliothèque.

**Utilisation des matériaux et techniques constructives locales**  
Dans la région de Mengueme, les blocs de terre compressés et la terre battue sont culturellement utilisés. Le projet du centre de formation, cherche montrer la bonne façon de production du bloc de terre stabilisé, ainsi comme la construction de la technique de terre battue de manière amélioré sur deux murs intérieurs du bâtiment.

**Possibilité de construction en deux étapes**  
Pour que le projet soit réalisable et adapté à la dynamique et vitesse locale, le projet peut être construit en deux étapes, soit d'abord les deux salles de classes et après l'atelier et la zone administrative ou le contraire.

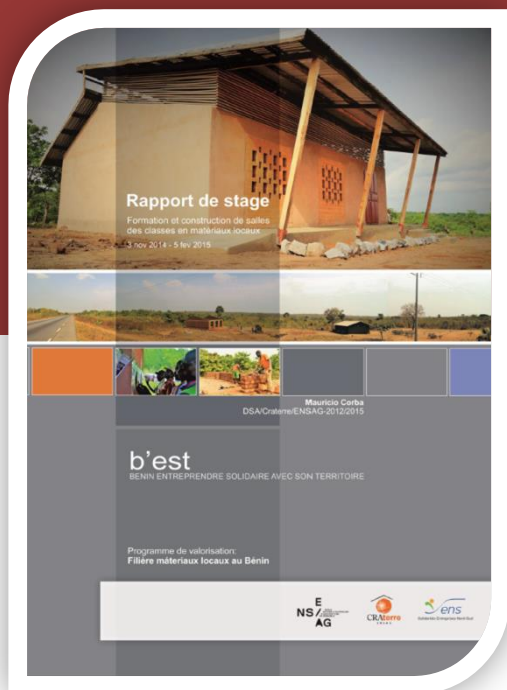
## Plan architectural



## Réflexions sur la reproductibilité et l'impact sur l'habitat

- La construction en BTC avec la machine importée peut se révéler inaccessible économiquement pour un projet d'habitat. Cependant, elle peut être une référence pour que les maçons locaux qui produisent le BTC local avec une presse Cinva-Ram adaptée, pour améliorer le processus de production du bloc et aussi avoir des références pour les détails techniques. Pour arriver à cela, il faudrait encadrer des formations avec les maçons locaux pour leur apprendre les principes de production et de construction avec le BTC local. De plus il faudrait faire une étude économique entre le BTC fabriqué avec la machine importée et ce produit localement.
- La construction de la cuisine du foyer d'accueil, a permis à un groupe de femmes et plus globalement à la communauté locale en général, d'avoir des références sur l'amélioration du système constructif en torchis, notamment le contreventement et l'usage du soubassement.
- Le projet d'école, peut être considéré comme une reproduction des principes du foyer d'accueil. Dans ce projet, il a été conçu deux murs en torchis, pour valoriser cette technique dans un bâtiment public.





## Formation et construction de salles de classe – Benin

### Généralités

- **Titre du stage** : Formation et construction de salles de classes en matériaux locaux au Bénin.
- **Durée du stage** : 3 mois (dont 2 mois et 20 jours sur place)
- **Organisme d'accueil** : Solidarité Entreprises Nord-Sud (SENS)
- **Groupe cible du projet** : artisans, maçons, entrepreneurs, Chefs de Services Techniques (CST)

### Contexte de la demande

Suite à l'étude réalisée par Olivier Moles du Craterre en juillet 2014, un programme de perfectionnement d'entrepreneurs valorisant la terre dans la construction "moderne" au Bénin a été défini. Ultérieurement une formation entre 10 – 29 novembre de 2014 a été encadrée par Hugo Gasnier du CRATERre à Dassa - Bénin. Après cette formation, trois chantiers d'application ont été mis en place.

A travers le partenariat entre Craterre et la société SENS au Bénin (Solidarités Entreprises Nord-Sud), lesquels ont encadré ce projet de formation, un stage DSA-Terre a été proposé à Mauricio Corba qui a réalisé une mission de trois mois.

### Objectifs du travail

- Intervention en tant que formateur pendant la Formation B'EST (Bénin Entreprises Solidaire avec son Territoire) encadrée par Hugo Gasnier ;
- Encadrer des chantiers d'application après la formation.

### Activités développées

Concernant l'étape de formation :

- programmation de la mission de stage avant la formation ;
- soutien des activités de planification et gestion de la formation B'EST sur place, comme

formateur durant les ateliers pratiques (techniques de construction en adobe, BTC, bauge, enduit) et théoriques (élaboration de devis et conception architecturale)

Concernant l'étape des chantiers d'application des trois salles de classes :

- réalisation des missions exploratoires pour le choix de lieux, identification des carrières et de la culture constructive pour la construction des salles de classe ;
- mise en place des concertations avec les différents acteurs autour de la construction des salles de classes ;
- conception du projet architectural des salles de classes ;
- réalisation des devis estimatifs pour les salles de classes ;
- démarrage du chantier des 3 salles de classes avec les entrepreneurs et aide à la planification du chantier ;
- réalisation du suivi et contrôle technique des chantiers ainsi que du contrôle de qualité du BTC et des adobes ;
- réalisation du suivi de la phase d'application des acquis de la formation B'EST et suivi du formateur sur des formations test (conformateur)
- mise en place des formations simultanément à l'avancement des chantiers selon les besoins des entrepreneurs ;
- élaboration des rapports de taux d'exécution des chantiers ;
- aide à la collecte et analyses des données pour la définition des critères techniques de mesure d'impact ;

## Résultats principaux

- Appui à la formation de 29 personnes : Maires, Chefs Services Techniques (CST), assistant des CST, contrôleurs, entrepreneurs, techniciens, ingénieurs, maçons spécialisés (granite, BTC, adobe et banko/maçon gôlier, enduit à la chaux, etc.), apprentis-maçons ;
- Conception et estimation de coûts de trois salles de classes : une salle de classe en BTC et deux en adobe ;
- Suivi technique et formation des différentes étapes du chantier.

# Formation en Matériaux Locaux

b'est

BENIN ENTREPRENDRE  
SOLIDAIRE AVEC SON  
TERRITOIRE



**Photo 1 :** présentation par Hugo Gasnier sur l'architecture de terre et les cultures constructives

**Photo 2 :** exercice pratique et de dessin de plan du calepinage du mur en BTC

**Photo 3 :** exercice de conception et élaboration des détails constructifs

**Photo 4 :** atelier pratique sur l'identification et caractérisation de terres

**Photo 5 :** production des adobes

**Photo 6 :** production de BTC avec la Testarram

**Photo 7 :** construction d'un mur en bauge (banko/maçon gôlier)

**Photo 8 :** production des boules pour la construction en bauge

**Photo 9 :** construction en BTC

**Photo 10 :** réalisation des enduits à la chaux en pâte

**Photo 11 :** vue générale du chantier.

**Photo 12 et 13 :** production finale après l'atelier pratique.



**Source:**

Photos 3,10,12,13 par Hugo Gasnier

Photos 1,2,4,5,6,7,8,9,11 par Mauricio Corba

# Conception et construction de salles de classe en matériaux locaux / terre



Entrepreneur déjà formé, fait de formations avec son équipe de chantier

## Habitat locale en matériaux locaux / terre

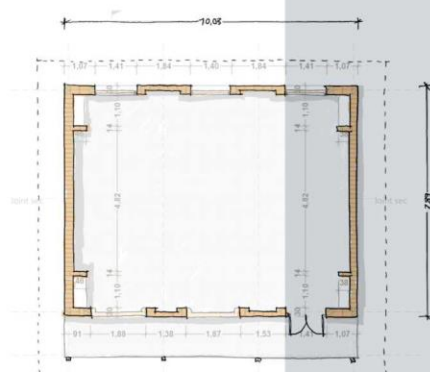
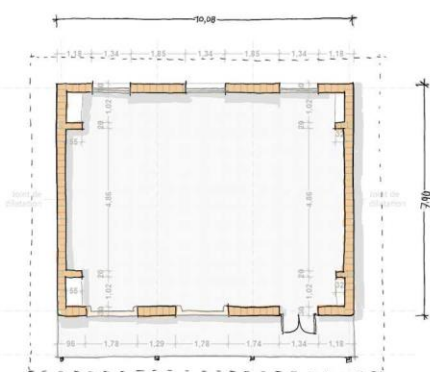
Maison / adobe



Maison / bauge/  
banko maçon gôlier



Maison / BTC



Salle de classe en BTC (Adobe)



Salle de classe en BTC

## Critères de conception

- Critère 1**  
Adaptation des acquis transmis pendant la formation  
B'est au projet de salle de classe
- Critère 2**  
Adaptation et amélioration du projet des salles des classes à celles construites conventionnellement
- Critère 3**  
Utilisation des techniques pour l'amélioration du confort thermique, acoustique et illumination naturelle
- Critère 4**  
Structure des murs porteurs
- Critère 5**  
Economie et adaptation au budget existant
- Critère 6**  
Utilisation des autres matériaux locaux
- Critère 7**  
Innovation et qualité esthétique
- Critère 8**  
Adaptation à un modèle mixte de construction  
«Reproductibilité et amélioration de l'habitat»

# Confort thermique

Critères de performance thermique pour la construction de salles de classes en matériaux locaux



**Orientation du bâtiment:**  
Selon les vents predominants. Si possible, pignons vers l'Est et l'Oest

**Végétation:**  
Utiliser pour ombrager l'Est et l'Oest

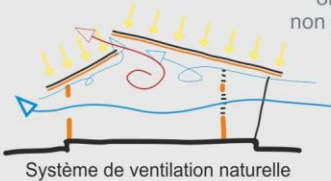
**Typologie et matériaux utilisés:**  
toiture double pente, si possible du type cheminée, en tôle ondulée et si possible peinté en blanc

**Ventilation sous-toiture:**  
par la toiture double pente laisser ouvertures importantes en haut et en bas; dans le pignons également; et si possible dans le croisement des pentes

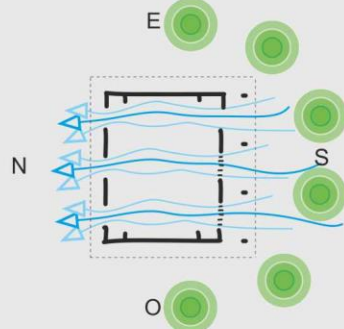


**Matériaux utilisés:**  
privilégier les BTM (avec enduit à la chaux), sinon les BTC

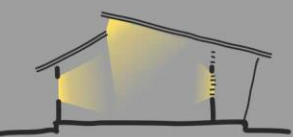
**Epaisseur:**  
30 cm pour les BTM et au minimum 20cm avec le BTC



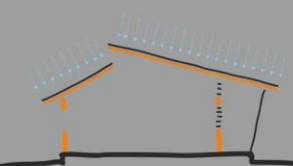
Système de ventilation naturelle



Ventilation et meilleure situation de la végétation



Illumination naturelle



Confort acoustique



Fenêtres, claustras et l'utilisation des tôles translucides dans l'espace du croisement des pentes



Parmi les murs épais et l'utilisation de plafond en matériaux végétaux



**Plafond-isolation:**  
plafond suivant la pente en contre-plaqué en panneaux des fibres végétaux comme le bambou, séparé à peu près 20 cm de la tôle

**Débord de toiture:**  
80 cm Nord et 1,5m au minimum Sud (terrasse); 1m à l'Est et à l'Oest.



**Orientation:**  
éviter les orientations non protégées

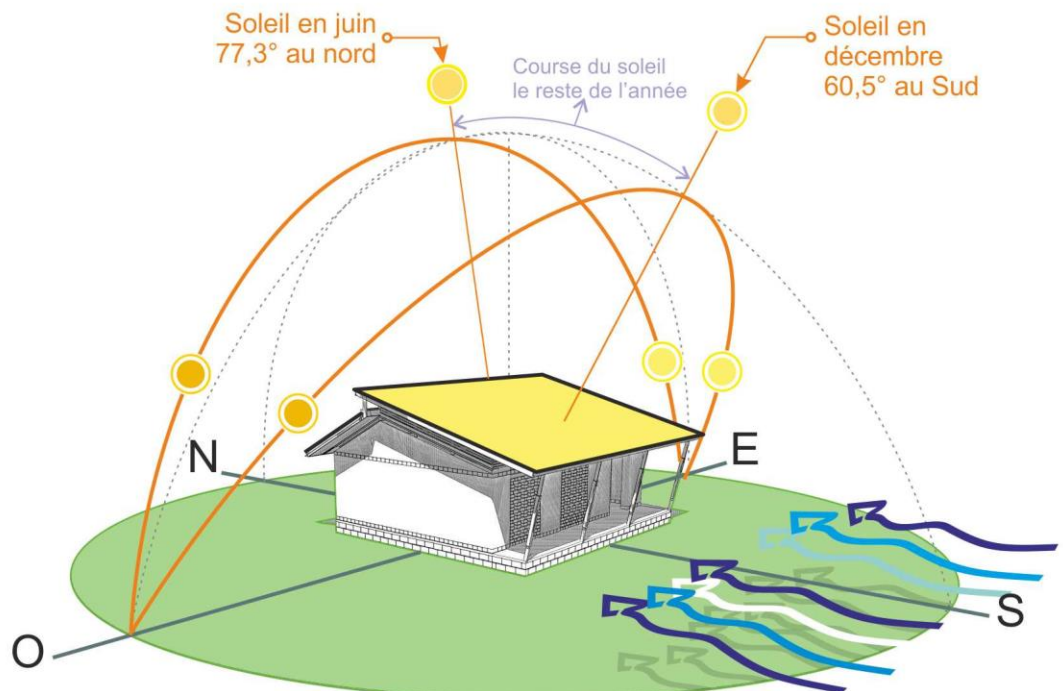
**Matériaux:**  
privilégier le bois sinon le métal

**Protections solaires:**  
privilégier les persiennes extérieures en bois sur les façades exposées



**Surventilation nocturne:**  
Surventilation parmi les claustras et les ouvertures de sous-toiture

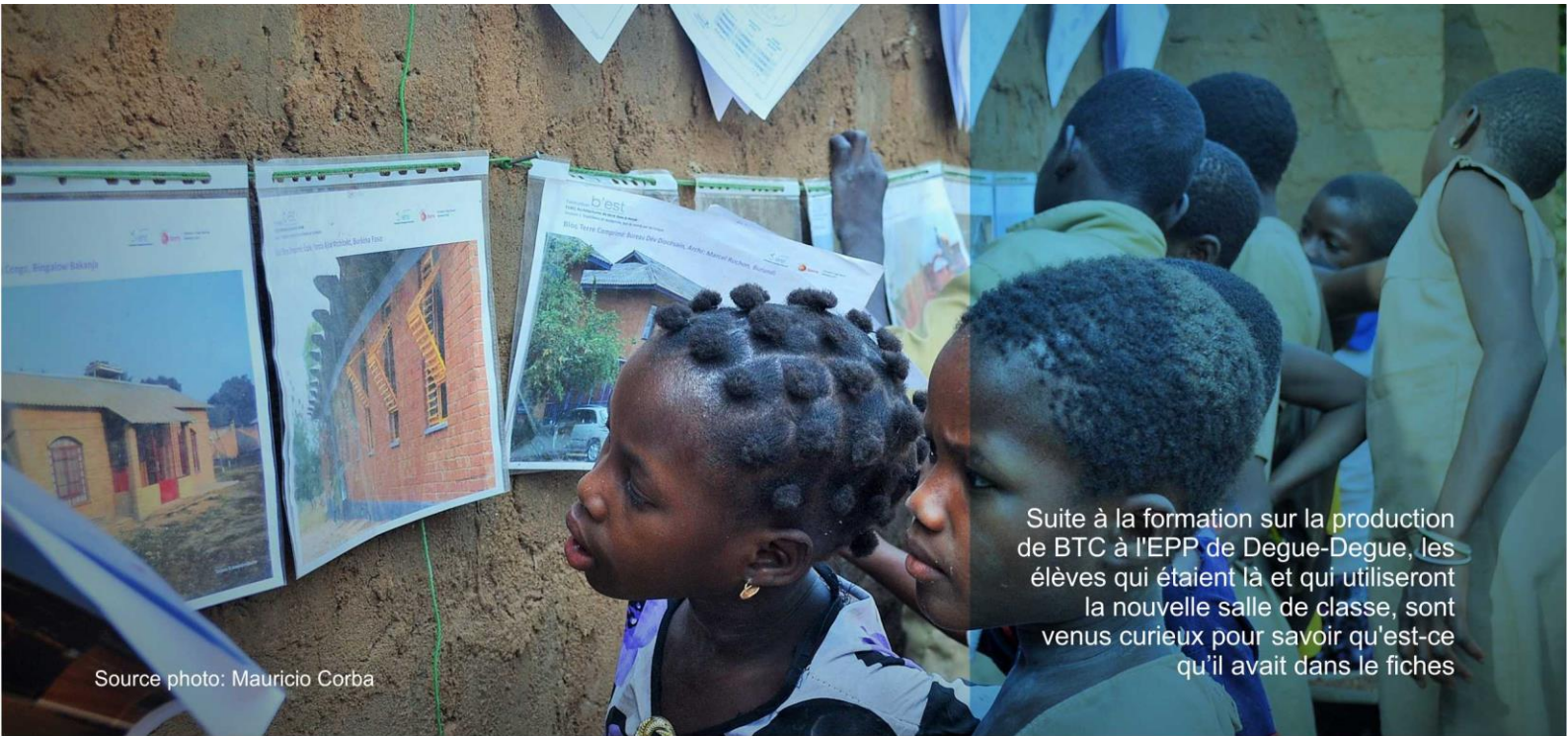
**Type:**  
transversante avec claustras et fenêtres orientés selon le sens des vents dominants. Utiliser la végétation pour rafraichir l'air



Soleil en juin 77,3° au nord

Course du soleil le reste de l'année

Soleil en décembre 60,5° au Sud



Suite à la formation sur la production de BTC à l'EPP de Degue-Degue, les élèves qui étaient là et qui utiliseront la nouvelle salle de classe, sont venus curieux pour savoir qu'est-ce qu'il avait dans les fiches

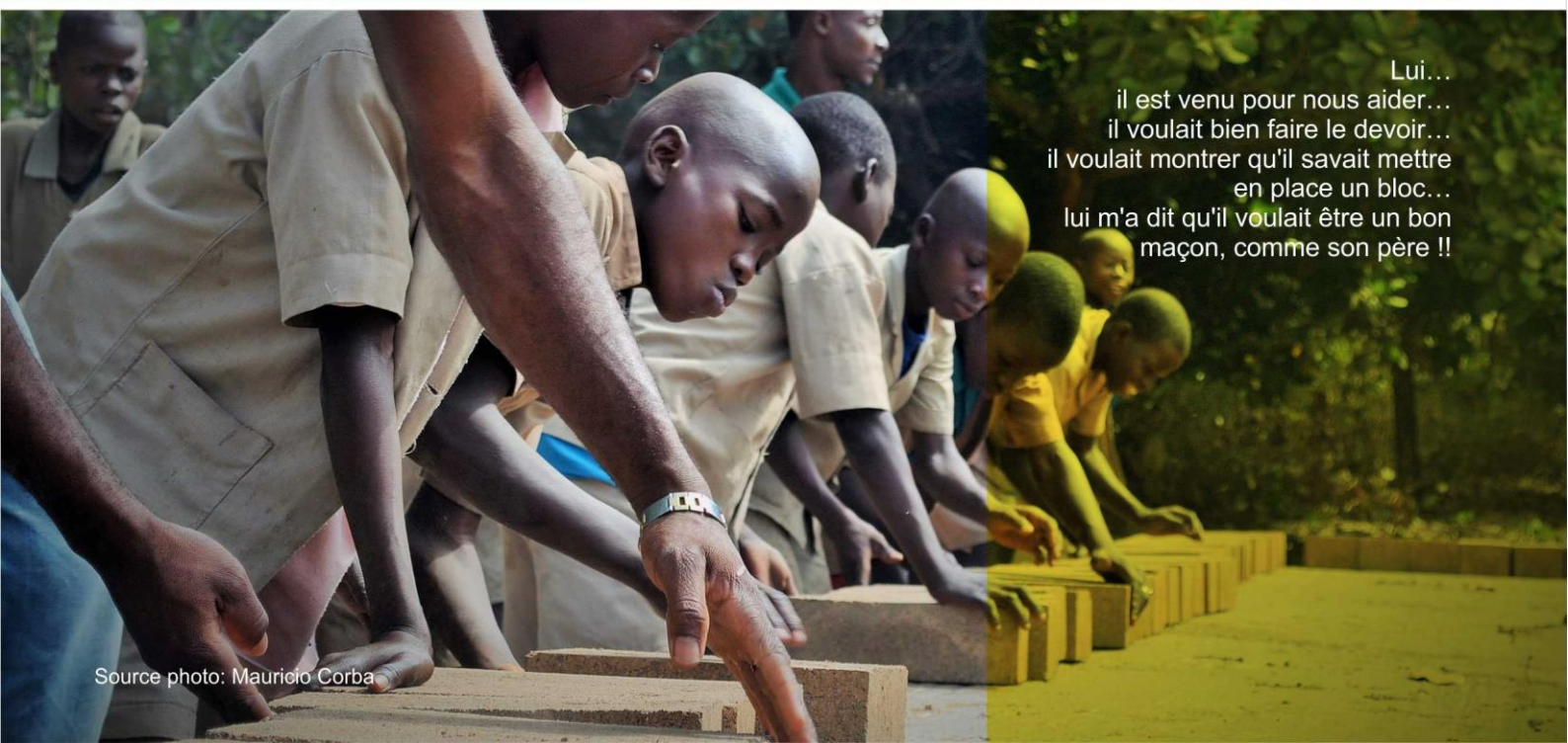
Source photo: Mauricio Corba



Étaient quatre personnes pour transporter plus de 500 BTCs du lieu de stockage jusqu'à la dalle, à peu près 20m. On voulait utiliser ces BTCs pour la formation en calepinage des deux premières rangées. Transporter ces BTCs entre les 4 personnes pourrait prendre plus de 1h30. L'enseignant qui était près de nous, nous a dit, "attendez!", les enfants vont nous aider. Après 15 minutes, tous les blocs étaient déjà sur la dalle...



Source photo: Mauricio Corba



Lui...  
il est venu pour nous aider...  
il voulait bien faire le devoir...  
il voulait montrer qu'il savait mettre en place un bloc...  
lui m'a dit qu'il voulait être un bon maçon, comme son père !!

Source photo: Mauricio Corba

# Réflexions sur la reproductibilité et l'impact sur l'habitat

Tout d'abord, l'utilisation des matériaux locaux comme la terre revêt un aspect important pour l'amélioration de l'habitat local, car il y a un grand nombre des maisons construites en terre. Pour la conception des trois salles de classes, un des critères était liée à la réflexion de la reproductibilité à grande échelle et la reproductibilité pour l'amélioration de l'habitat:

## Reproductibilité pour la construction de plusieurs écoles «changement d'échelle»

Ce point a été abordé avec l'idée d'un système constructif indépendant, c'est-à-dire que le projet doit se construire par étapes (fondation, mur porteur, toiture, claustras et allèges), où l'entreprise peut à un moment donné faire participer la communauté et élaborer les détails techniques plus complexes. Par exemple, l'entreprise construit la fondation jusqu'à la dalle en béton, puis la communauté fabrique le BTM et si possible construit le mur en BTM, et après l'entreprise finalise le projet. De plus, on fait appel au modèle mixte de construction, où l'entreprise et la communauté peuvent construire l'école de manière collective. Si la communauté participe au projet, ses membres vont valoriser leur travail et gagner en acquis leur permettant d'améliorer leur propre habitat. Cependant, une des contraintes est liée à l'organisation, les tâches, les objectifs, et surtout la responsabilité et les temps de chaque acteur : entreprise et communauté.

Ceci, parce que la communauté a un processus plus lent que l'entreprise. Différentes questions se posent alors : Quelles seront les conditions pour que le travail entre entreprise et communauté se développe de manière favorable ? Comment garantir la qualité du travail de la communauté ? L'entreprise peut-elle avoir un but de formation communautaire ?

## Reproductibilité pour l'amélioration de l'habitat

Il s'agit du potentiel et de la pertinence des techniques et détails constructifs utilisés dans le projet de salle de classe, pour une contribution à l'amélioration des maisons locales. D'ailleurs, le projet a été aussi réfléchi par rapport à l'échelle (taille) de la salle de classe pour la rendre proche de l'échelle d'une maison. Dans les projets de salle de classe décrit ici, les principes constructifs et plusieurs détails constructifs comme le calepinage d'un mur simple et double ; la fixation des fenêtres, portes et toiture sur le mur ; et le système structurel, ont été pensés pour que ceux-ci puissent, à un moment donné, être utilisés et adaptés dans la construction d'une maison.

En sachant que la culture constructive la plus remarquable dans le contexte local était le «*banko – maçon gôlier*», il a été proposé de concevoir une école dans cette technique. Cependant cette conception n'a pas été retenue car la communauté et aussi les entrepreneurs n'étaient pas assez favorables à l'utilisation de cette technique dans un bâtiment public. D'ailleurs, ils ont manifesté un intérêt plus grand pour les techniques de BTC et le BTM. Il faudra, dans le futur concevoir et réaliser une salle de classe dans la technique de «*banko – maçon gôlier*» pour donner des exemples de bonnes pratiques techniques pouvant améliorer ce type d'habitat.

## Les premières évidences de reproductibilité

Suite à la formation en matériaux locaux, deux des entreprises ont reproduit les connaissances qu'elles y avaient acquises. Ainsi, une maison privée en BTC, un séchoir à Moringa en BTC et des incinérateurs aussi en BTC ont été construits. Ces phénomènes de reproduction ont eu lieu au cours des 6 mois suivant la formation.

## Séchoir à Moringa / Entreprise Goura & Fils

Un entrepreneur produisant de la poudre de Moringa a émis le besoin d'un nouveau local de séchage pour ses feuilles de Moringa. La conception a été pensée avec un ingénieur thermicien (Basile Galey). La circulation de l'air et le taux d'humidité dans le bâtiment sont les deux facteurs les plus déterminants dans le séchage des feuilles. Le bâtiment a donc été pensé en adobe et de murs doubles avec un système de circulation de l'air naturel grâce à des claustras en BTC et toiture double pente. Ces trois principes ont été une évidente reproduction de ceux utilisés dans la construction des salles de classe.

## Maison privée 3 chambres + salon / Entreprise Goura & Fils

Suite à la formation, l'entrepreneur a été approché par un client pour réaliser une maison selon des plans déjà établis. L'entrepreneur lui a proposé de réaliser la maison en BTC exposant tous les avantages au client qui a accepté le projet. Aucun problème particulier n'a été noté dans la réalisation du projet sauf le devis qui a été sous budgétisé en amont. Le chantier se déroule dans un nouveau quartier de Parakou en pleine urbanisation. La maison servira de bâtiment témoin et fait déjà de nombreux intéressés.

Suite à ce projet, un dossier type pour une maison 3 chambres + salon a été réalisé avec un devis estimatif (qui sera revu pour chaque projet), à proposer aux clients.

## Incinérateurs / Entreprises ZAF

La chambre de l'incinérateur est réalisée en BTC et recouverte par la suite de blocs ciment. Le marché était composé de 10 incinérateurs répartis dans toute la région du Borgou. L'entrepreneur a donc choisi de produire l'intégralité des briques sur un chantier et de les déplacer sur les autres afin de ne pas déplacer la presse pour un petit nombre de briques à produire.



Séchoir à Moringa. Source : Pernelle Monteil



Maison privé, 3 chambres salon, construit en BTC. Source : Pernelle Monteil



Incinérateur construit en BTC. Source : Pernelle Monteil

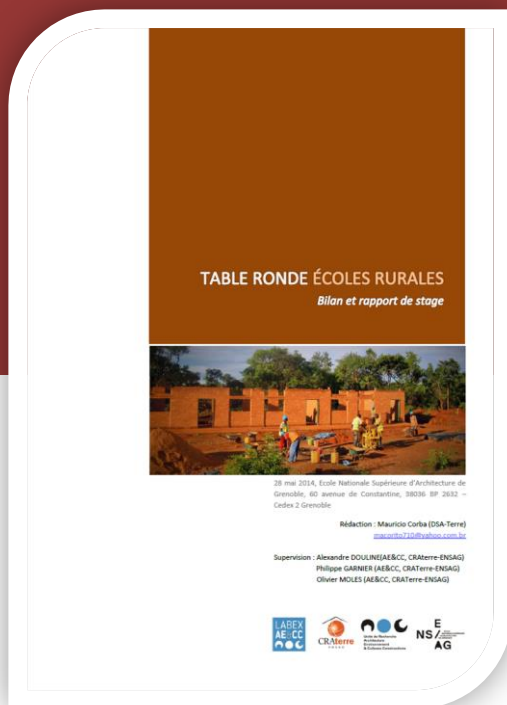




Jour de l'inauguration de la salle de classe. Cet évènement est aussi une stratégie pour que la communauté locale regarde que c'est possible de construire un bâtiment public avec les matériaux qu'eux l'utilisent dans ces maisons.

Source photo : Pernelle Monteil

## Table ronde sur écoles rurales dans le festival Habiter léger pour la planète – France



### Généralités

- **Titre du stage** : Bilan table ronde : écoles rurales
- **Durée du stage** : 20 jours
- **Organisme d'accueil** : Unité de recherche AE&CC et le laboratoire CRATERRE – ENSAG.
- **Groupe cible du projet** : professionnels ayant une expérience dans la construction des infrastructures scolaires en matériaux locaux.
- **Participants de la table ronde** :

Olivier MOLES (AE&CC, CRATerre-ENSAG)  
Philippe GARNIER (AE&CC, CRATerre-ENSAG)  
Christian BELINGA (AE&CC, CRATerre-ENSAG)  
Wilfredo CARAZAS (AE&CC, CRATerre-ENSAG)  
Laure CORNET (Architecte diplômé DSA Terre)  
Nuria SANCHEZ MUÑOZ (DSA Terre)  
Alexandre DOULINE, CRATerre-ENSAG, consultant pour Misereor  
Mauricio CORBA, DSA-Architecture de Terre

### Contexte de la demande

La Table Ronde a été réalisée dans le cadre du festival HABITER LÉGER POUR LA PLANÈTE du 26 au 31 mai 2014, organisé par l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Unité de recherche AE&CC et le laboratoire CRATERRE – ENSAG. Cette table ronde a été mise en place pour faire avancer les discussions sur la construction des infrastructures scolaires en matériaux locaux à travers l'expérience de Craterre et aussi comme une stratégie de recueil des données sur le sujet de ce mémoire : l'impact des infrastructures scolaires sur l'amélioration de l'habitat.

Cette table ronde a permis à plusieurs invités expérimentés d'échanger et de réfléchir sur les spécificités dues à l'utilisation du matériau terre dans la conception, la réalisation et l'utilisation d'infrastructures scolaires en zones rurales.

L'objectif de la table ronde était de mettre en évidence différents éléments de réflexion, lesquels peuvent, ultérieurement, contribuer à définir des axes de réflexions nécessaires à l'élaboration de projets de construction à grande échelle en intégrant l'influence sur l'habitat.

## Objectifs du travail

- Aider à la mise en place d'une réunion d'échange et de réflexion sur les spécificités dues à l'utilisation du matériau terre dans la conception, la réalisation et l'utilisation d'infrastructures scolaires en zones rurales, pendant le festival Grain d'Isère.
- Recueillir des données concernant le sujet de ce mémoire, comme stratégie du développement de la méthode de recherche.

## Méthode du travail

- Prise de contact des différents professionnels ayant une expérience concernant les infrastructures scolaires et ensuite invitation à participer à la table ronde ;
- Echanges d'expériences personnelles en matière d'écoles ;
- Identification des constats, questionnements et sujets d'analyses ;
- Elaboration d'un SWOT sur le changement d'échelle ainsi que sur l'impact sur l'habitat des infrastructures scolaires construites avec des matériaux locaux, notamment la terre.

## Résultats principaux

- Elaboration des constats
- Identification des questionnements
- Sujets de réflexion
- Elaboration du SWOT

### Elaboration des constats

- Il y a une très forte demande à cause de l'augmentation démographique par exemple en Afrique,
- L'éducation fait partie d'une grande priorité de développement au niveau international,
- Demande quantitative : il y a beaucoup de financements disponibles, auprès de grands bailleurs institutionnels, des fondations et des ONG, c'est un aspect positif mais c'est en même temps extrêmement problématique de ne pas réussir à développer de bons projets. Il

faut avoir des réponses vraiment quantitatives et opérationnelles,

- Vitesse vs précipitation : le changement d'échelle n'est pas simplement une question de vitesse car il faut éviter la précipitation – « source d'erreurs » ;
- L'école est un lieu emblématique, lieu du savoir, lieu de la reconnaissance, lieu de l'espoir, etc.,
- Vision internationaliste du monde comme modèle occidental unique,
- Le changement d'échelle est notamment lié à la "règle" de se passer du marché local - ce qui n'est pas le cas pour les projets d'écoles communautaires, c'est le cas de gros projets financés, par exemple, par l'Agence Française de Développement, par la Banque Mondiale, etc.

### Identification des questionnements

- Comment réussir à mettre en place des projets d'infrastructures scolaires à grande échelle et sortir de l'idée seulement de faire un projet pilote d'école ? ;
- Que nous manque-t-il pour vraiment arriver à faire un projet à grande échelle ? Sachant que l'école n'est pas un projet architectural seulement, c'est aussi l'environnement qui l'entoure ;
- Peut-on améliorer l'habitat, en particulier le logement social, à travers les projets de construction d'écoles ? ;
- Comment à travers le cas de l'école peut-on contribuer à améliorer les pratiques de construction de l'habitat ? ;
- Quelle est la différence entre une école en termes de construction et un bâtiment classique de l'habitat ? Peut-on faire un lien direct ? ;
- Écoles et cultures constructives, antagonisme ou convergence ? ;
- Qu'est-ce qu'une école (morphologie, taille, etc.) ? ;
- Comment un projet d'école peut impacter positivement le développement local (l'école comme double levier de développement) ? ;
- Qui sont les parties prenantes pour la construction d'une école ? ;
- En utilisant les matériaux locaux est-ce qu'un entrepreneur peut faire sa marge ? est-ce que

je suis couvert ? qui prend le risque ? quel risque ? ;

- Quel est notre rôle dans l'influence des programmes pédagogiques et dans la vision du monde internationalisé (modèle occidental unique) ? ;
- Parvient-on, en tant qu'architectes à faire de bons projets d'écoles ? ;
- Quelle est l'échelle ? Exemple : si une organisation internationale nous demande de faire 1000 écoles dans les 3 ans à venir, comment faisons-nous ? Nous avons l'option de répondre que nous ne pouvons pas le faire sur cette durée, parce qu'il faudra bâtir des compétences, puis d'autres compétences, et c'est ainsi que nous aimerions procéder, mais le bailleur de fonds peut avoir d'autres contraintes. En l'occurrence peut être que cette organisation internationale est prête à accepter ce déroulé, mais elle demandera si finalement elle aura ses écoles ;
- La question de la durée de l'investissement est importante, en fonction du choix des matériaux, combien de temps celui-ci dure-t-il ? Si on construit une école en parpaing, en bois, en kirinting ou en adobes, combien de temps cela dure-t-il pour que l'Etat doive de nouveau réinvestir de l'argent pour refaire la même école ?

### Sujets de réflexion

Les sujets de réflexion ont été classés en différents piliers : sujets généraux, formation, technologie/technique/architecture, économique, social, culturelle et environnementale

### Sujets généraux

- L'école c'est différent d'une maison,
- Limites et contraintes de la comparaison entre école et maison
- Ecole adapté à chaque endroit,
- Changement d'échelle et optimisation,
- École comme un processus,
- Rôle de l'architecte,
- Approche pour la construction à grande échelle,
- Limites et contraintes des projets contextualisés à grande échelle
- Mise en œuvre du projet de manière intégrale
- Impacts négatifs au long terme
- Adaptation constructive entre la tradition et la

modernité

- Impact de la construction des écoles dans le milieu rural
- Changement d'échelle
- Reproductibilité
- Ecole communautaire vs école publique
- Multiplier = optimiser tout en étant fidèle aux cultures constructives
- Une école comme un produit ou comme un processus
- Mesure des impacts
- Beaux projets vs beaucoup d'écoles (avoir le nombre)
- Ecole comme un modèle de construction pour renforcer les capacités locales
- Projets adaptés au contexte

### Formation

- Formation des administrations locales,
- Stratégie du choix de personnes à former,
- Impacts positifs de la formation,
- Survie et motivation,
- Formation communautaire et des entreprises,
- Limites de la formation pour la grande échelle,
- Vitesse et lenteur de la formation à grande échelle
- Formation pour le suivi financier,
- Partenariats entre centres de formation
- Formation mesurable
- Systèmes économiques informels pour la formation de la communauté
- Compétence technique de tous les matériaux
- Ecoles d'architecture près du milieu local
- Renforcement de la gestion de matériaux locaux par les entreprises
- Vitesse de la formation technique
- Priorités de formation technique
- Formation des formateurs
- Niveau d'études et compétences professionnelles
- Formation de base et simplicité pédagogique
- Formation des petits artisans pour l'amélioration de l'habitat
- Formation du cycle complet de construction
- Renforcements des centres de formation professionnelle
- Renforcement des formateurs dans les centres de formation professionnelle
- Potentiel des professionnels formés par Craterre

### Environnementale

- Impact lent sur l'environnement et l'habitat,
- Réduction de gaz carbonique à effet de serre
- Sensibilisation des décideurs sur le réchauffement climatique

## Technologie/ Technique /Architecturale

- Technologies scolaires non s adaptées à l'habitat
- Qualité et ouverture aux matériaux locaux,
- Insécurité technique dans le chantier,
- Appropriation communautaire des complexités techniques,
- Gestion, participation et construction mixte,
- Confort thermique,
- Visions et complexités architecturales,
- Réglementation et processus mixte de construction
- Choix techniques pour construire une école
- Etudes et normes à grande échelle
- Contre-exemples
- Reproductibilité technique et son incidence sur l'habitat
- Capacité techniques de mise en œuvre par l'état et la communauté
- Projets basiques
- De la complexité technique aux solutions essentielles
- Evolution et sensibilisation des réglementations
- Détails et solutions techniques adaptés aux conditions économiques locales
- Rapport entre économie locale et produit architectural adapté
- Niveaux au-delà de la technique
- Niveaux d'accessibilité économique des techniques à grande échelle
- Santé et confort des salles de classes
- Typologies et normes constructives
- Evolution de la norme
- Contraintes et adaptation des matériaux modernes
- Les bureaux des écoles comme exemple d'habitat
- Architecture des écoles
- Confort thermique vs position de la personne
- Qualité des espaces de travail
- Matériaux normés vs matériaux locaux (se protéger)
- Capacités par rapport au type de projet et au type de bailleur
- Projets contre-exemple
- Les formes architecturales attractives

- Risques et bénéfices de l'entrepreneur,
- Concurrence du marché,
- Concurrence entre grosses et petites entreprises,
- Sous-contrat par grosses entreprises,
- Recherche de la décentralisation,
- Le problème du monopole,
- Potentiel et expérience du bailleur
- Synergie entre bailleur et maître d'ouvrage
- Financement de l'habitat par le bailleur
- Equilibre entre petites et grosses entreprises
- Projets mesurables
- Dualité des intérêts économiques
- Intérêts économiques des matériaux locaux et conventionnels
- Evolution économique de la main d'œuvre
- Financement du travail de la communauté
- Suivi financier de la dynamique locale
- Suivi financier à grande échelle
- Renforcements des capacités locales pour répondre au marché
- Capacité de l'Etat pour aborder des projets à grande échelle
- Capacité de réponse au marché de matériaux locaux par des grandes entreprises
- Capacité de l'université pour projets à grande échelle et rôle des gouvernements locaux
- Capacité d'auto-construction dans l'habitat et suivi économique d'une école
- Limitation des technologies pour des personnes avec peu moyens
- Insuffisance de ressources économiques, capacité et échanges économiques locaux
- Disponibilité financière et vitesse de la formation et de la construction
- Règles de passation de marché

## Économiques

- Matériau, dynamique et ressources économiques,
- Monopole et spéculation économique des matériaux locaux,
- Stratégies contre le monopole,
- Volontés des acteurs et économie des matériaux,
- Intérêts politiques et économiques et capacités de mise en œuvre,
- Attentes et contraintes du bailleur,
- Utilisation des matériaux locaux par les gouvernements riches,
- Création des filières,
- Démarches et diversités des types de bailleur,
- Catégories d'actions selon le bailleur,

## Culturelle

- Revalorisation des pratiques constructives,
- Rôle des genres en zones de conflit,
- Compression ethnologique
- Impact lent de la beauté culturelle et architecturale,
- Potentiel de la beauté architecturale,
- L'impact de la beauté architectural sur l'habitat
- Changement de l'idée de modernité
- Blocages culturelles et institutionnels
- Reconnaissance culturelle dans l'esthétique architecturale
- Caractéristiques locales d'utilisation de l'espace – modes de vie
- Conception architecturale adaptée aux modes de vie
- Préjugé culturel sur les matériaux locaux et conventionnels
- Ecole et établissements humains
- La question de l'entretien

## Social

- Blocages par la guerre civile,
- Processus lent des impacts,
- Corruption, violence et blocages,
- De la culture de guerre à la culture de paix,
- Compétence professionnelle,
- Dynamiques de vie et usages des écoles et maisons,
- Espaces communautaires comme approche pour l'amélioration de l'habitat,
- Fausses priorités,
- Conditions et envies des gens formés,
- Constructions des écoles en zone de conflits,
- Stratégies de concertation et communication
- Rôle des parents
- Répartition des tâches et participation de la communauté
- La compression du caractère social par l'entreprise
- Sensibilités des entreprises pour travailler avec des professionnels intéressés par les matériaux locaux
- Construction sans architectes et simplicité des projets
- Contraintes dans le choix des groupements à niveau local
- Appropriation technique post-occupation
- Préjugés même de la part de l'Etat
- Interdiction de la construction en terre
- Problématique sociale et impact des écoles sur l'habitat
- Besoins et sur-utilisations des salles de classes
- Synergie entre les différents ministères de l'Etat
- Matériaux locaux et dynamiques sociales
- Communautés scolaires

### Elaboration du SWOT

Pour aborder la mise en place du SWOT, deux grands sujets d'analyses ont été choisis :

- Ce qui concerne le changement d'échelle : développement de programmes pour la construction de nombreuses infrastructures scolaires.
- Ce qui concerne l'impact des infrastructures scolaires sur l'habitat : rapport entre l'infrastructure scolaire et différents éléments de l'habitat comme le logement.

La réalisation du SWOT a débuté par la question du changement d'échelle puis ce qui concerne l'impact sur l'habitat. Par manque de temps pour la table ronde et en raison de la complexité de ces sujets, il sera nécessaire de développer encore plus l'identification du SWOT. Voici le résultat :

## CHANGEMENT D'ECHELLE / IMPACT SUR L'HABITAT

### INFRASTRUCTURES SCOLAIRES CONSTRUITES AVEC DE MATERIAUX LOCAUX

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapté aux contextes</li> <li>• Attractif</li> <li>• Pertinent pour l'utilisation des matériaux locaux</li> <li>• Réalité en Afrique (école primaire = 70enfants/classe de 6m x 9m)</li> <li>• Potentiel de l'intérêt économique local</li> <li>• Rapidité du transfert de compétences techniques</li> <li>• Attire énormément de gens pour apprécier le bâtiment</li> <li>• Adaptation facile au climat</li> <li>• Succès d'estime</li> <li>• Création des filières et emploi</li>   <li>• <b>Adaptation vers un système constructif moderne</b></li> <li>• <b>Formations de petits artisans</b></li> <li>• <b>Possibilité de construire beau (avec adobe)</b></li> <li>• <b>Adaptation de typologies modernes d'architecture</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ce n'est pas standard</li> <li>• Normes à mettre en place</li> <li>• Maitrise d'ouvrage à mettre en place</li> <li>• Monopoles technologies ou experts</li> <li>• Blocage des professionnelles par manque de connaissances</li> <li>• Capacité de réponse en lien avec type de projets (parties prenantes)</li> <li>• Filières construction et production n'existent pas</li> <li>• Administration des ressources économiques à grande échelle</li> <li>• Manque de compétence technique et gestion de projet</li> <li>• Volonté et rôle du bailleur</li> <li>• Volonté des administrations locales et de l'état</li> <li>• Normes non flexibles</li> </ul>
OPPORTUNITES	OBSTACLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact environnement (Financement du Fonds Carbone) (Le ciment fait 5% des émissions CO2)</li> <li>• Diminution de la consommation de ciment</li> <li>• Possibilité de partager les taches (sol/toiture, remplissage/finition)</li> <li>• Exploration et mise à profit des créativité</li> <li>• Augmentation des revenus des entrepreneurs</li> <li>• Solutions de gestion du chantier mixte (structure + toit et habillage + entretien)</li> <li>• Chantier école</li> <li>• Formation professionnelle, tous métiers : coordination, suivi, production, et main d'œuvre</li> <li>• Formation de décideurs</li> <li>• A la mode ?</li> <li>• Crise économique</li> <li>• Artisans formés autonomes. Location d'équipements (maison, toilette)</li>   <li>• <b>Exemples des toilettes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Amélioration de l'hygiène</b></li> <li>- <b>Surface logement et bureau (3m x 4m)</b></li> <li>- <b>Influence sur l'habitat</b></li> <li>- <b>Ecole en BTC, influence classes sociales (péri-urbain)</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La contrainte du suivi financier bloque la participation communautaire</li> <li>• Mélange de trop d'objectifs (habitat, formation, promotion, réponse aux besoins)</li> <li>• Contre exemples (d'adobe et BTC)</li> <li>• Intérêt économique des entrepreneurs</li> <li>• Concentration de l'argent</li> <li>• Monopôle</li> <li>• Blocage par la guerre (selon contexte)</li> <li>• Blocage institutionnelle (pas prendre de risques)</li> <li>• Centres de formation professionnelle "faibles"</li> <li>• Blocage culturel</li>   <li>• <b>Très difficile de convaincre pour construction en "boue" pour valoriser les cultures constructives locales</b></li> <li>• <b>Amélioration de l'habitat en Boue par défaut</b></li> <li>• <b>Incompréhension du : espace, lumière, ventilation</b></li> <li>• <b>Illustration des modèles occidentaux</b></li> <li>• <b>Méconnaissance de l'imaginaire lié à la terre.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Du beau au Moderne</b></li> </ul> </li> </ul>



## Bilan bibliographique sur l'infrastructure scolaire au Craterre – France

### Généralités

- **Titre du stage :** Infrastructure scolaire : Bilan de références bibliographiques
- **Durée du stage :** 1 mois et 10 jours
- **Organisme d'accueil :** Unité de recherche AE&CC et le laboratoire CRATERRE – ENSAG.

### Contexte de la demande

L'étudiant de DSACraterre Mauricio Corba a fait une proposition à Craterre pour capitaliser dans une base de données les expériences du laboratoire, ainsi que pour identifier d'autres références bibliographiques archivées au Centre de Documentation de Villefontaine, concernant le sujet des infrastructures scolaires. Ce travail de recherche faisait partie de la stratégie de méthode de recherche pour l'élaboration de ce mémoire.

### Objectifs du travail

- Trier l'information enregistrée dans la bibliothèque de CRATERRE concernant le thème des infrastructures scolaires construites en terre crue.
- Analyser la documentation concernant le thème des infrastructures scolaires construites en terre dans les zones rurales.
- Rédiger une synthèse permettant de dégager les principaux axes de recherche utiles aux futurs projets de réalisation et d'utilisation des infrastructures scolaires en zones rurales, pouvant impacter sur habitat environnant.

### Méthode de la recherche

La recherche documentaire s'est faite en différentes étapes, par exemple :

- Élaboration d'une **première recherche** et liste de références bibliographiques à partir du Catalogue du Centre de Documentation de l'Unité de Recherche AE&CC. Dans cette première recherche les mots-clefs suivant ont été utilisés :
  - Infrastructure scolaire : 7 résultats
  - Bâtiment scolaire : 91 résultats
  - École : 1276



- Révision des bibliographies qui étaient référencés dans certains documents ;
- Interview de quelques professionnels du Craterre pour obtenir des pistes de documents ou projets concernant les écoles ;
- Identification des pistes de projets et bibliographies, dans la table ronde Ecole Rurale organisé pendant le Festival Grains d'Isère.
- Élaboration d'une **deuxième recherche** sur le Catalogue du Centre de Documentation de l'Unité de Recherche AE&CC, en utilisant des mots-clés spécifiques et en diverses langues : français, anglais, espagnol, portugais, Italien et allemand.
- Élaboration des listes en identifiant des projets, notamment les écoles où Craterre avait participé et non participé ;
- Vérification des références bibliographiques à partir de leur titre et de leur résumé ;
- Visite de la Maison Levrat pour la vérification des documents ;
- Scan de la couverture et de quelques pages des documents auxquels Craterre avait participé.

## Résultats principaux

Le principal résultat est une liste complète de références bibliographiques concernant directement (école) et indirectement (autres centres d'enseignement, maison d'enseignant, etc.) le sujet d'infrastructure scolaire, entre 1980 et 2014. Pour compléter ce bilan, une base de données bibliographiques extraites de la UNESCO a aussi été annexée.

En raison de la durée de stage réduite et du gros volume de documents trouvés, il n'a pas été possible de réaliser une analyse beaucoup plus profonde sur les différents aspects traités dans les documents, notamment sur ceux qui concernent le rapport de l'école avec l'habitat. Cependant, ce travail favorise comme une première étape, le début d'un long travail de réflexion sur le parcours que Craterre a développé sur la thématique d'infrastructure scolaire construite en terre.

Avec ce travail, a été possible d'identifier :

- 287 documents qui concernent directement et indirectement les infrastructures scolaires ;
- 99 documents concernant des projets qui ont été rédigés avec la participation de Craterre ;
- 82 documents concernant des projets d'infrastructure scolaire dont Craterre a participé.

De plus, ce travail a permis d'identifier les sujets les plus traités en ce qui concerne les infrastructures scolaires :

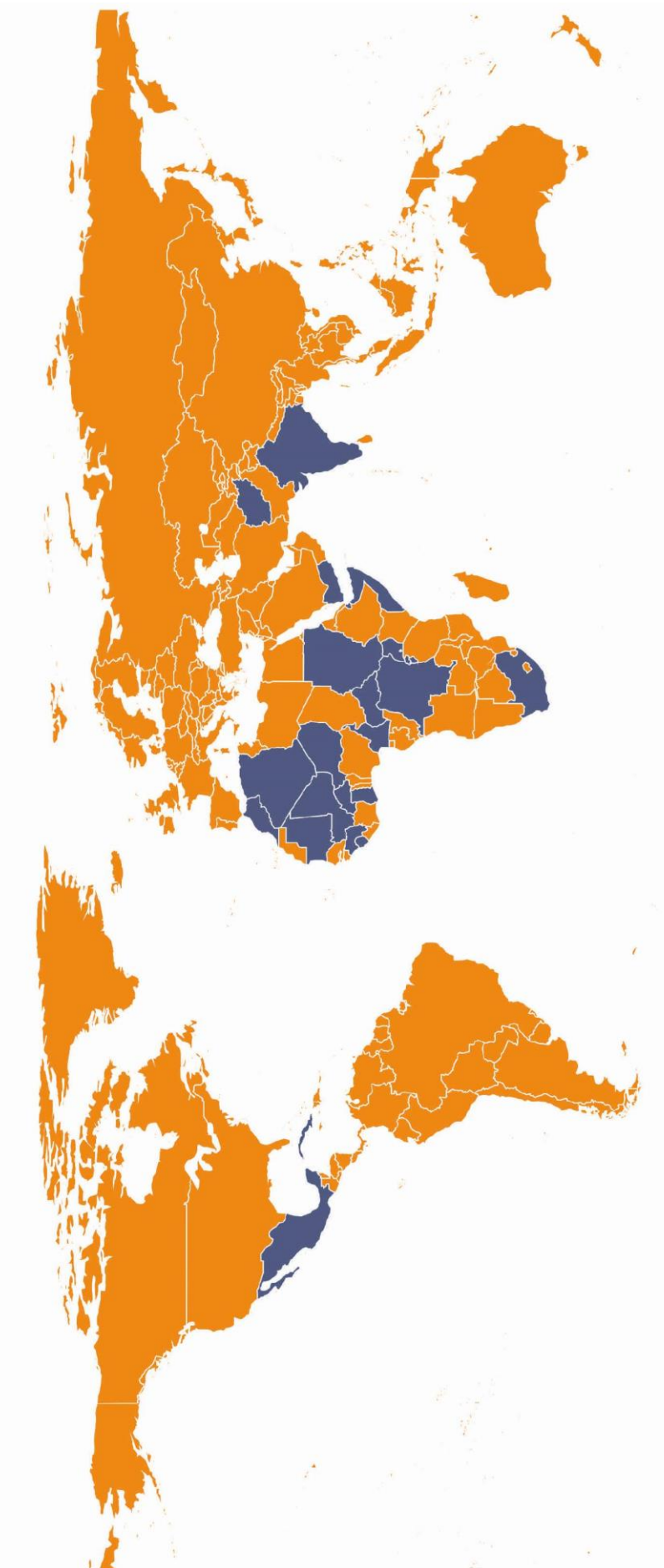
### Sujets les plus traités dans la documentation des infrastructures scolaires

- Prescriptions et documentation technique
- Etudes de faisabilité
- Prototype d'école et salle de classe
- Projets pilotes
- Standards de construction d'écoles
- Conception architecturale
- Incidences économiques et sociales de la construction de bâtiments publics
- Ecole dans le milieu rural et urbain
- Politique d'éducation
- Ateliers de formation (sensibilisation, conception, production, construction)
- Amélioration et réhabilitation d'écoles
- Construction économique d'école
- Diagnostics et propositions des équipements scolaires
- Evaluation de prototypes d'école et de logements
- Construction d'école avec des matériaux locaux
- Appui au développement des filières pour la construction d'école
- Développement rural
- Projet intégral d'habitat (Bâtiment public et logement)
- Identification de la culture constructive pour la construction d'école
- Entretien du bâtiment
- Construction durable
- Reconstruction post-désastre
- Recommandations pour la construction d'école à petite et grande échelle
- Appui au redressement du secteur de l'éducation
- Conception contemporaine d'école
- Guidelines pour la conception et construction d'école
- Amélioration de la lecture de plans d'école
- Etude de cas des écoles

Parmi les autres résultats, il faut citer une carte avec la production documentaire dans chaque pays des projets où Craterre a soutenu des projets d'infrastructures scolaires :

# Infrastructure scolaire

Expériences développées par Cratère  
1980 - 2014



**Afghanistan**  
Projet de construction d'écoles en matériaux locaux en Afghanistan.  
Développement of technical proposals for Afghanistan; construction of Vauts.  
Promotion of local know-how and local technologies. Support of VJSAF Activities in Afghanistan.

**Afrique du sud**  
Cooperation programme on earthen architecture in South Africa.

**Algérie**  
Amélioration de l'habitat; prévention des catastrophes naturelles dans les Camps des Réfugiés Sahariens à 'Inhoud' - Algérie

**Burkina Faso**  
Briques terre cuite; descriptions à incorporer dans le cahier des charges du lycée technique de Ouagadougou.  
Réduction des standards de construction des écoles primaires au Burkina. Potentialités de la filière ADOBE.  
Projet éducation III Burkina Faso.  
Évaluation de prototypes d'école primaire et de logements de maîtres à Nongane.

Programes pilotes de construction d'écoles primaires à coûts réduits. Bilan de la collaboration du CRA/Terre-EAG 1988-1990.  
Ministère de l'enseignement de base et de l'alphabétisation de masse - Burkina Faso.  
Évaluation de prototypes d'écoles primaires et de logements de maîtres à 'Yagne et à Sorigo'.  
Projet d'école Mougane Améliore au Burkina-Faso.  
Étude de cas : écoles primaires au Burkina Faso.  
Burkina Faso.  
Scolaire d'essai. Mud schools.  
Building with local materials and indigenous know-how.

**Burundi**  
Rapport de mission au Burundi. Construction démonstratif de salle de classe.  
Rapport de mission au Burundi. Programme école primaire.

**Cameroun**  
La zone nylon : enjeu et perspectives à l'échelle nationale de planification et la construction d'un groupe scolaire à Tergal (TPFE).

**Centrafrique**  
Ile projet éducation RCA/IDA banque mondiale.  
Atelier de réflexion sur les améliorations à apporter aux écoles du Itiene projet.

**Cuba**  
Appui au développement d'une filière terre pour la construction économique à Cuba.

**Djibouti | Mauritanie | Somalie | Soudan | Yemen**  
Feasibility study on low-cost educational buildings.

**Yemen**  
Prototype of school construction in the people's Democratic Republic of Yemen.

**Mexique**  
Tecnología de tierra y su aplicación en la construcción de espacios educativos. Curso de Construcción de Escuelas. México D.F., 8-19 de Marzo de 1982. Serie : Estudios e Informaciones. N°1

**Ghana**  
Sustainable rural housing Navrongo-Bogtanga, Ghana. Habitat et infrastructures publiques dans le district de Navrongo-Bogtanga, Ghana.

**Mayotte**  
Inséances économiques et sociales de la construction de 3500 logements à 500 bâtiments publics en terre à Mayotte. La reliance de la filière BTC à Mayotte : typologie des éléments et systèmes constructifs.

**Niger**  
Les équipements scolaires du 1er degré dans la préfecture de Niamey, Diagnostic et Développement rural de Mayahi.  
Mission exploratoire dans le cadre de la réalisation d'un projet de construction d'école d'une école et d'un dispensaire dans la région de 'Iermi' au Niger.

**Zaïre**  
Formation sur la construction économique. Rapport de mission dans l'école n° 8 novembre au 10 décembre 1984.

**Inde**  
Udavi school at Edayanchavadi  
Quelques réalisations de ces derniers mois. Construction école.

**Mali**  
Recommandations pour la construction de centres scolaires dans les zones de Bandiagara, Patrimoine Mondial.

**Maroc**  
Rapport de mission et esquisse d'une maternelle / préscolaire pour la communauté d'Aknabich.

**Ouganda**  
Earth Architecture in Uganda. Pilot project in Bushenyi.

**République Démocratique du Congo**  
République Démocratique du Congo. Projet d'Appui au Redressement du Secteur de l'Éducation (PARSE). Stratégie nationale pour la réhabilitation et la construction des écoles de qualité au moindre coût.  
Reconstruction post-désastre (guerres et inondations) : Renforcement des plaines

démobilisés : Préparation au désastre (inondation, séisme)  
**Rwanda**  
Formation sur la construction économique. Reize n° 8

**Sierra Leone | Guinée**  
Projets pilotes pour des centres villageois de ressources éducationnelles en Guinée et Sierra Leone.

**Guinée-Bissau**  
Manuel de construction scolaire en Guinée-Bissau (Volume 1). C 15. Projet architecture Economique.  
Sonde, école primaire, éducation. Proposition de construction en terre (cas de terrain en pente).

**Somalie**  
16 classrooms rural primary school for the Democratic Republic of Somalia.  
Rural primary school for the Democratic Republic of Somalia.  
Feasibility study on the development of low-cost educational buildings and furniture.

## Réflexions sur la reproductibilité et l'impact sur l'habitat

Suite à cette recherche bibliographique, on peut constater que les documents concernant l'impact sur l'habitat et la reproductibilité des infrastructures scolaires ne sont pas nombreux. Cependant, il faut remarquer que dans l'expérience de Craterre, ils existent quatre projets avec une approche directe ou indirecte sur l'habitat locale :

- Programme pilote de construction d'écoles primaires à coût réduit en Burkina Faso ;
- Développement rural de Mayahi, Niger. Bâtiments d'infrastructures et amélioration de l'habitat ;
- Relance de la filière bloc de terre comprimé à Mayotte ;
- Renforcement des compétences locales dans le domaine de l'utilisation des matériaux locaux, District de Navrongo Bogaltanga au Ghana ;
- Amélioration de la construction scolaire en zone sismique et sujette aux inondations, Kabalo, RDC

D'autre part, pour trouver plus de pistes sur le sujet de la reproductibilité et amélioration de l'habitat, des documents concernant par exemple, le développement rural, les projets intégrales d'habitat (bâtiment public et logement) et les incidences économiques et sociales de la construction de bâtiments publics, sont des sujets qui peuvent donner plus de pistes.

# ***Relation entre les projets d'écoles et l'amélioration de l'habitat : études de différentes expériences***

Dans le monde, il existe différentes expériences qui visent la construction d'écoles et l'amélioration de l'habitat. De plus en plus, les professionnels sont motivés et encouragés pour s'impliquer dans des projets de développement durable, surtout dans les contextes plus défavorisés. Mais il reste encore un long chemin de formation et renforcement des capacités locales pour que l'architecture locale amène des évolutions et reproductions sociales, économiques, environnementales ainsi que techniques et architecturales.

Ce chapitre, il s'agit de mettre en évidence plusieurs aspects du rapport entre écoles et l'amélioration de l'habitat, à travers de :

- Observations directes et des réflexions réalisées durant les différents stages ;
- Plusieurs opinions et échanges des experts à travers des entretiens ;

- L'analyse de quelques projets à travers de révisions des références bibliographiques ;
- Des opinions personnelles y sont également exposées.

Ce chapitre permet d'avoir un regard plus globale des différentes approches pour mettre en évidence l'amélioration de l'habitat à travers la construction des écoles, soit avec des initiatives de la propre communauté, des professionnels liés à l'université ou à des organisations internationales et quelques pistes sur la participation du gouvernement.

La plupart des expériences ont un lien très proche avec des approches de formation, soit pour la reproduction des architectures contemporaines soit pour des architectures traditionnelles. De plus les données qui seront présentées correspondent au contexte plutôt africain et rural. Et notamment son rapport avec les matériaux locaux.

## Des avis et des échanges professionnels: l'école et l'amélioration de l'habitat vues par des experts

S'agit ici de mettre en valeur quelques avis par rapport à plusieurs aspects, résultat des échanges et interviews avec des professionnels liées à l'architecture en terre, les écoles et l'amélioration de l'habitat. Ces professionnels sont :

- **Anne-Monique BARDAGOT**<sup>15</sup> / Ethnologue / Directrice scientifique du laboratoire CRAterre - ENSAG
- **Basile CLOQUET**<sup>16</sup> /Architecte / DSA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG
- **Christian BELINGA NKO'O**<sup>17</sup> / Architecte / DSA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG
- **Jean DETHIER**<sup>18</sup> / Architecte / spécialiste des architectures en terre
- **Mauricio GANDUGLIA**<sup>19</sup> / Architecte / Coordinateur du programme " *Melhorar Habitação Rural*"- Caritas d'Angola
- **Nelson Izquierdo**<sup>20</sup> / Architecte / Ministère d'Education National de Colombie
- **Olivier MOLES**<sup>21</sup> / T.S. génie civil / CEAA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG
- **Rodolfo ALMEIDA**<sup>22</sup> /Architecte / ex-directeur du CONESCAL et consultant international en architecture pour l'éducation en Amérique latine, auprès de l'Unesco
- **Wilfredo CARAZAS**<sup>23</sup> / Architecte / CEAA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG

Ces échanges ont traité entre autre des aspects liés au rôle de l'architecte, la conception du projet, multiplicité d'usages d'école, l'impact et reproductibilité des écoles sur l'habitat, l'entretien des écoles, le renforcement des compétences, et la pertinence de la terre dans la construction scolaire.

<sup>15</sup> Interview réalisé le 04/juin/2014 à Grenoble

<sup>16</sup> Interview réalisé le 27/octobre/2013 à Grenoble

<sup>17</sup> Interview réalisé le 04/juillet/2013 à Grenoble

<sup>18</sup> Interview réalisé le 28/mai/2014 à Grenoble

<sup>19</sup> Interview réalisé le 04/juin/2014 à Grenoble

<sup>20</sup> Interview réalisé le 22/octobre/2014 à Bogotá - Colombie

<sup>21</sup> Interview réalisé le 30/mai/2013 à Grenoble

<sup>22</sup> Interview réalisé le 11/juillet/2014 à Montpellier

<sup>23</sup> Interview réalisé le 16/mai/2013 à Grenoble

## Le rôle de l'architecte et la conception du projet

« Il faut avoir une vision très critique comme architecte sur la conception d'une école [...] souvent les surfaces du projet sont assez diminués en ne cherchant que l'économie monétaire, sans penser à l'ergonomie, la capacité d'usage de l'espace, [...] une toiture petite ne donne pas d'ombre, il y a surchauffe des murs, les pluies abiment le mur [...] (Wilfredo C.)

« Dans certains endroits (comme le pays dogon – patrimoine mondial) il faut aussi s'adapter au paysage et la taille du volume architecturale, par exemple ne pas avoir un volume d'école trop grand pour ne pas rompre le paysage modeste de l'habitat... » (Basile C.)

« Il faut penser à l'adaptation de détails constructifs traditionnels utilisés dans l'habitat, Le même type de matériau etc... pour proposer une architecture contemporaine [...] il faut réinventer l'architecture des écoles... » (Basile, C.)

« Normalement dans une maison plutôt rurale, l'habitant vient seulement dormir, Il n'a pas besoin de supporter les hautes températures à l'intérieur de la maison, mais, dans le cas d'une école l'enfant passe plus de 4h assis en absorbant la chaleur dedans la salle de classe [...] il faut penser au projet thermique.... » (Wilfredo C.)

« Les normes sont des outils de grande valeur pour l'amélioration de l'architecture scolaire, en Colombie on travaille sur la norme technique<sup>24</sup> pour établir des critères de performance dans la conception d'un infrastructure scolaire. En Colombie c'est assez complexe parce qu'on a une grande diversité de climats et cultures. Malheureusement, la terre n'est pas utilisée de manière évidente dans la construction scolaire, d'un côté pour le préjugé du matériau et pour le manque de normes. Cette norme technique n'établit pas exactement les matériaux mais leurs performances, notamment sur la qualité de l'espace architecturale et structurel, le confort thermique et auditif et aussi la signalisation... » (Nelson I.)

« Dans quelques régions sismiques, par exemple au Pérou, la surface de la porte d'une école est petite comme celle d'une maison ou parce que c'est moins cher, donc, au moment d'un séisme cela cause des problèmes parce que les enfants doivent évacuer rapidement. » (Wilfredo C.)

« pour arriver à faire des bons projets d'écoles, il faut changer cette idée de « leçon » et chercher les espaces les plus confortables pour les enfants [...] il faut développer des critères de design, normes de performance de design [...] que l'école soit conçue de formes flexibles [...] il faut utiliser moins de matériaux industrialisées et maximiser les ressources locales [...] on peut développer des guides de performance technique avec les matériaux locaux comme le bambou et la terre [...] il faut penser aussi aux normes du mobilier [...] avec les normes de performance de design on peut garantir la qualité des écoles à travers des appels d'offre, ceci fait avancer l'architecture scolaire [...] il faut changer l'idée de prototype pour reproduire un même projet d'école sans comprendre le contexte [...] on peut enlever les mesures des plans architecturaux mais renforcer l'idée des critères de performance [...] l'architecte doit être un pédagogue aussi, ou au moins concevoir les projets avec les enseignants qui vont utiliser l'école [...] on peut utiliser un même espace de l'école pour faire plusieurs activités, ça c'est penser en économie [...] c'est mettre en rapport le temps et l'espace [...] pour proposer des bons projets d'écoles il faut penser à plusieurs volets : prototypes, space planning concepts, design guidelines, cost limits, building systems, safety norms (eathquakes, cyclones, floods...), confort norms, space norms, equipment et furniture, educational specifications.... » (Rodolfo A.)

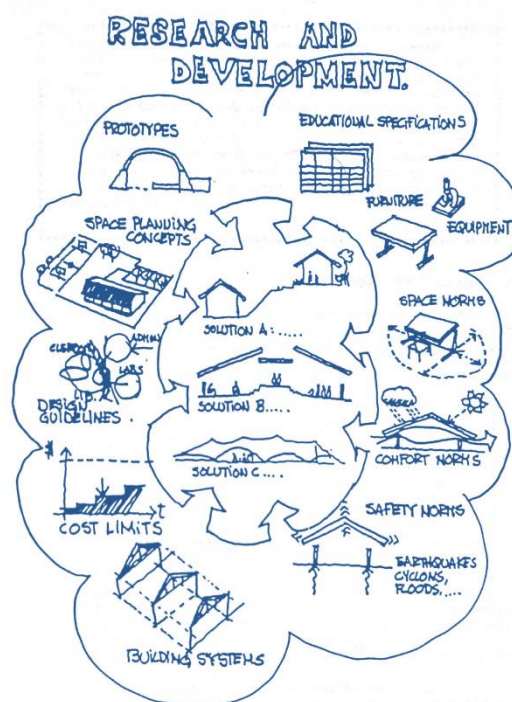


Schéma pour la recherche et développement des infrastructures scolaires. Source : Rodolfo Almeida<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Voir : Ministerio de Educación Nacional. 2000. **Norma Técnica Colombiana NTC 4595 y NTC 4596**. Imprenta nacional de Colombia. Bogotá, D. C., septembre de 2000.

<sup>25</sup> Voir : ALMEIDA, R. 1985. **Handbook for educational buildings planning**. Digest No. XI. UNESCO. Paris. 1985

## Multiplicité d'usages de l'école

« Le bâtiment d'école sert aussi pour de salle de réunion, d'alphabétisation de la communauté, et évidemment pour enseigner aux enfants. » (Christian B.)

« Quand on fait le programme de l'école, c'est très important d'imaginer que pendant la journée l'école est utilisée avec les enfants et les enseignants, mais que la soirée et le weekend, certains locaux de l'école, peuvent servir aux adultes qui habitent dans toute la communauté, avoir des salles de réunion, salle de fête, etc., qui sont des locaux scolaires mais qui sont conçus pour avoir un double usage, ça c'est très important... » (Jean D.)

## Entretien

« Si la communauté se reconnaît dans le projet il feront possiblement l'entretien... » (Christian B.)

« Dans le centre d'architecture en MOPTI - Mali, on a changé de technique, c'est construit en BTC et pas en adobe qui était la culture constructive, mais la réponse c'était une stratégie d'entretien, car les gens ont d'autres activités à côté et n'ont pas la disponibilité pour faire l'entretien de sa maison. Donc dans ce contexte, il faut penser au temps d'entretien, si c'était en adobe la périodicité de entretien serait plus grande [...] Quelle technique donc est plus accessible pour montrer des possibilités de construction en terre qui favorise l'entretien [...] L'entretien ne doit pas dépendre seulement de la communauté [...] A qui l'appartient le bâtiment, à la communauté ? ... » (Christian B.)

« Si l'objectif du projet c'est d'avoir un impact sur les pratiques locales, cela devient un problème, parce que dans le cas d'une école tu es obligé de faire attention au problème d'entretien [...] il n'y pas d'argent pour assurer ça dans le bâtiment public.. Ça n'appartient pas vraiment à la population, c'est quand même un bâtiment de l'état [...] C'est difficile de dire que la communauté locale va entretenir son bâtiment [...] Donc le choix technique et architectural du bâtiment, tu vas le mettre plus haut, donc tu as des techniques qui sont un peu plus loin de ceux que la population à l'habitude de faire [...] l'entretien d'une école c'est fait par un individu, donc moins garanti... » (Olivier M.)

## Renforcement des compétences

« Pour développer un projet public comme l'école, il faut renforcer les compétences de la communauté locale sur plusieurs aspects : des appels d'offre, connaissances sur les matériaux locaux, assurance de la gestion et élaboration budgétaire, montage de projet, suivi technique, les stratégies d'entretien... » (Christian B.)

« Dans la construction d'un prototype d'école, on peut voir les dynamiques de construction locale, comme celles qui sont utilisés dans l'habitat, donc avec le prototype on peut voir l'organisation de la communauté [...] les femmes ramassent le sable, amènent l'eau... » (Anne-Monique B.)

« Si tu veux un impact sur l'habitat tu ne vas pas former une entreprise de l'extérieur, tu vas former des gens de l'intérieur, donc des maçons, des petites entreprises locales, des auto-constructeurs, etc... [...] Donc il y aura une difficulté entre le niveau de complexité de ta proposition, liée au fait que c'est un bâtiment scolaire, et le niveau de compétence des artisans locaux, qui est finalement ton groupe cible par rapport à l'objectif d'amélioration de l'habitat... » (Olivier M.)

## Pertinence du matériau terre

« Le matériau local bénéficie la communauté économiquement [...] Les gens se reconnaissent mieux dans le paysage [...] Aide à maintenir la culture... » (Christian B.)

« Oui, l'utilisation de la terre c'est pertinent mais c'est contextuelle [...] ça dépend si c'est un matériau disponible et si ça fait partie de la culture constructive [...] la question c'est si ceci est viable économiquement [...] quel est l'impact de toute son cycle de vie ? [...] ça passe par tous les 4 piliers de développement soutenable [...] la pierre c'est un matériau local aussi [...] avec la pierre on peut faire des bâtiments, mais si tu amènes une machine pour faire des btc qui viennent de la Belgique ou du Niger, cela prend des impacts... » (Olivier M.)

## Approches du projet d'école et l'amélioration de l'habitat

« La méthode d'auto-construction n'est pas convenable dans tous les approches de projet d'amélioration de l'habitat. On ne peut pas devenir 2000 personnes auto-constructeurs [...] Il y a de contextes où les gens veulent faire leur maison mais ils ne savent pas [...] mais eux vont chercher les maçons... - qui parfois sont des amis à eux - [...] Dans ce cas, le propriétaire peut aider dans les tâches plus faciles [...] Le propriétaire peut payer en espèce ou en troc. [...] Plus que l'auto-construction, la stratégie c'est d'analyser l'autogestion, c'est-à-dire, regarder la dynamique de mobilisation de la famille, le propriétaire ou même de la communauté pour construire leur maison. [...] Au lieu d'obliger le propriétaire ou la famille à auto-construire, a stratégie c'est de les sensibiliser pour que le propriétaire ou quelqu'un de la famille apprenne les notions de construction comme ça ils prennent des bonnes décisions sur le chantier avec les maçons [...] » (Wilfredo C.)

« On peut travailler avec des universités pour développer des formations sur les matériaux locaux en construisant des modules d'habitat et des écoles, c'est le cas du projet du LOCOMAT au Burkina Faso [...] aussi avec des centres de promotion et valorisation des matériaux locaux pour former les gens pour l'amélioration de l'habitat, c'est le cas de CECTEC au Nigeria et MIPROMALO au Cameroun » (Christian B.)

« J'ai travaillé sur des projets où l'approche était la construction scolaire pour permettre aux gens acquérir un compétence dans la mise en place d'une filière de construction en adobe, btc, etc. [...] montrer à des architectes et ingénieurs comment utiliser ces solutions architecturales [...] montrer l'intelligence du matériel [...] comprendre le potentiel du matériau local par rapport à la problématique du pays (déforestation, création d'emploi, lutte contre la pauvreté, reconstruction après catastrophes naturelles, etc.) [...] il faut regarder plusieurs aspects, pas seulement celui des écoles [...] » (Olivier M.)

« Si l'approche, c'est le travail d'entreprises locales lié à la participation communautaire, ça veut dire qu'on se met à la vitesse de la communauté locale, et cela ne marche pas bien avec le coût de l'entreprise ou de l'expert national ou international qui doit rentabiliser son temps [...] celui qui va le payer veut qu'il soit efficace [...] il faut séparer une approche de formation et une approche d'un projet de grande envergure de construction scolaire [...] il faut bien séparer ce qui est lié à la responsabilité de l'entreprise, du maçon ou charpentier et ce qui est d'ordre de la participation villageoise [...] si l'un dépend de l'autre il va y avoir des problèmes [...] l'entreprise ou l'expert formateur ou technicien il faut qu'il soit efficace et rentable [...] imagine que l'eau c'est la participation villageoise - le jour où il y a un mariage, un mort, où les gens sont fatigués il n'y aura pas d'eau, - donc l'entreprise ne va pas travailler et va perdre de l'argent [...] on peut dire, la communauté fournis le sable, le bois, la terre qui doit être sur place avant que l'entreprise commence les travaux et là ça va marcher... » (Olivier M.)

« [...] Dans mon expérience en Ouganda, on a utilisé les écoles comme support de démonstration de ces trois techniques (adobe, btc, torchis), parce que c'était plus facile de faire ça que la maison d'une personne pour les histoires de jalousie [...] l'école c'est un bien communautaire [...] Donc c'était plus pertinent de faire un bâtiment public... » (Olivier M.)

« [...] Dans des projet de grande taille avec l'Etat, les entreprises sont sur des appels d'offre [...] les entreprises ce qui les intéresse plutôt c'est le bénéfice, qu'il gagnent [...] l'entreprise n'est pas nécessairement intéressée à construire moins cher que ceux qu'il a l'habitude de faire [...] donc dans une approche communautaire, si on leur dit de gérer et travailler avec la communauté de façon moins chère, il ne va pas être assez motivé [...] le secteur privé il est un peu conservateur [...] donc il va travailler sur des projets où il ne prend pas de risque et dont eux ils puissent gagner sa vie [...] Finalement ce qui il faut chercher c'est que l'entreprise gagne le même montant de marché, soit dans un bâtiment conventionnel soit en matériaux locaux. Ça va permettre d'intéresser l'entreprise. Il faut que l'entreprise pense qu'elle gagne avec le moins cher [...] il faut que tout le monde gagne [...] si c'est une démarche de construction d'habitat social par l'état et aussi des écoles, donc c'est des entreprises qui construisent, on a le même profil, cela devient plus facile » (Olivier M.)

« Pour réaliser une approche de ce type de projets, Il faut savoir quels sont les acteurs dans la production de l'habitat, quels sont les acteurs dans la production de bâtiments publics [...] Quel est le point en commun ? Et comment sur ce point je peux déjà agir ? Il a des endroits où les deux cercles (acteurs) sont les mêmes [...]. Le maçon c'est le paysan qui doit améliorer leur habitat [...] c'est le maçon de l'entrepreneur, donc les deux cercles sont proches [...] on peut montrer énormément de choses à travers un bâtiment scolaire qui aura un impact direct sur l'habitat [...] il y a des endroits où il y a très peu d'interphase, et donc il faut énormément d'activités complémentaires, pour arriver à bien toucher le public de l'habitat [...] il faut savoir pour l'habitat, qui commande ? C'est qui le financeur, ce qui le décideur, c'est qui le concepteur ? Donc tous les acteurs [...] pour l'école on fait la même chose [...] Après je regarde comment se croise les deux cercles



*d'acteurs [...] donc il faut toucher l'ensemble de la filière pour avoir une amélioration de l'habitat... » (Olivier M.)*

*« Dans mon expérience en Ouganda<sup>26</sup>, l'approche pour l'utilisation du BTC était plutôt en direction des décideurs de l'état, vers le côté entreprise, pour construire des bâtiments scolaire [...] l'adobe était plutôt dans l'approche de construction d'habitat [...] après on a gagné une certaine estime et on a pu faire des écoles en torchis et adobe [...] après on a pu accompagner les paysans qui ont été formés à travers ces écoles [...] on a organisé les maçons entre eux pour construire d'abord une maison à eux et après une autre [...] il avait un petit financement pour ces projets de maisons [...] ca amène des impacts sur l'habitat... » (Olivier M.)*

*« Au Pérou, il y avait assez de séismes [...] le gouvernement avait fait un état de lieu de 50.000 écoles, puis il a fait un Plan National de réparation et construction d'écoles, ensuite on a fait des critères de design, normes, prototypes et formations [...] donc une approche à travers un Plan National était pertinente [...] un autre exemple c'était au Mexique, il y avait 30000 écoles en mauvaise état, 20.000 écoles ont été réparés en 6 années par l'INIFED (Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa), dans ce projet il y avait plusieurs ingénieurs et travailleurs sociaux pour traiter la communauté [...] les réparations ont été faites par de petites entreprises locales, qui étaient enregistrés auprès de l'Etat et avaient des expériences en construction [...] l'Etat avait un bon système d'évaluation. [...] Une communauté écrivait au Président du pays pour demander des aides pour la construction des écoles [...] la communauté était fière d'écrire elle-même au Président [...] donc la stratégie d'approche c'est la création d'une Unité de Construction Scolaire qui soit partie du gouvernement, qui cherche des financement, canalise les moyens et fait des formations [...] en Amérique Latine il existait ces Unités/Institutions qui favorisaient la construction des écoles [...] (Rodolfo A.)*

*« [...] il faut mettre l'accent sur l'école rurale mais avec l'esprit de développer le milieu rural... » (Jean D.)*

*« L'approche de construction des maisons des enseignants ne marche pas en Colombie, en fait c'est interdit, parce que dans les régions plus défavorisées, notamment rurales, les enseignants, après plusieurs années à y habiter, réclamaient la maison comme propre, les enseignants ne voulait pas rendre la maison... » (Nelson I.)*

---

<sup>26</sup> Le projet à Ouganda cherchait la promotion des formes de l'architecture qui respectent l'environnement de manière accessible aux populations défavorisées. Voir : Craterre, 2004. **Earth Architecture in Uganda**. Pilot projet in Bushenyi. Craterre, Villefontaine. 2004. Disponible en : <http://craterre.org/diffusion:ouvrages-telechargeables/view/id/0be68120f38bc83bb6771acb6f5eca90>

## Reproductibilité et l'impact des écoles sur l'habitat

« La reproductibilité promet ce que les gens savent faire et augmente la reconnaissance du matériau local [...] la reproduction de la conscience collective aidé à réussir le projet [...] le gouvernement devrait faire de bons bâtiments, les gens vont le valoriser et pas avoir honte [...] si les gens plus riches construisent une belle maison en adobe, les gens sans moyens n'auront pas de préjugé pour en faire sa maison [...] l'école participe à la promotion et valorisation des matériaux locaux... » (Christian B.)

« Il faut que les gens qui ont travaillé dans la construction de l'école puissent trouver du travail dans la construction d'habitat, qui est le marché le plus grand dans la construction. [...] Le maçon, aura plus d'opportunités de construire des maisons que des écoles, donc il peut gagner sa vie en utilisant cette technique apprise [...] Les gens normalement construisent leurs maisons sans architecte, donc ils savent aussi faire des conceptions, avec leur imagination et leur culture à eux... » (Christian B.)

« Dans mon expérience à Haïti concernant le projet de construction après le tremblement de terre, ils ont reconstruit des maisons en ossature bois, avec remplissage en pierre, ou murs que en pierre [...] après il y a des projets pour réutiliser ces techniques pour la construction des infrastructures scolaires, [...] donc ça se fait avec la technique des maisons pour montrer à la communauté qu'on peut changer d'échelle, de la maison au bâtiment public, et en même temps valoriser les maisons [...] le projet sert aussi à permettre aux gens qui participent à la construction d'écoles d'avoir plus de chance de travailler dans l'habitat » (Christian B.)

« Dans ce type de projet d'amélioration de l'habitat, il faut bien cibler les gens [...] Est-ce que on se trompe quand on pense que pour vouloir un impact sur l'habitat, il faut construire pour les gens plus pauvres ? Ou est-ce qu'il faut penser à construire pour les gens de classe moyenne et haute ? Parce que ce sont les références finalement, que voient les gens plus pauvres pour vouloir construire une maison pareille donc, quelle est la stratégie ? Comment peut-on faire pour faire un projet public dont les gens puissent s'inspirer ? Il faut montrer que les gens peuvent évoluer socialement [...] Donner du travail aux gens formés et une référence pour que les gens puissent améliorer leur habitat... » (Christian B.)

« Dans mon expérience, on a travaillé dans un projet<sup>27</sup> pour réaliser un guide avec des recommandations pour la construction des écoles en Pays dogon [...] pour faire ces recommandations on a fait plusieurs enquêtes pour savoir comment les maçons construisaient leur habitat [...] on a identifié toute la culture constructive pour développer le travail des écoles [...] on a montré quels éléments de l'habitat pouvaient être adaptés à la construction des écoles contemporaines [...] on a cherché d'autres architectures comme des musées, écoles [...] (Basile C.)

« Dans le projet d'une école normalement il y a de professionnels, mais dans l'habitat pas évidemment [...] la population ne va pas faire appel à toi (l'architecte) [...] c'est donc un mécanisme pour passer la connaissance de l'architecte, vers la communauté à travers la construction d'écoles... » (Anne-Monique B.)

« Un bâtiment public a un certain impact, les gens veulent que ce soit un projet ambitieux comme une preuve de développement, donc des fois c'est bien qu'il se différencie de la maison [...] que l'école soit un petit plus développé que l'habitat [...] il faut penser si c'est la même architecture (habitat et école) ou une architecture alternative qui amène un plus [...] plus tu seras loin de ce que font les gens, plus sera difficile pour que les gens se l'approprient... » (Olivier M.)

« Si c'est auto-construction, il faudra faire l'école avec la même technique que le paysan peut se permettre, et ça devient plus compliqué, parce que dans ton école, tu vas être obligé de rajouter des détails [...] Peut-être que le paysan ne peut pas se permettre de payer un soubassement en pierre [...] par exemple, si le paysan a un soubassement de masse d'usage<sup>28</sup> et fait l'entretien régulièrement, la maison va durer des centaines des années [...] mais pour l'école ça ne va pas marcher, et si la communauté n'est pas organisée, il n'y aura pas d'entretien [...] donc le soubassement va se dégrader plus vite [...] pour l'école tu vas le faire en pierre, bloc de ciment, brique cuite, mais les gens ne peuvent pas se payer ça [...] l'opportunité du bâtiment public c'est qu'on peut passer des principes constructifs – bonnes botes, bon chapeau, bon ancrage, etc. [...] mais il faut savoir passer ces principes, les traduire dans le langage de ce qui va être possible de faire pour les gens [...] avoir des stratégies pédagogiques, comme ça eux ils peuvent reproduire ça dans l'amélioration de l'habitat [...] par exemple, si on a des détails très sophistiqués en bois dans l'école – bois carré, ancrages, contreventements etc. – on peut passer l'idée du contreventement pour l'amélioration de l'habitat en torchis [...] on peut montrer l'économie de bois dans

<sup>27</sup> Craterre, et., al. 2006. **Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon**. Falaises de Bandiagara Patrimoine Mondial. Craterre. 2006

<sup>28</sup> Cette référence est évoquée à partir de du projet de Reconstruction post désastre en République Démocratique du Congo où des salles de classe ont été construites avec l'objectif de faire la promotion des modèles architecturaux adaptés aux zones humides et sismiques en vue d'améliorer l'habitat rural et urbain des populations de la région de Kabalo et de permettre un meilleur impact socio-économiques des investissements réalisés dans le domaine de la construction des bâtiments publics. Dans ce projet un guide des bonnes pratiques constructives (comme des fondations) a été réalisé. Voir : HOSTA, J., MOLES, O. 2009. **Reconstruction post désastre (guerres et inondations)**. Réinsertion des jeunes démobilisés. Préparation au désastre (Inondation, séismes). Rapport de mission COD005. Craterre, Villefontaine. 2009

*l'utilisation des arcs, l'économie du ciment en faisant des adobes stabilisés qui coutent moins cher que le bloc de ciment » (Olivier M.)*

*« L'idée c'est de convaincre le comandataire, celui qui commande l'école, de dire : faire l'école pour les élèves et enseignants c'est très bien, mais il faut, dès l'origine concevoir la classe, avec certains locaux pour qui puissent accueillir le soir, et le weekend des ateliers, pour des actions communautaire, pour des fête, pour des actions sportives, pour des réunions, pour des classes de perfectionnement etc. [...] Si tu réussis à faire ça, tu amènes automatiquement les gens qui vont voir l'école qui vont voir la terre, et ça va un peu les intoxiquer mais dans le sens noble du terme, et ça peut aider à propager, à reproduire la construction en terre autour de l'école et notamment avoir des impacts... » (Jean D.)*

*« en février du 2002, au moment de terminer la guerre civile en Angola, il a été observé que 90% des équipements sociaux avaient été détruits. Ensuite, les grandes villes ont adopté les modèles modernes de construction en béton. Cependant à l'est est resté une culture constructive en torchis [...] La population voyait que les maisons en béton étaient plus sécurisées [...] Les balles ne traversaient pas les murs [...] Dans ce contexte de guerre les maisons n'étaient pas une priorité mais les écoles oui [...] La population ne voulait pas faire des maisons en pensant que la guerre irait les détruire [...] En 1997, s'est faite une formation sur les matériaux locaux, financé par Misereor à travers Caritas et l'assistance technique et de formateurs d'Alexandre Douline et Wilfredo Carazas de Craterre. Plus de 20 personnes ont été formées. En 2004, quelques-uns des participants formés ont construit des écoles, près de 80 bâtiments [...] donc l'impact sur l'habitat n'a pas été assez évident [...] les maçons formés n'ont pas eu assez de chances pour rentrer sur le marché de l'habitat à cause de la guerre [...] Il faudra voir l'impact après 10 ans que la construction de l'habitat a recommencé [...] La terre n'était pas trop disponibles parce que dans les terrains ruraux il y'avait des explosifs [...] Les constructions des écoles ont amené l'idée de rationalisation des matériaux et ceci amène des économies [...] Après la formation de matériaux locaux, plusieurs maçons ont été pris par des organisations religieuses comme les salésiens pour construire des séminaires, églises et même des écoles, ceci c'est une évidence de la reproductibilité des compétences des maçons formés [...] Ces bâtiments ont été des références pour d'autres bailleurs... » (Mauricio G.)*



*Modules des écoles qui ont été reproduits, construits à Gbela et Kibala après la formation de matériaux locaux. Source : Mauricio Ganduglia*

*« Après les projets de formation pour la construction des écoles, dans ce contexte de guerre, je travaille dans l'amélioration de l'habitat, mais pas avec le BTC [...] je pense que le BTC c'est plutôt pour le bâtiment public [...] le BTC ne marche pas avec les projets d'amélioration de l'habitat [...] pour ces projets c'est mieux d'utiliser l'adobe [...] Avec le soutien de Caritas-Angola, je développe des prototypes d'habitat rural d'environ 60m2 construits en 12 jours avec une approche de formation [...] je fais partie donc de ce processus de reproductibilité des écoles et l'impact sur l'habitat... » (Mauricio G.)*

## Une expérience d'autonomie communautaire : de la maison à l'école provisoire

Un rapport direct entre la maison et l'école c'est quand la communauté s'organise pour contribuer à la construction des écoles dans leur village.

Pendant que les gouvernements et différentes organisations réfléchissent et cherchent des stratégies pour amener des projets d'écoles, notamment en milieu rural, la communauté locale se débrouille pour donner à ses enfants l'opportunité d'être dans une école.

Pour arriver à cela, la population locale utilise au mieux, les références constructives qu'ils ont dans leurs villages et dans leur vie quotidienne,

notamment celles utilisés dans les maisons. Avec l'aide des maçons et avec les limites de moyens, ils arrivent à construire les salles de classes sans l'intention que cette construction soit durable à long terme. C'est une solution qu'ils pensent mettre en place temporairement, en attendant qu'un jour arrive un projet durable soit avec l'aide du gouvernement ou des organisations. Ceci, et en différents endroits d'Afrique, les gens appellent ça « *salle de classe provisoire* » (construite avec des matériaux locaux), c'est-à-dire que cela n'est pas construit avec des « *matériaux définitifs* » (le béton).

Il est possible de poser plusieurs questions pour améliorer ce phénomène d'émancipation communautaire, et c'est justement comment passer du provisoire au définitif en utilisant les matériaux locaux. Quels-sont les avantages des constructions provisoires ? Au niveau thermique ? Au niveau de la participation communautaire ?

Pendant les voyages concernant les missions de stage, différents exemples de salles de classe provisoires ont été identifiés, ainsi que des maisons construites avec les même technique, par exemple en :

- Adobe
- Torchis, aussi appelé « *maison en terre battue* » au Cameroun
- Kirinting (natte de bambou de raphia normalement)
- Planche ou morceaux de bois
- Bauge, aussi appelé « *banko maçon gôlier* » au Benin
- le BTC non stabilisé, produit localement avec des machines adaptées de la CINVA-Ram
- le BTC stabilisé.

Dans ces exemples, il est intéressant de remarquer deux phénomènes :

**Le premier** cas concerne la salle de classe construite au CRETF Centre Régionale d'Enseignement Technique Féminin à Ziguinchor, Casamance, Sénégal. Cette salle de classe au début a été construite en Kirinting apparent avec l'idée d'être une salle provisoire, mais les directeurs de l'école ont voulu que cette construction ait une durée de vie plus longue. Donc, pour protéger le Kirinting de la pluie, un enduit au ciment a été appliqué. Ce phénomène,

c'est un premier pas de transformation d'une salle provisoire en une salle définitive. Mais, est-ce que, au lieu d'utiliser le ciment, on peut utiliser un matériel local ? Quelle est la pertinence de la terre dans l'amélioration de cette technique qui utilise le Kirinting ?

**Le deuxième** cas est celui des deux salles de classe construite en adobe au Lycée Technique de Tchikang dans la région de Bafoussam au Cameroun. Dans ce projet, la communauté a eu le soutien de l'Etat local pour l'achat de ciment. Malheureusement, ils n'ont pas eu de soutien technique. La salle de classe est un exemple clair de mutation entre les références techniques de la maison locale et une salle de classe construite par l'Etat. C'est-à-dire, que ce bâtiment a été construit avec des adobes fabriqués avec la tradition locale, et mis en place avec du mortier de ciment comme si c'était des blocs de ciment.

En plus, un chaînage surdimensionné en béton a aussi été mis en place. Le résultat c'est que la maison traditionnelle est de meilleur qualité que la salle de classe, justement par ce que la population n'a pas eu accès à l'assistance technique. Mais que ce serait-il passé si le matériau acheté comme le ciment, avait été mieux utilisé dans le bâtiment ? Est-ce qu'une construction de « *participation mixte*<sup>29</sup> » aurait été possible ? C'est-à-dire quand l'Etat finance une partie du bâtiment et fournit une assistance technique et la communauté fabrique les adobes et contribue à quelques étapes avec la main d'œuvre.

<sup>29</sup> Un exemple d'action conjointe entre le gouvernement et la population concernée, est le projet SERP 71, développé en 1971-72 afin de combler le déficit en constructions scolaires des zones rurales de la Sierra Péruvienne, suite au tremblement de terre de 1970 et avec l'objectif de répondre aux exigences de la nouvelle loi sur la Réforme Educative de cette époque. Le gouvernement prévoyait la fourniture des éléments de structure et la menuiserie, ainsi que l'assistance technique pour la mise en œuvre. La communauté a participé au transport hors des routes carrossables et procédé au montage des structures métalliques de la toiture sur le terrain et assuré la finition du bâtiment avec des matériaux locaux. Les éléments préfabriqués ont été conçus en fonction des capacités de la petite industrie régionale, pouvant être fabriqués sans équipement sophistiqué. 519 écoles furent construites entre 1971 et 1977, ce qui représente 96,426 m2 couverts. L'apport le plus important du projet SERP 71 fut probablement son système opérationnel, basé sur une approche pragmatique des solutions techniques et sur une répartition sélective des responsabilités aux niveaux national, régional et locale. Il permit une véritable décentralisation et une réelle participation communautaire. (CANGIANO, M. 1979)



Salles de classe -  
Lycée Tchikang / Cameroun  
Adobe / chaînage en béton.  
Source : Mauricio Corba



Maison rural - Tchikang /  
Cameroun  
Adobe  
Source : Mauricio Corba



Maison rural - Île de Carabane /  
Sénégale  
Kirinting  
Source : Mauricio Corba



Salles de classe - Lycée Canchungo /  
Guinée Bissau  
Kirinting  
Source : Melig Bodivit



Salles de classe - CRETF  
Centre Régionale d'Enseignement  
Technique Feminin- Boucotte /  
Casmance / Sénégal  
Kirinting / enduit au ciment  
Source : Mauricio Corba





Salles de classe - Mengueme/Cameroun  
BTC non stabilisé - structure portique en bois.  
Source : Mauricio Corba

Maison rurale - Benebalot II/Cameroun  
BTC non stabilisé - structure portique en bois.  
Source : Mauricio Corba



Salles de classe -EPP - Ntang / Cameroun  
Torchis / Terre battue.  
Source : Mauricio Corba



Salles de classe - Dassa / Benin  
Structure portique et morceaux de bois.  
Source : Mauricio Corba



Maison rurale - Mengueme / Cameroun  
Torchis / Terre battue.  
Source : Mauricio Corba

Salle de classe EPP - Benebalot I / Cameroun  
Planche et structure portique en bois.  
Source : Mauricio Corba



Salles de classe Lycée Technique -  
Mbalmayo / Cameroun  
Planche et structure portique en bois.  
Source : Mauricio Corba



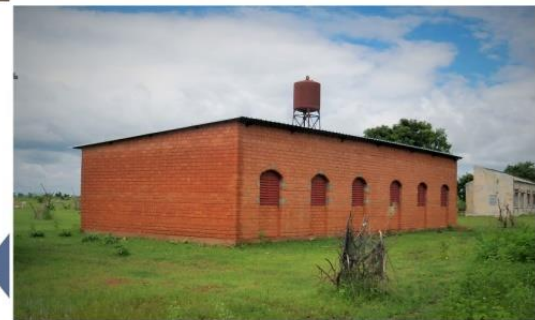
Maison rurale - Mengueme / Cameroun  
Planche et structure portique en bois.  
Source : Mauricio Corba



Salle de classe à l'EPP-Fako/Benin - *Bauge/Banko maçon gôlier.*  
Source : Mauricio Corba



Maison rural-Bante/Benin  
*Bauge/Banko maçon gôlier.*  
Source : Mauricio Corba



Salle de classe au CEM - M'bodien/Sénégal/Benin - *BTC.*  
Source : Mauricio Corba



Salles de classe à  
l'EPP-Logbon Jin-Thio/Benin  
*Bauge/Banko maçon gôlier.*  
Source : Mauricio Corba



Maison rural -  
M'bodien/Sénégal/Benin - *BTC.*  
Source : Mauricio Corba

Maison rural - Degue-Degue/Benin  
*Bauge/Banko maçon gôlier.*  
Source : Mauricio Corba



Maison rurale - Casamance/Sénégal  
*Adobe*  
Source : Mauricio Corba

Salles de classe - Casamance/Sénégal  
*Adobe*  
Source : Mauricio Corba



## Construction d'école : un approche de formation pour des architectes - Turquie

Dans cette expérience ont été analysés : des caractéristiques du projet, des rapports entre bâtiments collectifs et écoles, des pistes pour comprendre les impacts des technologies sophistiquées et le renforcement des capacités locales,.

D'après Samir ABDULAC, (1985), « qu'il s'agisse d'équipements collectifs en général ou d'établissements scolaires en particulier, l'important n'est en effet pas de réaliser une œuvre architecturale unique, aussi réussie soit-elle, mais de mettre en œuvre des processus locaux susceptibles d'être améliorés et généralisés, s'ils ont suffisamment donné satisfaction à l'occasion de premières réalisations expérimentales. »

### Technologies sophistiquées et renforcement des capacités locales

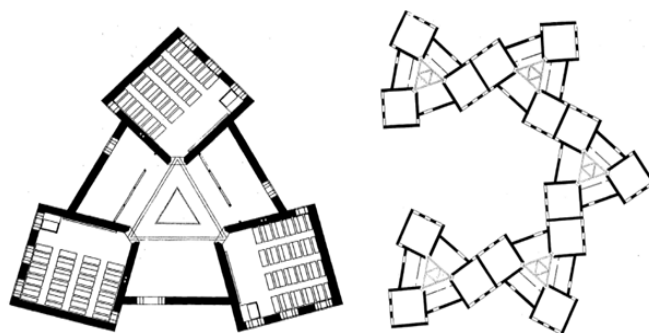
Dans l'étude de cas des infrastructures scolaires réalisée par Samir ABDULAC, (1985), l'exemple d'une école rurale de Nigde en Turquie est abordé. La démarche de ce projet, se caractérise principalement par :

- **formation des étudiants d'architecture**, du Middle East Technical University (METU), pour leur apprendre des techniques constructives en pierre. Cette démarche favorise les chantiers universitaires et la formation technique des étudiants d'architecture, en leur donnant une chance supplémentaire de perpétuer l'acquis des traditions locales.
- **participation ponctuelle de la communauté**, d'un côté avec les habitants pour quelques étapes de la construction, comme la fondation, et d'un autre côté avec trois maçons professionnels. D'autre part, la communauté fournit le terrain et les infrastructures ainsi qu'une partie des matériaux et surtout la main d'œuvre ;

- **projet architectural**, en répondant au climat local extrême ainsi comme une proposition particulière de modulation et extension spatiale ;
- **utilisation de matériaux locaux**, comme la pierre apparente, pour valoriser les matériaux déjà utilisés par les habitants et renforcer leur usage. Le bois provient de la localité et le ciment, les tuiles et le fer des menuiseries sont produits en Turquie.

Autres appréciations développées par Samir ABDULAC :

- difficulté de chiffrer le bâtiment, car la participation de la communauté est difficile à estimer alors qu'elle a permis de gagner du temps de chantier et faire d'importantes économies.
- La fierté de la communauté et valorisation de sa participation et utilisation des ressources locales



Plan d'école secondaire rural à Nigde, Turquie

Samir ABDULAC, (1985) explique que l'utilisation d'une technologie trop sophistiquée dans la construction des équipements publics comme les écoles, peut au contraire empêcher la population de participer au processus de réalisation et approfondir le fossé entre le futur équipement et ceux qu'il est censé servir. Cet auteur explique aussi, que ceci n'exclut pas l'opportunité d'innover techniquement, et que la construction d'une école peut elle-même favoriser le développement d'un processus éducatif. Finalement il remarque que la direction des travaux et la formation sur place sont alors essentielles pour l'amélioration des capacités de travail de la main d'œuvre locale.



# L'expérience au Togo dans le cadre d'une stratégie nationale de construction scolaire

Dans cette expérience au Togo, quatre aspects présentant un rapport direct ou indirect entre le projet d'école et l'habitat ont été identifiés : la distance entre école et maison, le facteur économique dans le rapport entre la taille de l'école et la taille d'une maison, l'approche communautaire et les acteurs à sensibiliser

## Distance entre l'école et la maison

Selon Urbaplan & Craterre (2010, p. 12), concernant la stratégie nationale en matière de constructions scolaires au Togo, la distance entre le domicile familial et l'école caractérise le premier élément de l'offre de services éducatifs. Autrement dit, plus la distance à l'école est grande, plus elle implique des coûts indirects pour les familles, et plus la rétention d'enfants est forte en cours de cycle primaire. Dans cette optique au Togo, l'analyse réalisée à montrer qu'au-delà de 45 minutes de marche (soit environ 3 km en terrain plat), la distance a un impact négatif très significatif sur l'accès à l'école. Cette stratégie a cherché à améliorer cet impact en limitant la distance à parcourir par un élève à 1,5 km en zone rurale (23 minutes de marche) et à 1 km en ville (15 min à pied).

## Taille de l'école et taille d'une maison : un facteur économique

Il est évident que autant la taille, la capacité et la gestion d'une école sont différentes de celles d'une maison. Mais d'un autre côté, plus grand est une école ou une maison, plus élevé sera le coût unitaire. On observe quelques exemples d'ensemble de salles de classes Afrique qui ont été construits par la communauté en conservant une taille similaire à celle d'une maison. Une des raisons est que la communauté ne se permet pas

de financer une construction plus importante, et d'un autre côté la référence de la taille de leur maison reste l'exemple de ce qu'ils sont capables de faire. Malheureusement ces constructions se sont faites sans réfléchir à la quantité d'élèves qui pourraient être accueillis confortablement. Normalement, en Afrique, l'effectif moyen, est de 50 élèves par salle de classe. Ceci, n'est parfois pas respecté. Soit par ce que la taille de la salle de classe est insuffisante, soit parce que il y a une sur-occupation de plus de 50 enfants. Ces problèmes affectent aussi la gestion administrative et pédagogique de l'école.

## L'approche communautaire

Une approche classique de construction scolaire, mise en place par de grandes entreprises ou non, cherche plutôt l'efficacité de son chantier pour un bénéfice individuel, donc la construction sera fini le plus rapidement possible. Par contre l'approche de construction avec la communauté, quand le tissu social et responsabilité de la communauté le permette, peut avoir aussi des avantages économiques en augmentant en même temps l'impact local.

Selon Urbaplan & Craterre (2010, p. 12), concernant la stratégie nationale en matière de constructions scolaires au Togo, il a été constaté que « l'approche communautaire est la plus efficace en terme de coût. La responsabilisation des communautés dans les passations des marchés se traduit par une compétition plus locale entre entreprises de plus petite taille et connaissant mieux le contexte géographique d'intervention que les grandes entreprises. » Ceci aura donc potentiellement un impact plus important sur la communauté locale, notamment pour les constructions qui peuvent (de façon spontanée) ou ont été pensées (induit par le projet<sup>30</sup>) pour améliorer l'habitat.

---

<sup>30</sup> Une approche communautaire, a besoin de renforcer ou créer des compétences sur la construction, la passation des marchés, la gestion et le suivi financier, le contrôle technique, l'entretien du bâtiment scolaire et possiblement sur la construction en matériaux locaux. Cette dernière peut être une opportunité pour mettre en place des stratégies pour l'amélioration de l'habitat.

# L'expérience au Burkina Faso : une approche pilote à partir de l'habitat traditionnel

Le cas du Burkina Faso montre une approche pilote conçue à partir d'une analyse rigoureuse de la tradition constructive locale. Plusieurs aspects comme la réflexion sur le cycle de l'évolution entre l'école et la maison et la mise en œuvre des logements des enseignants ont été exposés.

## De l'habitat traditionnel à l'école : le cycle de l'évolution

Une des approches pour développer la conception architecturale de l'école construite en matériaux locaux, comme la terre, réside dans l'étude préalable de l'habitat traditionnel pour que le projet soit adapté aux modes de construction et aussi aux compétences techniques des populations locales. Ceci, permet leur participation dans la construction en favorisant l'appropriation du bâtiment et l'engagement communautaire pour son entretien. Deux des contraintes de l'approche communautaire sont la complexité de la gestion et l'organisation communautaire pour assurer une participation permanente.

Comme un exemple de cette approche, CRATerre, (1990, p.4), montre que dans le programme pilote de construction d'écoles primaires à coût réduit au Burkina Faso (Nomgané, Yagma, Songa) de 1988, il a été possible de construire 12 salles de classes avec les maisons des enseignants, ainsi que des cantines et latrines, en matériaux locaux, notamment la terre. Ce programme, de construction scolaire était axé sur la réduction des coûts unitaires des infrastructures scolaires, et était lié à la politique de développement du système d'éducation dans l'objectif était de faire progresser le taux de scolarisation de 25% à 40% comme stratégie pour l'expansion et l'amélioration de l'enseignement primaire.

Dans ce projet au Burkina, la stratégie de compréhension de la culture constructive locale a

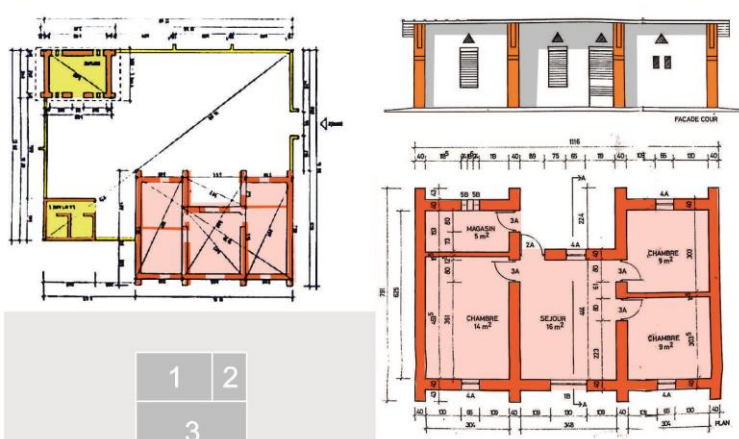
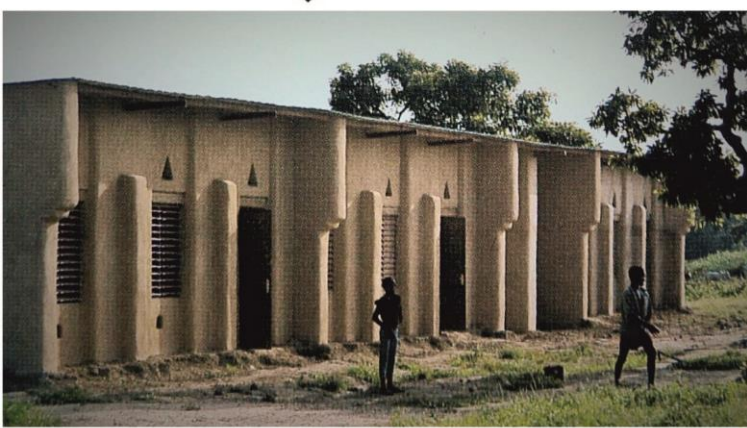
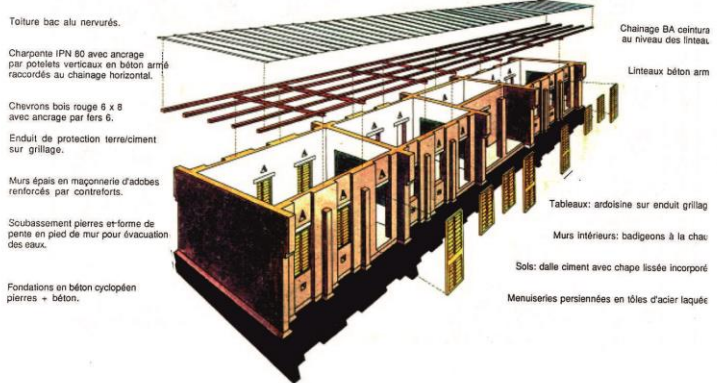
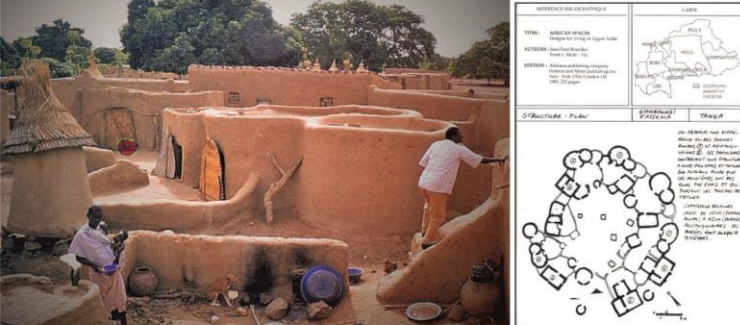
été fondamentale pour la réalisation du projet d'école. Des enquêtes ont été menées sur le terrain, dont 57 bâtiments ont été analysés. Ces bâtiments correspondent à des habitations traditionnelles, habitations de type intermédiaire (case-tôle), bâtiments publics et religieux et bâtiments scolaires. Ces informations ont permis de dégager : Les caractéristiques fondamentales des constructions en terre du pays, les principes constructifs et leur variantes, l'état technique du savoir-faire (terre moulée et façonnée), les modes d'organisation du travail, coûts de construction et pratiques d'entretien les plus courantes. Les principes de base étaient liées à :

- La réduction importante des coûts ;
- L'utilisation privilégiée des ressources et des savoir-faire locaux ;
- La constitution d'une base de données sur les cultures constructives en architecture ;
- La qualité et la durabilité des constructions scolaires en terre ;
- L'accessibilité et la reproductibilité des bâtiments prototypes réalisés ;

Ce dernier point était caractérisé par l'adaptation des solutions techniques et architecturales aux pratiques constructives et savoir locaux. Par ailleurs, les résultats économiques<sup>31</sup>, en termes de coûts de construction avec une forte participation villageoise, constituent les facteurs actifs de cette accessibilité et de cette reproductibilité rendue possibles.

Ce projet de construction scolaire au Burkina Faso, ne comportait pas d'objectif d'amélioration de l'habitat, mais il a peut-être permis, à long terme, des actions spontanées de la communauté pour l'amélioration de leur habitat. Il est donc intéressant, aujourd'hui, d'étudier comment il s'est reproduit dans son habitat. Est-ce que les améliorations techniques développées dans les maisons des enseignants par exemple, ont été répliquées par la communauté et a amélioré son habitat ?

<sup>31</sup> L'analyse économique doit intégrer les dimensions sociales et culturelles, en mesurant les moyens qui permettent de développer et garantir l'accessibilité et la reproductibilité des équipements éducatifs, facteurs essentiels de la réussite à long-terme du programme. Dans ce projet la participation communautaire se situe environ à 5% du coût de construction, et en même temps a permis de bénéficier, par ailleurs de plus de 25% de réduction de coût déjà obtenus par l'utilisation de matériaux locaux. (CRATerre, 1990, p. 49 et CRATerre & URBAPLAN, 2010, p. 25)



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



**Photo 1 :** exemple de l'habitat traditionnel au Burkina Faso.  
**Figure 2 :** Exemple de fiche d'inventaire des techniques constructives traditionnelles, produite dans le cadre du projet.  
**Figure 3 et photo 4 :** vues du modèle Yagma, génération 2.  
**Figure 5, 6 et photo 7 :** maison des enseignants développée dans le projet. Source : Craterre. Amélioration images : Mauricio Corba.

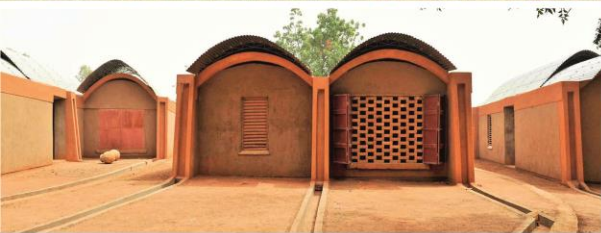
Est-ce que les latrines, construites pendant le projet, ont été aussi adaptées ou répliquées par la communauté ?

Dans cette expérience, différents principes constructifs et leurs variantes ont été analysés dans l'habitat pour permettre ultérieurement de concevoir l'école, ce qui permet des évolutions endogènes et mutations des détails constructifs ainsi que des usages de l'espace conçu de façon exogène. De plus, les autres exemples abordés dans ce mémoire, montre des effets sur l'habitat de projets de constructions scolaires. Ainsi, nous pouvons observer un cycle d'évolution entre l'habitat et le bâtiment scolaire. En effet, si, d'un côté l'infrastructure scolaire peut impacter l'habitat, d'un autre côté la conception contextualisée d'une école est elle aussi impactée par l'habitat traditionnel à travers sa compréhension et les études préalables de la culture constructive.

### Logement des enseignants

Un des avantages pour passer de l'échelle d'une école à l'échelle d'une maison est, par exemple, de développer à côté de l'école les maisons des enseignants, comme cela a été décrit dans l'exemple précédent au Burkina Faso. Ce changement d'échelle, de l'école au logement, peut récupérer ou non la totalité ou quelques parties des valeurs traditionnelles locales. C'est-à-dire, que en fonction du contexte et des objectifs du projet, l'interprétation de la culture constructive peut être liée seulement au matériel et non à la technique locale. Un exemple de ceci, est l'introduction pour la première fois du BTC dans un contexte où d'autres techniques en terre existent déjà.

D'autre part, l'interprétation du langage architectural local peut ou non être adapté aux langages contemporains de l'architecture du projet conçu par l'architecte. Mais à quel point ceci apporte des avantages? Est-ce qu'une technique, bien qu'elle soit avec de la terre, peut être vraiment reproduite par la communauté locale ? Quelles sont les nouvelles valeurs de l'architecture contemporaine amenées lors de l'adaptation aux milieux locaux ?



École primaire et des maisons des enseignants. de Gando - Burkina Faso

Source : [www.kere-architecture.com](http://www.kere-architecture.com) et <http://www.detail-online.com/inspiration/teachers-houses-for-gando-burkina-faso-103762.html>

## L'expérience au Burkina Faso – Gando et Laongo : l'école et la maison d'enseignant

Comme une expérience de langages contemporains, cette expérience, également au Burkina Faso, met en évidence plusieurs aspects liés à l'architecture contemporaine et l'évolution des références de construction locale dans un projet d'école et, dans ce même projet, à la construction des maisons des enseignants.

### L'architecture contemporaine et l'évolution des références locales

Des démarches qui cherchent l'adaptation de l'architecture contemporaine dans le milieu rural, sont des approches qui favorisent les projets de développement d'un territoire. Dans ce projet global, la construction des différents équipements collectifs inclue des infrastructures scolaires et les modèles d'habitation font partie de cet ensemble.

La maison des enseignants relève d'une architecture qui reste plus proche de l'échelle d'un habitat. Quand la maison des enseignants est conçue avec une technologie adaptée et en plus de haute performance architecturale, ces références vont impacter la culture constructive locale,. D'un côté, ceci provoque la valorisation du matériau et d'un autre côté transmet des principes constructifs adéquats.

Cependant, la question qui se pose concerne l'accessibilité de ces technologies adaptées pour que la population locale puisse les reproduire dans l'amélioration de leur habitat. Si elles ne sont pas accessibles, les processus d'auto-construction ne pourront pas se les approprier. Pour arriver à répliquer ces modèles de maisons avec des évolutions techniques, la formation professionnelle et le financement complémentaire aux capacités de la population, sont des volets à développer plus attentivement.

La beauté des nouvelles expressions architecturales dans des bâtiments publics, renforce l'idée de « *bâtiment témoin* », ceci notamment dans un contexte comme l'Afrique où le préjugé sur le matériau et la construction en terre est assez accentué.

Dans le cas de l'architecture développée par Diébédo Francis KÉRÉ<sup>32</sup> en Afrique, deux exemples sont intéressants pour montrer cette adaptation/mutation des langages architecturaux contemporains dans un contexte rural et modeste au Burkina Faso.

Le **premier projet** concerne l'école construite à Gando, dans lequel un projet de maisons pour les enseignants a été aussi développé. Plusieurs constats et aspects liés à l'habitat sont :

**Maximisation des ressources :** Maximiser les résultats avec peu de ressources disponibles ;

**Usage de matériaux locaux :** L'usage du matériau terre, utilisé dans l'habitat traditionnel ;

**Amélioration des systèmes de toiture utilisés dans l'habitat :** L'usage de la tôle ondulé, qui est assez répandu dans l'habitat local, dans un système de double toiture pour permettre une ventilation maximale ;

**Tradition du travail émancipé de la communauté locale :** L'émancipation s'entend ici comme la sortie du système économique capitaliste. Le succès du projet est attribué à la participation engagée des villageois. Cette dynamique de la population est liée à la tradition de l'émancipation locale, basée sur la construction et la réparation des maisons de forme collective et auto-suffisante. Par exemple : Les travaux de construction dans les maisons des enseignants sont finalisés par le tassement du sol de terre pour créer une surface lisse, homogène avec la participation enthousiaste de la population locale.

**Amélioration des techniques utilisées dans l'habitat traditionnel :** A partir de la pratique constructive locale considérée comme low-tech, des techniques durables ont été développées et améliorées afin que les villageois de Gando puissent participer au processus.

**Mise en œuvre des techniques moins complexes :** Des matériaux de construction et systèmes d'organisation traditionnels (femmes apportant l'eau pour la production des blocs et enfants les pierres pour la fondation) ont été utilisés au lieu des méthodes complexes d'ingénierie afin de produire la meilleure solution de construction de qualité, tout en simplifiant construction et entretien ;

**L'école comme fierté de la communauté :** Après à la fin du chantier, l'école est devenue un point de repère de fierté communautaire en gagnant en 2004 le Prix Aga Khan d'architecture ;

**Reproductibilité de l'école dans la globalité du projet :** La réussite de ce projet d'école a amené des nouveaux projets culturels et éducatifs, comme : une extension d'une école primaire, une école secondaire, la bibliothèque scolaire, le centre des femmes, l'atelier et des logements pour les enseignants ;

**La maison des enseignants comme stratégie pour éviter les migrations des professionnels locaux vers la ville :** Les maisons des enseignants ont été conçues pour attirer les enseignants vers la campagne, ainsi que promouvoir l'utilisation de la terre comme matériau de construction durable ;

**Adaptation moderne de typologies constructives locales :** Les maisons ont été réalisées comme une série de modules adaptables, chacune de taille comparable aux huttes rondes traditionnelles typiquement rencontrées dans cette région.

**Reproductibilité avec un minimale des ressources :** L'utilisation minimale de matériaux achetés signifie un potentiel de reproduction des maisons pour les villageois ;

**Adaptation de la configuration spatiale de l'habitation traditionnelle :** Les six maisons pour les enseignants et leurs familles sont disposés en arc de cercle au sud du complexe scolaire. Cette disposition curviligne est une réminiscence d'un composé burkinabé traditionnelle ;

**Innovation et adaptation des nouvelles techniques constructives :** Les toits sont des voûtes construites en BTC. Cette méthode de construction, inconnue auparavant dans cette

<sup>32</sup> Voir plus des informations sur le site: <http://www.kere-architecture.com/projects/primary-school-gando/>

région, valorise l'utilisation des ressources locales et montre l'efficacité climatique ;

**Amélioration des principes constructifs de la construction traditionnelle :** La fondation possède une barrière contre l'humidité par remontées capillaires, les 40cm d'épais murs d'adobe reposent sur une fondation cyclopéenne. Les villageois ont produit environ 15 000 blocs de 40x20x10cm, à un taux de 600 et 1000 par journée. Des débords de toit généreux protègent les murs contre l'humidité. Dans les maisons traditionnelles burkinabés, un type d'enduit spécial composé de jus de légumes et de bouse de vache était appliqué sur les murs extérieurs sur environ 3cm d'épaisseur. Cependant ces composants n'étaient pas assez efficaces durant la saison des pluies et contre les termites. Dans les logements des enseignants, les composants organiques traditionnels ont été remplacés par du bitume.

**Gains des villageois :** nouvelles compétences, sens des responsabilités, conscience et sensibilité pour la tradition et les aspects novateurs de la construction.

Le **deuxième projet** s'agit de « *l'Opera village school* » un complexe composé de différentes infrastructures dont notamment des écoles pour 500 élèves et des modules de maisons pour les enseignants. Ce projet situé à Laongo au Burkina Faso, a été conçu comme un hommage au directeur de théâtre Christophe Schlingensiefel, décédé en 2011. L'objectif de ce projet était de contribuer à éveiller et façonner une identité culturelle au sein de la communauté comme une stratégie pour le développement positif. De plus, il visait à favoriser le développement du cinéma et le théâtre africain par la construction d'un centre de performance de classe mondiale. Par ailleurs, il permet aux enfants d'avoir des cours ordinaires, regarder des films, avoir des cours d'art et des leçons de musique.

De la même manière que dans le projet précédent, les matériaux locaux comme la terre, la pierre et le bois ont été combinés avec les matériaux à base d'acier. Dans l'ensemble du projet, plusieurs modèles de maison pour les enseignants ont été réalisées. Ces modèles, ont suivi les mêmes principes des infrastructures de taille plus grande comme les écoles, laboratoires, ateliers, salles à manger, centre médical, centre de santé et promotion sociale etc.



Opéra Village à Laongo Burkina Faso  
 École et modules des maisons pour les enseignants.  
 source: <http://www.designboom.com/architecture/diebedo-francis-kere-opera-village-transforms-burkina-faso/>

## Evolution des principes constructifs et performance thermique

En plus du bon soubassement, l'utilisation des barrières capillaires, la rigueur de la construction des murs et les détails techniques, d'autres principes constructifs ont été améliorés et utilisés tant dans ces infrastructures que dans les maisons des enseignants. Ces principes sont liés principalement à l'innovation technique de la toiture, ceci dans l'idée de la *Climatisation sans électricité*. L'innovation était caractérisée par le concept de double toit du bâtiment en cherchant :

- La protection de la pluie, du soleil et la chaleur ;
- L'utilisation d'un plafond massif, éloigné des tôles ondulées par une construction en acier ;
- La circulation de l'air frais entre le plafond et les tôles ;

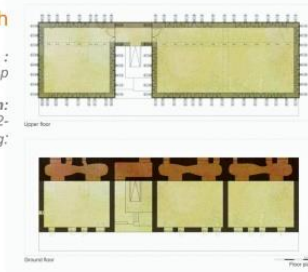
Une autre innovation était liée à la conception d'une fenêtre de lamelles croix-ventilation en cherchant la protection contre les rayons directs du soleil.



École primaire METI à Bangladesh

Source photo : <http://www.fourthdoor.co.uk/review/issue9-meti-school.php>

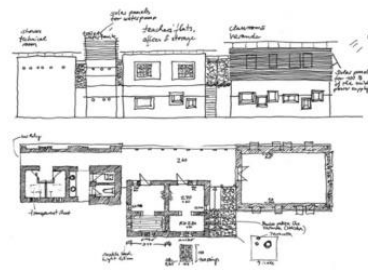
Source plan: <http://laurbana.com/blog/wp-content/uploads/2013/11/METI-D2-floorplan-ah.jpg>



Centre DESI à Bangladesh

Source photo : [http://learning-from-vermacular.epfl.ch/evenements/archives/rossiniere/parcourir\\_exposition/grand\\_chalet](http://learning-from-vermacular.epfl.ch/evenements/archives/rossiniere/parcourir_exposition/grand_chalet) par © Kurt Hoerbst

Source plan: <http://www.oris.hr/en/oris-magazine/overview-of-articles/%5B100%5Dsustainable-beauty,2023.html>



## L'expérience au Bangladesh : un entretien avec Anna Heringer

L'école primaire METI (Moderne Education and Training Institute) construit à Rudraput au Bangladesh, par l'architecte Anna Heringer a reçu le Prix Aga Khan d'architecture en 2007. L'objectif général du projet était de donner des perspectives à la population rurale et aider les gens à apprendre à propos de la valeur du village dans toute sa complexité. Le concept principal pour la conception du projet se base sur l'idée d'être une école spécial qui instille chez les enfants la confiance en soi et de l'indépendance dans le but de renforcer leur sentiment d'identité. Ce projet, a permis l'adaptation des matériaux locaux pour y construire aussi des espaces de fêtes, lumineux et informels pour les enfants.

Ce projet d'école, construit en matériaux et technique locaux, comme l'usage de la bauge et le bambou, a motivé ultérieurement la reproduction de cette expérience dans les nouvelles conceptions architecturales comme le centre de formation en électricité DESI (Dipshikha Electrical Skill Improvement) et le projet « *HOMEmade* » concernant la construction de trois maisons familiales.

Pour aborder la relation entre l'école et la maison et leur impact sur l'habitat, une interview<sup>33</sup> avec Anna Heringer a été réalisée. Dans une ambiance d'échanges spontanés, différents aspects ont été traités :

### *La signification de l'école dans le contexte local*

« Les écoles sont des outils de changement d'une société en générale notamment pour le les gens des pays émergents, en représentant quelque chose de prestigieux... »

<sup>33</sup> Interview réalisé par Mauricio Corba, le 30/05/2013, dans le cadre du festival Grains d'Isère à Villefontaine. Les témoignages donnés par Anna Heringer ont été complétés par des informations trouvées sur son site d'internet: <http://www.anna-heringer.com>



## **Acceptation des matériaux locaux pour la communauté de parents**

« Construire avec de matériaux locaux ce n'est pas facile. Quand on arrive avec un projet d'école, les attentes de la communauté des parents liée à un autre matériau et en plus à un projet plus développé et avec des complexités techniques, ce sont les références occidentalisées... »

## **La responsabilité économique de construire un bâtiment public**

« Il faut avoir une rigueur technique et une responsabilité importante quand on travaille avec des bâtiments publics [...], il faut que la communauté locale soit bénéficiaire sur tous les plans surtout l'économique [...] ainsi on peut penser à une règle de base qui est liée au fait que le bénéfice d'un bâtiment public doit retomber dans la communauté locale [...] L'infrastructure publique est un moyen d'amener des ressources à la région et de former la population locale qui en même temps doit en bénéficier économiquement pour y travailler. »

## **Reproductibilité de l'école dans l'amélioration de l'habitat**

« Je pense que si nous voulons avoir un impact sur l'habitat il faut qu'existe un lien très proche entre des espaces réels de l'habitat traditionnel-local et l'école ou le bâtiment public... »

Moi, j'ai vu cela dans mon équipe de chantier, mais réellement eux étaient très pauvres [...] en plus ils ont d'autres activités et besoins à part la construction de leur maison...

« [...] Par exemple la technique du bambou a été assez répliquée par la plupart des maçons mais les maçons n'avaient pas assez de moyens pour se permettre de construire une bonne fondation. Cependant, on a pu constater qu'après la construction de l'école, ils faisaient leurs maisons de manière plus soignée. Par exemple, pour ne pas avoir de fissures dans les murs en bauge.... »

« Pendant le chantier de l'école, les maçons utilisaient leurs outils et à l'heure du déjeuner, ils allaient chez eux pour les utiliser dans la construction de leurs maisons. »

« Les maçons ont aussi répliqué une partie des dessins du projet de l'école, par exemple : des fenêtres et linteaux [...] Ils voient au-delà de l'école pour y prendre quelques éléments et les reproduire pour leur bénéfice... »

« Les échanges avec les artisans étaient constants, tant eux que nous apprenions tout le temps... »

« "Il était bon de faire des tests et des expériences ensemble avant de commencer la construction réelle, afin que nous puissions les comprendre, bien que nous ne connaissions pas la langue. Et tout le monde a beaucoup appris les uns des autres. J'ai appris comment construire des murs solides ", comment utiliser les outils de mesure et les étrangers ont appris que les meilleures machines de mélange sont des buffles d'eau... » (Suresh, travailleur du projet à Rudrapur, Bangladesh)<sup>34</sup>

« Le projet DESI, a été plus réussi par rapport à l'impact sur l'habitat que l'école METI, car le projet d'architecture était plus proche de ce qu'ils connaissent<sup>35</sup>, comme : la cour intérieure, des grandes terrasses, etc., Ce sont des espaces qu'ils ont chez eux [...] par exemple, ils disaient : c'est ainsi que je peux faire les toilettes dans ma maison de terre ou c'est ainsi que je peux faire le mobilier sans dépenser trop d'argent, ou c'est ainsi qu'on pourrait faire notre terrasse [...] Mais dans le cas de l'école de METI, leur appropriation était plus difficile car il n'y avait pas ces espaces... »

<sup>34</sup> Source : <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=30>

<sup>35</sup> Le bâtiment DESI a été conçu à partir de l'interprétation de la ferme traditionnelle du Bangladesh. De plus, l'objectif était d'intégrer toutes les fonctions de travail et de vie dans une structure unique. Le bâtiment est composé de deux salles de classes, deux bureaux et deux résidences pour les moniteurs de l'école. Il y a une salle de bain avec deux douches et deux toilettes pour les enseignants et un centre de salle de bains avec toilettes et lavabos sur le rez-de-chaussée pour les étudiants. D'autre part, des panneaux qui produisent le 100% des besoins d'énergie du bâtiment ont été installés.

« C'est ainsi, qu'on peut constater le regard de la population avec des exemples réels qui peuvent être liées à leurs maisons... »

« Les gens qui ont travaillé dans la construction de l'école METI ont été embauchés pour construire d'autres écoles dans la région et ailleurs. »

« L'école METI a sensibilisé d'autres bailleurs pour développer d'autres écoles en terre. »

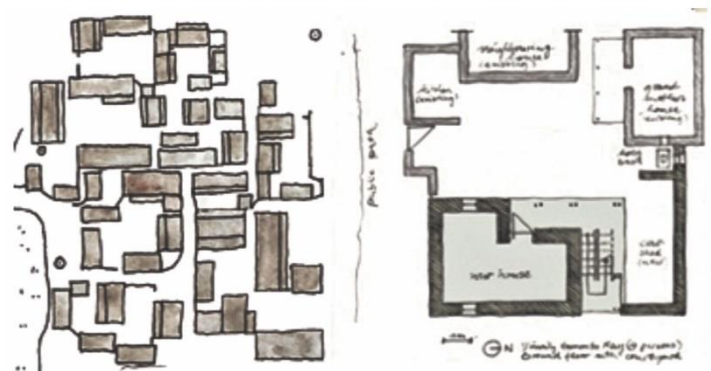
« La reproductibilité de cette école comme modèle, est un phénomène qui actuellement se développe progressivement. Si on veut avoir cette reproductibilité durable, normalement cela suit une courbe où au début elle se reproduit lentement jusqu'à arriver au point exponentiel. La courbe de reproductibilité c'est lent au début [...] Il ne s'agit pas de construire une école et d'avoir après des centaines de copies de cette école. Cependant, l'école au Bangladesh a eu assez de reproductibilité. »

- Utilisation plus radicale de matériaux locaux que dans l'École METI. Par exemple, au lieu des cordes en nylon pour attacher les bambous, des fibres de bambou ont été utilisés dans les maisons ;
- Implémentation de masses thermiques dans le toit, en utilisant de l'isolation avec des fibres de noix de coco ;
- Fenêtres en verre et ouvertures pour assurer la ventilation transversale ;
- Fine couche de ferro-ciment dans la fondation pour diminuer la remontée capillaire et l'attaque des termites ;
- Des petites lames de bambou stratégiquement placées à l'extérieur des murs agissent comme briseurs de vitesse pour éviter l'érosion de la pluie ;
- Stabilisation de la bauge avec de la paille.

## Concepts de design innovateurs et accessibles : un processus d'auto-découverte

Suite à la construction de l'école METI, un projet de construction de trois modèles de maisons a été développé. L'objectif était d'améliorer les conditions de vie de la population locale et renforcer l'identité nationale à travers des projets de haute qualité en cherchant une tendance de style régional et architectural qui motive la population à auto-découvrir architecturalement et à faire évoluer ses méthodes de construction traditionnelle sans la notion du *rustique* mais vers un architecture moderne et contemporaine

Ce projet a été le résultat d'un atelier de conception entre jeunes architectes d'Autriche et de Bangladesh. Ensuite, la construction a été réalisée par des artisans locaux précédemment formés à la technique de la bauge et bambou. Les architectes locaux du Bangladesh ont été formés dans l'optique qu'ils soient capables de reproduire leur connaissances dans d'autres régions du Bangladesh. Plusieurs améliorations ont été développées :



"HOMEmade" projet d'habitat à Bangladesh

Source photo : <http://www.anna-heringer.com/fileadmin/anna/Press/Archfuture.pdf>

Source plan : <http://www.anna-heringer.com/index.php?id=39>

## **Dissociation entre école et maison et l'image de l'école**

« L'école c'est quelque chose de plus qu'une maison, [...] normalement on ne peut pas changer l'échelle ou augmenter une maison pour avoir une école, cela ne marche pas comme ça. Mais on peut y penser dans les maisons des enseignants. Donc finalement, on a une maison qui est plus appropriable dans la conception des maisons de la communauté et l'école qui est un bâtiment prestigieux peut aider à changer l'image négative du matériau terre. Donc, on peut imaginer que la stratégie pour changer l'image du matériau terre c'est la construction de l'école, mais en y cherchant aussi une stratégie pour créer des rapports plus proches avec l'habitat local... »

## **L'appropriation sensitive des enfants et l'école comme une maison : de la chaussure au pied nu**

« L'utilisation du matériau terre permet la participation des enfants dans la construction de leur école et ceci les en rend fiers. Par exemple, les enfants disaient : ce détail là c'est moi qui l'ai fait ! »

« Normalement les enfants viennent de maisons construites en terre et quand ils rentrent dans une école construite aussi en terre, les sensations et le confort sont plus familiales [...] c'est comme être dans l'école et avoir une sensation d'abri, comme quand ils ont chez eux. De plus, ce confort stimule et ouvre les sens pour apprendre. Donc, si au lieu d'une école en terre, on a une école en béton, c'est comme quand tu es habitué à marcher pieds nus et que d'un coup tu es obligé de marcher avec des chaussures... »

## **Les obstacles et opportunités de l'impact des matériaux locaux sur l'habitat : les préjugés et les autorités**

« Le principal problème pour réussir à développer un projet qui cause de bons impacts sur l'habitat est le fait de la mauvaise image du matériau qu'a la communauté. Si les autorités construisent des bâtiments publics la communauté va voir que c'est possible de faire des constructions importantes avec ce matériau [...] Un bâtiment public en terre renforce la confiance du matériau dans la communauté. »

« La mauvaise image du matériau, la plus part des fois, commence par le gouvernement et les ONGs [...] ils promeuvent l'idée de progrès comme la nécessité de changer le matériau. Un des arguments, souvent utilisés, est quand ils disent à la communauté que, si ils veulent des maisons résistantes et modernes, il faut arrêter de construire des maisons en terre. »

« Les gens qui ont de l'argent ne construisent pas leur maison en terre, c'est comme ça que le message passe à la population plus pauvre. »

« L'école en terre change l'idée du bâtiment provisoire. Il faut qu'il soit de bon niveau et de bonne qualité. »

## **Le sens de la planification et l'investissement communautaire comme stratégie d'auto-améliorer l'habitat**

« Pour arriver à ce que les gens développent une maison de qualité, il faut avoir un premier investissement économique de base, comme celui de la fondation et plus encore en sachant que la maison est en bauge, parce que les murs sont épais pour permettre de bénéficier de leur confort. Mais pour cela, il faut faire évoluer la mentalité locale et leur apprendre à planifier, et investir dans une maison qui ne soit pas provisoire et qui puisse rester pour les autres générations. Pour les maisons en bambou, c'est plutôt plus facile parce que les fondations sont-elles ponctuelles. »

## **L'initiative du gouvernement : du bas vers le haut**

« Difficilement un gouvernement va avoir des incitatifs pour participer dans ce sens de la construction d'écoles avec de matériaux locaux en pensant à l'amélioration de l'habitat. La stratégie c'est tout le contraire : il faut que l'incitatif se développe depuis le bas, avec des petites initiatives qui vont réellement être replicables localement... »

## **Impact des architectes étrangers dans les pays émergents et la reproductibilité des compétences**

« Cela dépend de la sensibilité du professionnel et de l'amour pour les gens locaux et le pays où on peut bénéficier de moins de difficultés bureaucratiques que par exemple en Europe... »

« Dans mon cas, j'avais habité depuis un an sur place, en travaillant avec l'ONG locale, ce qui m'a permis de mieux comprendre le contexte, notamment sur l'usage des matériaux locaux et avoir une connexion du fond du cœur avec la communauté locale. En plus, je parlais la langue locale, ceci facilite la communication avec la communauté... »

« Le professionnel étranger amène des perspectives différentes de choses qui sont communes pour les gens locaux. Quand on est étranger, parfois notre voix est plus écoutée, et on peut avoir plus d'autorité, et ceci il faut bien en profiter dans le bon sens pour motiver, mobiliser et encourager les gens à valoriser et renforcer leurs propres capacités sans l'idée d'imiter les choses du premier monde. Il faut les encourager pour qu'ils développent leur auto construction, parce que quand on copie quelque chose, c'est dans un cas donné, difficile de le dépasser en qualité, le plus possible, c'est arriver à faire pareil mais, ceci doit révolutionner localement. »

« Quand on est étranger, il faut s'adapter au temps local, et quand on est sur place on a plus de temps et moins de fatigue, donc on peut perfectionner l'œuvre, et en même temps on peut attendre jusqu'à ce que les gens soient prêts pour avoir leur

propre initiative. Comme ça on n'a pas besoin d'être le moteur tout le temps. »

« L'architecte professionnel, il faut que lui, éteigne ses egos en apprenant à écouter les problèmes et les rêves de la communauté locale [...] Qu'il apprenne aussi à identifier le cycle de l'argent qui est investi dans le projet et savoir où il va arriver et quel est l'impact local [...] Ce n'est pas le même impact, d'acheter un sac de ciment que d'acheter un botte de paille ou de bambou à une femme qui fait partie d'une coopérative locale. Ceci on ne l'apprend pas à l'université [...] »

## L'expérience au Niger : une approche de développement du territoire

Les écoles sont une part essentielle du développement d'un territoire, pas seulement pour les facteurs liés à l'éducation, mais aussi parce qu'elles peuvent avoir un impact qui favorise tout le secteur de la construction. Cependant, il existe tout un ensemble de constructions qui aident à développer le territoire et qui font partie des dynamiques, sociales, culturelles et également économiques locales. Ces projets peuvent être des hôpitaux, des banques de céréales, des abris, des marchés, des centres de formation, et également l'habitat, etc...

Comme exemple de ces approches globales de construction d'infrastructures publiques et d'amélioration de l'habitat, prenons le cas du projet de développement rural de Mayahi au Niger, expliqué par Moles, O., Moriset, S. (1998), dont

l'objectif concernait la proposition de solutions techniques:

- maitrisables par la population pour qu'elles puissent contribuer aux réalisations afin de lui permettre d'améliorer son propre habitat ;
- permettant une maximalisation de l'utilisation des matériaux locaux, tout en cherchant à réduire l'utilisation des matériaux d'origine végétale de façon à préserver l'environnement.

Dans ce projet, de nombreux types de bâtiments comme des cases de santé, banques de céréales, foyers sociaux, salles de classes et également des maisons individuelles, ont été construits au cours d'une période de 4 ans, dans le cadre d'une méthode de travail participative où la communauté était impliquée dans les processus de décision et aussi afin de s'approprier les solutions techniques proposées. De fait, la conception technique doit aussi prendre en compte, systématiquement, les moyens financiers des populations. Pour mener à bien ce projet, les points abordés ont été :

- Diagnostique technique, socioculturel et environnemental
- Propositions techniques et stratégies de mise en œuvre en fonction des résultats du diagnostic, de la demande sociale, pour les problèmes techniques et autres besoins du projet comme la protection de l'environnement ;
- Développement d'activités de formation, en permettant la construction de bâtiments de démonstration, formation d'artisans. Ceci permet de confronter rapidement les innovations techniques aux réalités locales.
- Suivi, évaluation et adaptation continus, à travers différents outils développés expressément pour le projet.
- Protection de l'environnement par la diminution de la consommation végétale pour la construction ;
- Diffusion et vulgarisation de techniques constructives et des résultats

Concernant le projet d'amélioration de l'habitat comme stratégie de la construction des équipements publics, différents aspects ont été traités :

## La formation comme stratégie de reproductibilité

Comme première stratégie de formation, la construction des maisons d'habitation a été réalisée uniquement au cours de chantiers de formation. Cette première action, a permis de faire évoluer le projet grâce aux différents avis que la population a émis pendant ces chantiers d'application. Dans un deuxième temps, chaque artisan formé a eu l'opportunité de construire au moins un prototype d'habitat dans son village avec l'assistance d'un maçon confirmé et d'un maçon formateur. Ceci a assuré le début d'un processus de reproductibilité des compétences avec des conséquences notamment sur l'amélioration de l'habitat.

Après la construction des infrastructures, 5 prototypes d'habitat ont été conçus. Ensuite des artisans formés ont construit à titre privé certains prototypes les adaptant aux conditions locales.

*La formation des formateurs*, et l'élaboration des fascicules de vulgarisation des techniques enseignées, ont favorisé la reproduction des connaissances. D'autre part, les nouveaux formateurs les ont utilisés avec leurs élèves, en s'adaptant au système traditionnel de maître-apprentis. D'autres outils, comme des fiches plus techniques et des maquettes pédagogiques ont aussi été bénéfiques.

## L'habitat dans l'ensemble du projet

Différentes infrastructures ont été complétées par une banque de céréales et plusieurs unités d'habitation.

## Conditions et actions spontanées de la communauté pour améliorer son habitat

Quand il est possible d'utiliser des techniques simples et des matériaux locaux, « de faciliter l'accès des populations aux moyens de transport

(charrettes) et de mettre à leur disposition des outils (moules à briques, pelles, pioches...), leur appropriation spontanée permettra de développer des nouvelles formes d'habitat (notamment en utilisant l'adobe). Dans les villages pilotes où le projet est intervenu, 90% de constructions réalisées depuis 1995 ont utilisé l'adobe alors que préalablement n'étaient utilisées que les matières végétales (paillotes). Ceci a permis d'arriver à l'objectif de préservation de l'environnement. » (Moles, O., Moriset, S. 1998, p.14). La capacité d'améliorer leur habitat qu'ont les populations dépend largement des moyens qu'ils ont pour transporter les matériaux y compris la terre. Comme ceci leur permet de construire un habitat plus résistant, la facilitation de l'accès aux charrettes est très importante.

## Le suivi et l'écoute comme stratégie d'améliorer progressivement les prototypes d'habitat

Les modèles d'habitat de base ont pu évoluer et être mieux adaptés localement lorsque le suivi et les opinions ont été pris en compte.

## Absorption rapide des innovations de la part de la communauté

Plus de 20 maisons privées construites après la formation, avec les concepts des prototypes développés. Ceci est dû à la capacité des populations à absorber des innovations qui étaient adaptées à la culture locale en permettant des appropriations rapides.

## Formation et vulgarisation

Le travail de formation et de vulgarisation est un des volets essentiels du programme "amélioration de l'habitat" ;

## **L'amélioration de l'habitat comme stratégie d'amélioration de l'environnement**

Un des problèmes importants liés à l'habitat était la protection de l'environnement. Les matériaux végétaux n'étaient pas disponibles en assez grandes quantités. Environ de 3500 poutres étaient nécessaires pour satisfaire les besoins de l'arrondissement (soit la coupe d'environ 1000 palmiers Doum). Plusieurs options comme l'introduction d'espèces d'arbres et la substitution par des nouveaux produits des éléments en bois ou autres matériaux végétaux (comme la chaume) utilisés dans la construction ont été explorés dans ce projet. Par exemple les solutions d'arcs et de voûtes d'arrête.

L'utilisation de la terre pour l'amélioration de l'habitat cause aussi un impact sur les carrières. Normalement les carrières disponibles dans l'arrondissement sont très inégalement réparties et peuvent être épuisés au cours du temps. Dans ce sens, la stratégie de plantation et réimplantations des arbres utilisés dans la construction est aussi un complément à l'utilisation de la terre et à son impact environnemental et social.

## **L'entretien comme stratégie de conservation naturelle**

Dans le projet il a été recommandé « la mise en œuvre d'un programme de sensibilisation à l'entretien des bâtiments et à la prévention des risques majeurs de dégradation de façon à prolonger la durée de vie des constructions, permettant donc de réduire la fréquence des prélèvements des ressources naturelles ». (Moles, O., Moriset, S. 1998, p.22).

## **L'amélioration de l'habitat et la création des entreprises**

Le projet a apporté des ouvertures intéressantes dans le domaine du renforcement et de la création de petites entreprises et son volet complémentaire d'aide au crédit ;

## **L'appropriation des détails techniques par les modèles d'autres institutions**

Suite à la collaboration entre différents techniciens à Mayahi, ceux-ci ont modifié plusieurs détails techniques du modèle de la banque de céréale qu'ils construisaient pour l'UNICEF, en s'inspirant des techniques de soubassement renforcé, dalle de sol, contreforts, chaînage, acrotère renforcé ;

## **La reproduction des systèmes constructifs dans les écoles**

La motivation parmi les différents directeurs du projet a convaincu le sous-préfet de Mayahi de reproduire les infrastructures scolaires, en utilisant le même système constructif pour la construction de plusieurs salles de classes, 6 boutiques de marché, et d'un logement de médecin.

## **Reproduction des parties du bâtiment public et amélioration de l'habitat**

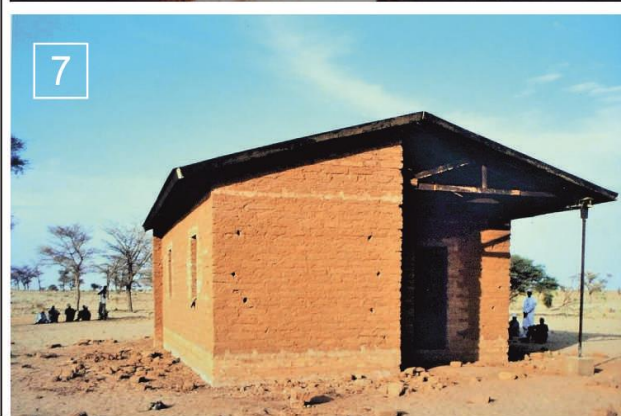
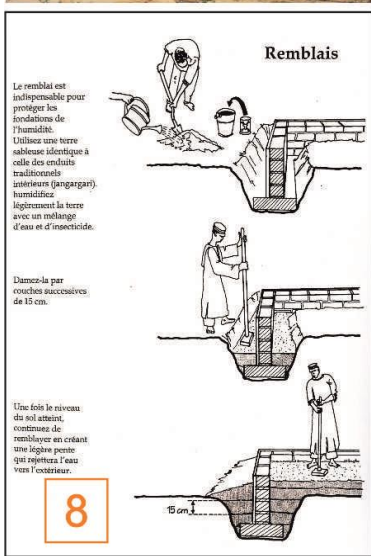
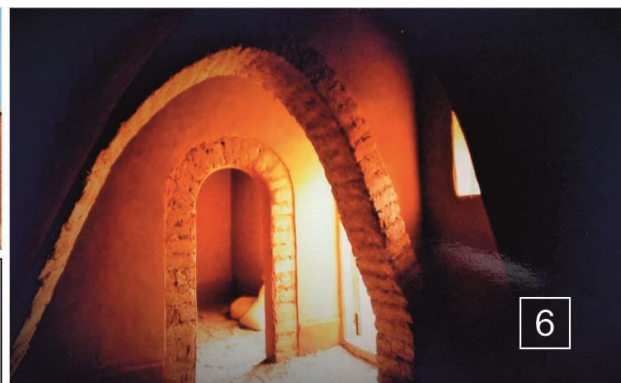
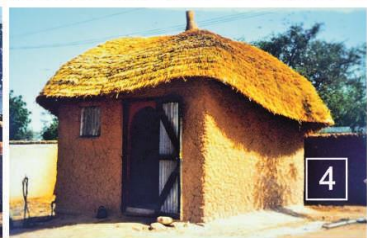
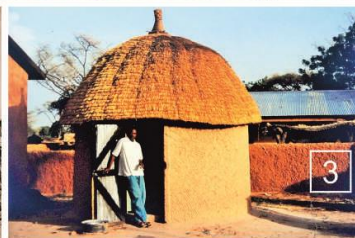
Comme effet indirect après la construction des équipements publics, l'appropriation des techniques constructives par la communauté a été constatée. Ces techniques étaient : des charpentes, faux plafond en nattes, linteaux en arc, adobes stabilisés au ciment, enduits grillagés avec angles arrondis et acrotères renforcés.

## **Le suivi et l'observation des phénomènes qui provoquent la reproduction**

Pendant le processus d'appropriation du projet par la communauté, un travail d'évaluation continu doit être maintenu. Ceci pour comprendre le comportement technique des prototypes et observer les retombées directes et indirectes des actions réalisées et adaptées par la communauté.

Une des stratégies réside dans l'écoute de la demande des villageois. De plus, le travail que font les formateurs locaux, les artisans et d'autres acteurs, ainsi que l'usage du matériau, etc. sont des phénomènes qui peuvent être observés.

Quelques exemples des constructions développées dans ce projet de Développement rural de Mayahi



**Photo 1 :** l'école de Kanem Bakatche, une démonstration appréciée qui a été reproduite dans le cadre du projet. **Photo 2 :** maison traditionnelle construite en différents matériaux végétaux. **Photo 3 :** prototype 1 de case ronde surélevée de façon à ce qu'une porte et une fenêtre puissent être installées avec un débord de toit plus important que pour la paillote traditionnelle. **Photo 4 :** prototype 2, évolution du prototype 1. De base carrée pour permettre une meilleure utilisation de l'espace. **Photo 5 :** prototypes 4 et 5 qui ont permis un respect des formes architecturales traditionnelles. **Photo 6 :** prototype 4 avec des arcs comme stratégie de diminution des matériaux végétaux. **Photo 7 :** logement du dispensaire de Cake. **Photo 8 :** exemple des fiches techniques de diffusion.



# *Vers les déterminants de l'impact de la construction des écoles sur l'habitat*

## **Dissociation et relation entre école et maison : déterminants de base**

### **Définition du concept « déterminant »**

Les déterminants sont les actions (induits et spontanées) nécessaires pour que le processus d'impact de l'école sur l'amélioration de l'habitat soit-il effectué.

Après l'analyse des expériences référencées dans ce mémoire, il a été possible d'observer le constant aller/retour dans le lien entre maison et école. C'est un constat que la maison et l'école ne relèvent pas du même type de projet et pour cela l'approche pour réaliser un projet de bâtiment public qui ait un impact sur l'habitat, doit nécessairement dissocier plusieurs aspects. Cependant, il a été possible de constater aussi que les infrastructures peuvent dans un cas donné avoir un impact positif sur l'amélioration de l'habitat. Ensuite, sont présentés quelques aspects de dissociation et relation entre l'école et la maison, qui doivent être pris en compte pour la définition des déterminants de l'impact.

Les aspects de relation sont des facteurs favorisant l'amélioration de l'habitat et ceux de dissociation sont des facteurs de risque ou que peuvent être défavorables. Voici le tableau :

Relation/ favorables	Dissociation / défavorables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'école est reconnue par la population comme une deuxième maison pour les enfants, notamment parce qu'ils y passent la plupart de la journée en apprenant pour la vie future et quotidienne ;</li> <li>• La salle de classe et maison d'enseignant, gardien ou directeur sont une échelle de référence proche d'une maison ;</li> <li>• Les maisons des enseignants peuvent être conçues pour attirer les enseignants vers la campagne et diminuer leur migration vers la ville.</li> <li>• Cette maison favorise la promotion de l'utilisation de la terre comme matériau de construction durable ;</li> <li>• La population, reproduit les connaissances des détails techniques utilisés dans ces maisons, pour construire les écoles, dans la logique du provisoire « <i>les classes provisoire</i> » ou non ;</li> <li>• Si l'école et la maison de l'enfant sont construites en terre, ceci donne à l'enfant un sentiment plus familier et plus confortable ;</li> <li>• Au moment de concevoir l'architecture d'une école, une des stratégies pour que le projet soit bien contextualisé est de réaliser des études préalables : une étude de l'habitat, reconnaissance du lieu. Ceci permettra de trouver des pistes comme matériaux, types d'espaces, détails constructifs, compétences techniques et modes de vie pour pouvoir les adapter intelligemment au projet d'école.</li> <li>• Dans certains endroits, notamment ceux qui sont classés patrimoine, comme le Pays Dogon, il faut adapter l'école au paysage, donc au Skyline de l'habitat ;</li> <li>• Un des critères pour l'implantation d'une école, est qu'elle doit rester le plus proche de la maison, surtout en milieu rurale.</li> <li>• Dans un projet de formation ou non, la construction de l'école sert aussi pour permettre aux gens qui y participent d'avoir des références et plus de chance de travailler dans l'habitat ;</li> <li>• Dans le projet d'une école normalement il y a des professionnels, mais moins nécessairement dans l'habitat. La population ne va pas faire appel à l'architecte. Ceci représente donc un mécanisme pour passer la connaissance de l'architecte, vers la communauté à travers la construction d'écoles ;</li> <li>• Dans un projet de formation pour l'amélioration de l'habitat (ainsi que de création des filières, renforcement des entreprises etc..), une des stratégies la plus pertinente pour la démonstration des techniques de construction apprises, est la construction d'un bâtiment public comme l'école. En effet, ceci n'interfère pas dans les sentiments de jalousie qui peuvent se manifester pour la construction d'une maison ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalement l'intérieur d'une maison rurale est plus utilisé la nuit et la salle de classe dans la journée. Donc les priorités et spécifications de performance thermique des bâtiments ne sont pas les mêmes.</li> <li>• Les surfaces dans une école sont plus grandes, par exemple la surface d'une porte d'une maison est plus petite que celle d'une école. Cependant le détail de fixation du cadre au mur et les matériaux peuvent être adaptés ;</li> <li>• La dynamique d'entretien d'une école et de la maison sont différentes, c'est-à-dire, que les gens normalement n'ont pas le temps d'entretenir leur maison, parce qu'ils sont pris par autres activités comme l'agriculture. Donc, l'entretien d'un bâtiment comme l'école n'est pas une priorité non plus. La priorité est vue normalement au gouvernement. Dans ce cas, il faut bien choisir la stratégie et la technique plus convenant pour favoriser l'entretien.</li> <li>• Dans un contexte de guerre la maison n'est pas une véritable priorité, l'école oui ;</li> <li>• Une des grandes différences entre l'école (bâtiment public) et la maison (bâtiment privé) est la notion de durabilité que la communauté locale a vis-à-vis du bâtiment<sup>36</sup>.</li> <li>• Si l'approche concerne le travail d'une entreprise locale avec la participation communautaire, le travail sera affecté par la vitesse de la communauté locale. Ceci est inadapté au coût de l'entreprise ou de l'expert national ou international qui doivent rentabiliser leur temps. Il faut bien séparer c'est qui est lié à la responsabilité de l'entreprise, du maçon ou charpentier et c'est qui est d'ordre de la participation villageoise. Si l'un dépend de l'autre, cela créera des problèmes ;</li> <li>• Dissociation entre les techniques plus convenables tant pour l'école comme pour l'habitat ;</li> <li>• Un bâtiment public a un certain impact, les gens veulent que ce soit un projet ambitieux, comme une preuve de développement. Il peut donc être positif de le différencier de la maison ;</li> <li>• Il est évident que la gestion, la capacité et la taille d'une maison et une école sont différentes, Mais d'un autre côté, plus une école est grande, plus élevé sera le coût unitaire. Donc, il arrive que les gens auto-construisent leur école, avec les moyens qu'ils ont et la référence de l'habitat.</li> <li>• Le budget pour une école n'est pas le même que pour une maison.</li> <li>• L'école a des détails techniques plus sophistiqués que ceux que la communauté normalement peut se permettre.</li> </ul>

<sup>36</sup> Au Bénin, ainsi que dans d'autres pays, le béton et le parpaing sont pensés comme les matériaux permettant une « construction définitive ». Ceci, amène l'idée qu'un logement construit en banco ou adobe n'est pas un espace qui va être utilisé dans la durée. Par exemple, l'utilisation des systèmes constructifs en béton ont changé les caractéristiques de la construction locale. Un type d'adaptation est la diminution de l'épaisseur du mur en banco et adobe, car dans la construction en béton les murs sont moins épais. En prenant cet exemple, il est évident que la durée d'un logement avec des murs en banco ou en adobe sera inférieure. D'autre part, les personnes ne prennent pas les dispositions nécessaires pour construire des maisons qui durent très longtemps. Avec cette réflexion, nous pouvons penser que la construction des modèles de bâtiments publics en techniques et matériaux locaux peuvent être des exemples pour que la population locale les prennent comme référence pour améliorer la construction de leur habitat (soit dans des projets de réhabilitation, soit des constructions de nouvelles maisons ou d'extension).

# Définition des critères pour établir les déterminants : La ligne de reproductibilité

## Notion de ligne de reproductibilité

En sachant que la reproductibilité a été abordé dans cette mémoire comme un processus de transformation d'un objet ou une action pour devenir autre objet ou action avec de caractéristiques similaires, la ligne de reproductibilité c'est donc le processus nécessaire pour avoir un impact d'une école sur l'amélioration de l'habitat.

La ligne de reproductibilité se compose principalement par : la compréhension de la démarche globale d'un projet que vise l'amélioration de l'habitat et la définition des déterminants d'impact.

## Compréhension de la démarche globale d'un projet d'amélioration de l'habitat

Suite à l'étude développée dans cette mémoire, des quatre types généraux de projet où il est possible de développer la construction scolaire vers l'amélioration de l'habitat ont été identifiés :

- **Projet de construction d'une école :** Ce projet peut être un prototype d'école avec un but de formation des compétences locales pour l'amélioration de l'habitat ou juste un projet d'aide sociale.
- **Projet de construction de plusieurs écoles :** Ce projet peut avoir un objectif répondre à un besoin de déficit scolaire. Ce projet peut ou non avoir un objectif de formation et d'amélioration de l'habitat.
- **Projet de construction de plusieurs équipements publics et habitat :** dans ce projet ils existent différents équipements

publics, notamment des écoles. Ce projet peut inclure des prototypes de maisons, dans le but de formation ou non.

- **Projet de construction d'habitat.** Dans ce cas, il n'y a pas des projets d'équipements publics. Ce projet peut inclure des prototypes de maisons, dans le but de formation ou non.

Ces projets peuvent être ou non encadrés dans trois types de systèmes : a) auto-construction (communauté), mixtes ou d'auto-construction assisté (communauté et gouvernement), d'état (totalité par le gouvernement) Pour aborder ces projets une démarche avec différentes étapes a été identifiée :

**Étape 0 : Délimitation et compréhension de la démarche et l'approche du projet :** cette étape s'agit de la délimitation globale du projet et la compréhension de la demande du projet. Dans l'étude fait dans ce mémoire différentes démarches ont été identifiées, par exemple :

- Reconstruction après catastrophes naturelles
- Développement rural et du territoire
- Programmes pilotes et/ou nationales d'infrastructure scolaire
- Renforcement et création des filières de construction
- Amélioration de la construction scolaire et de l'habitat
- Lutte contre la pauvreté et/ou contre la déforestation
- Projets à caractère social

**Étape 1 : Compréhension de la réalité et culture constructive locale :** Avant de réaliser des projets d'amélioration de l'habitat il est impératif de bien connaître les pratiques existantes. Dans les expériences de stage au Sénégal, Cameroun et Benin, exposés dans ce mémoire, les études de ces pratiques n'ont pas été réalisées de manière approfondie. Cependant, malgré des séjours courts il a été possible d'identifier quelques aspects de l'habitat local et les mettre en cohérence lors de la conception intégrale du projet. Dans le cas des projets étudiés dans le chapitre 3, l'exploration et les analyses de la culture constructive locale étaient un facteur-clé pour le développement des projets tant des écoles

que des maisons des enseignants. Il convient donc de réaliser, avant par exemple, les études d'impact, un diagnostic de l'habitat local où les écoles ou maisons ont été construites.

**Étape 2 : Sensibilisation à différents niveaux des parties prenantes du projet :** pour mieux conduire le projet, la sensibilisation et l'adéquation synergique entre toutes les parties prenantes du projet pour aboutir dans un même objectif c'est un aspect très important. L'objectif, n'est pas seulement de convaincre les parties prenantes d'un potentiel du projet construit en matériaux locaux, mais aussi motiver la participation autonome qu'amené des incitatifs et appropriation pour le projet. Cette sensibilisation peut ou non être faite dans un processus de formation.

**Étape 3 : Formation en matériaux locaux en renforçant et diversifiant les compétences :** la formation c'est un aspect clé dans tout processus de reproduction des connaissances. La formation en matériaux locaux permet de comprendre et donner de sécurité sur l'utilisation de la matière, les matériaux et les techniques constructives. Quand les participants ont déjà une expérience la formation devient un processus de renforcement pour apprendre des nouvelles connaissances qui vont au-delà de l'utilisation de la terre dans la construction, soit pour comprendre autres systèmes constructives du bâtiment soit dans la gestion qu'implique construire un bâtiment. Des expériences constructives doivent être faites, par exemple murets de démonstration.

**Étape 4 : Construction des bâtiments témoins qui démontrent leur viabilité et qualité :** l'application des acquis dans une construction réelle, soit une école ou une maison, permet de démontrer la viabilité constructive, en termes de conception, construction et gestion. De plus, les participants comme la communauté locale peut observer et confronter la qualité du bâtiment à l'échelle réelle.

**Étape 5 : Construction des bâtiments qui valorisent favorisent l'économie locale :** cette étape permet l'accès des gens formés dans la réalité du marché local. Si les artisans ont l'opportunité d'augmenter ses revenus à travers la construction de bâtiment public et des maisons, où tout le monde gagne, l'économie locale montera et l'amélioration de l'habitat sera plus évidente.

**Étape 6 : Renforcement de l'autogestion en assurant leur durabilité :** l'accompagnement et soutien des experts finalise quand les gens arrivent à l'état d'autonomie et autogestion pour développer leur travail dans la construction. Quand les gens formés ont d'incitatif la durabilité du travail se tiendra dans le temps. Dans ce sens, la reproductibilité de ses compétences vont impacter exponentiellement le développement local et notamment l'amélioration de l'habitat.

**Étape 7 : Visibilité et communication en assurant la capitalisation et diffusion des connaissances :** mettre en valeur et propager les expériences par différents moyens de communication, soient-elles liés à la recherche ou à une modeste vulgarisation locale, sont aussi des mécanismes pour augmenter la reproductibilité du projet et son impact sur le milieu local.

## Les déterminants d'impact : actions induites et actions spontanées

Pour que les projets de construction d'équipement public se reproduisent dans l'amélioration de l'habitat, une connexion à travers des actions induites et actions spontanées est nécessaire. Dans chaque phase du projet d'amélioration de l'habitat des actions induites sont mises en place pour viser cette amélioration. Quand les actions induites par le projet se mettent en route, des actions spontanées apparaissent dans la communauté locale, comme conséquence ou non des actions induites. Deux exemples :

- **Action induite** : quand le projet prévoit l'utilisation des outils de constructions de manipulation facile pour la construction des écoles.
- **Action spontanée** : quand les maçons utilisent ces outils après le chantier de l'école pour les utiliser dans l'amélioration de leur maison.
- **Action induite** : quand le projet prévoit la construction d'un prototype d'école dans le cadre de la formation pour renforcer des capacités locales.
- **Action spontanée** : quand le maçon formé, par initiative propre reproduit ses connaissances dans la construction d'un mur de clôture avec les principes constructifs dernièrement acquis.

Les actions spontanées peuvent se comprendre comme conséquences indirectes des actions induites. Tandis que les actions induites visent des conséquences directes. Par exemple : l'action directe est « former un groupe de maçons à travers la construction d'un prototype de maison dont le but est de construire, ultérieurement d'autres maisons. Dans cet exemple, ces nouvelles maisons sont les conséquences directes.

Les actions induites et spontanées sont les déterminants de l'impact. Après la réalisation de cette recherche, une liste des déterminants a été identifiée. Ces déterminants correspondent, la plupart, à des actions induites. Pour identifier les actions spontanées, il sera nécessaire de développer un travail de recherche qui devra être fait sur terrain avec des populations ayant fait partie du projet initiale. Cependant quelques actions spontanées, à manière d'hypothèses ou constats, ont aussi été mises en évidence dans ce travail.

Il faut prendre en compte que l'analyse des déterminants de l'impact des écoles sur l'habitat doit reprendre les actions induites prévues au moment de la conception du projet et celles qui pourront être des actions spontanées de la communauté en cherchant l'amélioration de leur habitat. Pour trouver ces déterminants<sup>37</sup>, le

<sup>37</sup> Ces déterminants peuvent éventuellement aider à la mise en place d'un Cadre Logique, notamment la logique d'intervention, les indicateurs objectivement vérifiables, les sources et moyens de vérification et des hypothèses. Sur le chemin du cadre

schéma suivant explique ces résultats. L'élaboration de cette mémoire, notamment l'étape du travail personnel et les autres expériences citées, une grande liste de déterminantes a été possible d'identifier. Les déterminants ont été classifiées dans 5 catégories : Technique/architecturale, social, économique, environnementale et culturelle.

## Les variables d'impact de la ligne de reproductibilité

### La vitesse

Les impacts sont des appréciations des effets d'une action sur son environnement au sens plus large (technique, économique, politique, environnemental, sociologique, etc...). Ces effets, étudiés à long terme, peuvent être positifs et négatifs, primaires et secondaires, induites par une action de développement volontairement ou non, intentionnellement ou non<sup>38</sup>.

Le secteur de l'habitat est un secteur qui évolue lentement, notamment par ce que la construction d'une maison est un acte qui n'intervient que très peu de fois dans la vie d'une famille. Dans le cas de la mission au Bénin, pour la construction des trois salles de classes, il était évidemment trop tôt pour observer l'impact futur dans l'habitat des actions menées par le projet. Malgré ceci, il est intéressant de noter qu'après la formation B'est deux phénomènes d'impact ont été observés :

- Dans le cas de l'entreprise qui a développé le projet à Degue-Degue, il y'a eu un projet de maison privé à construire dans la ville d'origine de l'entreprise.
- Dans le cas de l'entreprise qui a développé le chantier à Bante, il y a eu un travail de construction des incinérateurs en utilisant les matériaux locaux.

logique il faudra penser aussi à : la définition de la demande initiale, l'analyse globale de la situation, l'analyse et identification des parties prenantes, la réalisation du SWOT, l'arbre à problèmes et solutions, la matrice Cadre logique, analyse des objectifs et stratégies et la réalisation du projet avec le planning et budget.

<sup>38</sup> Notes du module d'Habitat, dans la formation DSA/Craterre 2012-2014. Module animé par Philippe Garnier sur l'évaluation du projet.

Comme autre exemple, selon BENBEGHILA, GARNIER, MOLES, 2008, dans le cas du projet d'amélioration de l'habitat et prévention de catastrophes naturelles à Tindouf en Algérie, il était aussi trop tôt pour observer un impact quelques mois après les actions menées, parce que la maison n'était pas une priorité et aussi parce que les maisons existantes, même si elles ne sont pas parfaitement construites, ne seront pas détruites pour permettre de reconstruire mieux. Malgré cela, dans ce projet, 8 mois après avoir réalisée l'activité de formation de terrain, les personnes proches du projet (maçons formés par le projet, ministère) ont mis en application, certaines des règles simples recommandés dans le cadre de la construction de leurs propres projets comme :

- Construction de qualité de l'extension des bureaux du Ministère de la construction ;
- Réalisation des fondations pour les murs de clôture ;
- Meilleurs ancrage des poutres de la toiture ;
- Mise en place de contreforts stabilisant les murs ;
- Protection de la tête des murs contre les effets de la pluie ;
- Réalisation d'enduits bâtards chaux/ciment/sable.

Cependant, l'impact sur l'amélioration de l'habitat est un processus lent, une fois que les projets menés reposent sur une approche de formation et renforcement des compétences locales, l'impact sera exponentiel.

Autres variables qu'interfèrent dans la ligne de reproductibilité sont :

## Moyens

N'ayant des économies stables dans la construction et en sachant que les moyens des populations et des organisations qui amènent des projets dépendent de la gestion locale, nationale et étrangère, les moyens ne sont pas fixes. De plus, ses moyens sont aussi humains surtout dans les contextes avec démarches plus communautaires.

## Acteurs

Le mouvement des personnes dans un processus de reproductibilité, est complexe de comprendre. Les gens qui a des connaissances acquis, par exemple pendant une formation de construction en matériaux locaux, après 10 ans, eux ont parcouru différentes chemins, touché des autres acteurs et réalisé différentes projets ou non. Ce mouvement des acteurs, donc n'est pas stable, c'est variable. Les acteurs sont donc, toutes les personnes concernés par le projet d'école et d'amélioration de l'habitat.

## Formation complémentaire et continue

Une formation initiale ce n'est pas suffisant pour développer un travail dans la durée par exemple de 20 ans. La formation doit être liée aussi au processus variable d'évolution et des besoins locaux. Une formation en matériaux locaux avec des informations seulement techniques cela reste aussi insuffisant. Il faut donc que la formation soit complémentaire et intégrale, par exemple dans la conception, administration et gestion du projet, etc...

## Evaluation continue

La manière de faire un suivi des impacts des actions induites et spontanés résultats du projet d'amélioration d'habitat, permettre de comprendre les évolutions ou involutions du processus de reproductibilité. La mise en place des évaluations des impacts menés par le projet varient selon les besoins, les attends, le mouvement des acteurs, etc... Cette évaluation repose sur les piliers du développement durable

# La ligne de reproductibilité pour l'amélioration de l'habitat

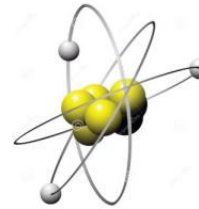
Demarche et déterminants d'impact

**0 Délimitation** et compréhension de la demande et de l'approche du projet

**1 Compréhension** de la réalité et culture constructive locale

**2 Sensibilisation** à différents niveaux des parties prenantes du projet

**3 Formation** en matériaux locaux en renforçant et diversifiant les compétences

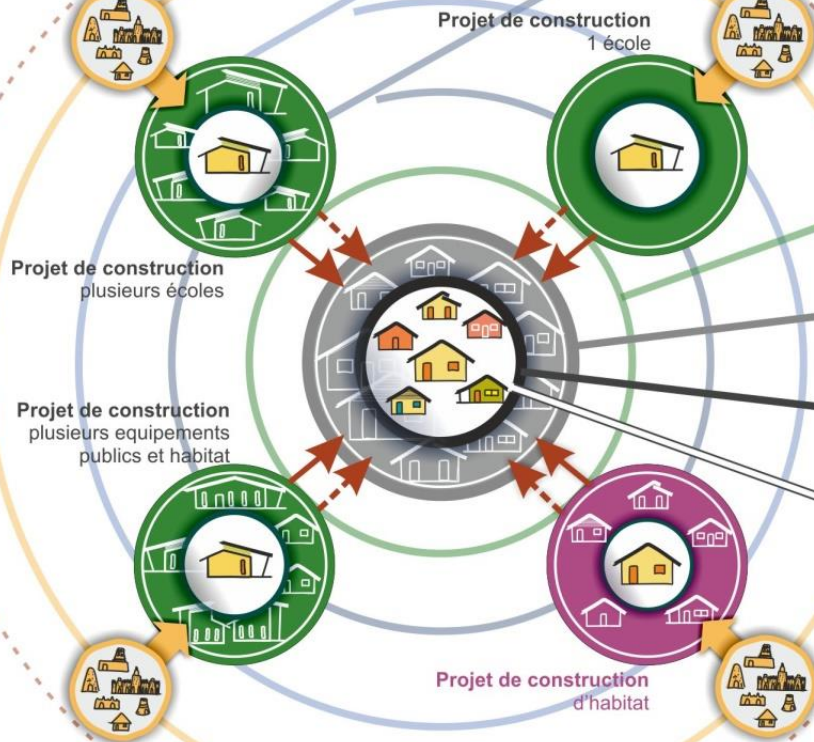


**4 Construction** des bâtiments témoins qui démontrent leur viabilité et qualité

**5 Construction** des bâtiments qui favorisent l'économie locale

**6 Renforcement** de l'autogestion en assurant leur durabilité

**7 Visibilité** et communication en assurant la capitalisation et diffusion des connaissances



## Déterminants d'impact



## Déterminants techniques et du projet architectural

Actions induits		Actions spontanées
Localisation de l'école au plus proche de l'habitat	Situation	Visites de découverte de population étrangère ou locale et vulgarisation de l'image de l'école. Point de référence communautaire. Adaptation des références architecturales pour la construction des écoles en respectant le paysage de l'habitat
Situation stratégique pour la visibilité des salles de classes dans le territoire (dans des écoles déjà existantes et au bord de la route principale)		
Intégration du projet d'école dans le paysage de l'habitat	Conception	Acceptation et inspiration du matériau et technique de terre
Construction d'espaces dans l'école pour la vie en communauté		
Construction de l'école avec des espaces à l'échelle d'une maison (Bureau-Magasin)		
Conception de l'école avec des espaces utilisés dans les maisons (terrasses)	Prototype	Appropriation des systèmes d'assainissement pour la maison
Construction des toilettes dans le projet l'école		
Évolution des méthodes traditionnelles de construction dans le projet de conception	Technique	Inspiration de la communauté pour l'amélioration de l'habitat
Construction du prototype au bénéfice communautaire		
Construction des prototypes des maisons pour les enseignants, gardiens, directeurs, maçons		
Construction des prototypes de maison pour la population	Technique	Motivation des familles pour économiser et investir dans la construction de leur maison (avec le soutien de l'Etat ou non)
Construction d'école avec innovations techniques et essentiels		
Construction d'une école avec des améliorations techniques, à l'échelle d'une maison locale	Bio/tique	Augmentation de la capacité d'absorption des innovations techniques par la communauté, Adaptation des matériaux sophistiqués et détails complexes aux conditions locales
Proposition et évolution de différentes solutions techniques et architecturales dans les différentes couches sociales		
Utilisation des techniques constructives locales, déjà existantes (adobe, bauge, torchis) ou en cours d'insertion (BTC)		
Dissociation entre les techniques les plus convenables tant pour l'école comme pour l'habitat	Détails	Adaptation des références techniques par la classe moyenne
Amélioration des performances bioclimatiques		
Développement et vérification des règles existantes pour la conception bioclimatique	Matériau	Création de nouvelles références concernant les techniques constructives
Amélioration des systèmes constructifs		
Amélioration des références concernant les détails techniques	Normes	Adaptation et mutation des améliorations des détails thermiques
Utilisation de matériaux industrialisés dans l'école qui peuvent être remplacés par des matériaux locaux dans la maison (nylon vs paille)		
Amélioration de la performance des matériaux locaux	T/logie	Confort sensitif / Adaptation des améliorations des performances techniques
Développements des normes de construction en matériaux locaux et politique pour leur promotion		
Définition et adaptation d'essais de résistance de matériaux locaux	T/logie	Adaptation et mutation des améliorations des détails techniques / reprise des plans de détails pour les adapter aux maisons
Introduction de nouvelles technologies appropriées		
Développement de technologies appropriées		Adaptations des améliorations de la performance de matériaux locaux
		Appropriation des normes par les entrepreneurs qui travaillent dans l'habitat
		Adaptation des essais par la communauté
		Adaptation spontanée des technologies appropriées



## Déterminants Sociaux

<b>Actions induits</b>	<b>Actions spontanées</b>
Transmission pédagogique des principes constructifs à travers des guides et aux changements des petits comportements constructifs	Vulgarisation et mutation locale des principes constructifs
Mobilisation/Encouragement à l'autogestion/l'auto-construction et participation communautaire	Suppression ou diminution du coût de la main d'œuvre d'habitat/ renforcement des capacités/Des initiatives par le sentiment d'appartenance
Construction de bâtiments publics comme une stratégie de sensibilisation et démonstration	Fierté du bâtiment. Désire de s'approprier les techniques et détails techniques qui y sont utilisés.
Concertations avec la communauté scolaire et identification des problèmes d'habitat	Sensibilisation et auto-découverte des problèmes qui existent dans l'habitat
Implication de la communauté dans quelques étapes de la gestion et construction de la salle de classe	Motivation des gens pour travailler et apprendre sur la construction
Sensibilisation et mobilisation des parties prenantes du projet pour montrer les problèmes et solutions de l'habitat	Initiatives et réflexions sur l'amélioration de l'habitat de la part des entreprises, dans l'esprit du bénévolat ou du marché.
Sensibilisation pour l'acceptation de matériau local et construction d'habitat	
Motivation de la communauté pour l'apprentissage des autres métiers	
Sensibilisation de l'Etat pour soutenir le projet	
Compréhension des lois régissant le secteur de la construction	
Mise en relation des clients potentiels du secteur d'habitat avec les artisans et entreprises formés	
Développement de stratégies de vulgarisation en utilisant : la démonstration, la radio, plaquettes, le bouche à oreille, etc.	
Stratégies pour mettre en relation les habitants et les acteurs locaux compétents en matière d'amélioration de l'habitat.	
Diffusion des avantages économiques, techniques et esthétiques de l'utilisation de matériaux locaux	
Sensibilisation de la communauté scolaire à l'utilisation de la terre dans la construction moderne	Sensibilisation écologique
Identification/mise en lien/renforcement des acteurs de la construction locale et d'école/d'habitat	Création de nouveaux partenariats
Identification des dynamiques et formes d'organisation de la construction locale dans la phase du prototype	
Utilisation des outils de construction simples pendant le chantier de l'école	Utilisation des outils (charrettes pour transporter terre, niveau, moules, etc.) par les maçons, hors-travail pour l'amélioration de leur maison
Formation des maçons, artisans et entrepreneurs sur les matériaux locaux et principes de construction dans le cadre des chantiers d'application	Autogestion pour la construction d'autres architectures (totalité/détails techniques)/Création des entreprises/Construction plus soignée des maisons
Formation continue et complémentaire	Accélération et expansion des impacts / augmentation des gens formées
Formation des formateurs	Autogestion des formateurs formés pour la mise en place de formation dans la communauté locale
Renforcement des compétences et de l'engagement des participants formés	Créations et vulgarisation de nouvelles initiatives et compétences
Accompagnement de la population dans la construction de ses maisons	
Stratégies pour le contrôle et la validation formelle des compétences des artisans formés par le projet	
Intégration des femmes dans la construction de l'école	
Formation des professionnels liées à universités/centres de formation	
Créations des unités/facultés/programmes de construction en matériaux locaux en universités/centres de formation	
Stratégies d'organisation pour que chaque artisan formé puisse construire des maisons dans son village	
Mis en place des stratégies pour l'entretien du bâtiment	Organisation communautaire pour l'entretien de l'école et amélioration de l'entretien chez l'habitant
Implication des experts techniques avec le profil de formateurs	Rencontres informels pour transmettre des connaissances à la communauté.
Créations d'associations et conservation d'un esprit de solidarité entre les membres, favorable à la dynamique de l'auto-construction/autogestion	
Adaptation aux dynamiques et disponibilité (temps/moyens) de la population rurale pour participer ou auto-construire le projet d'habitat	
Développement des outils pour avoir une exigence de résultats quant aux actions confiés aux partenaires locaux	
Dissociation des responsabilités entre la communauté et les entreprises	

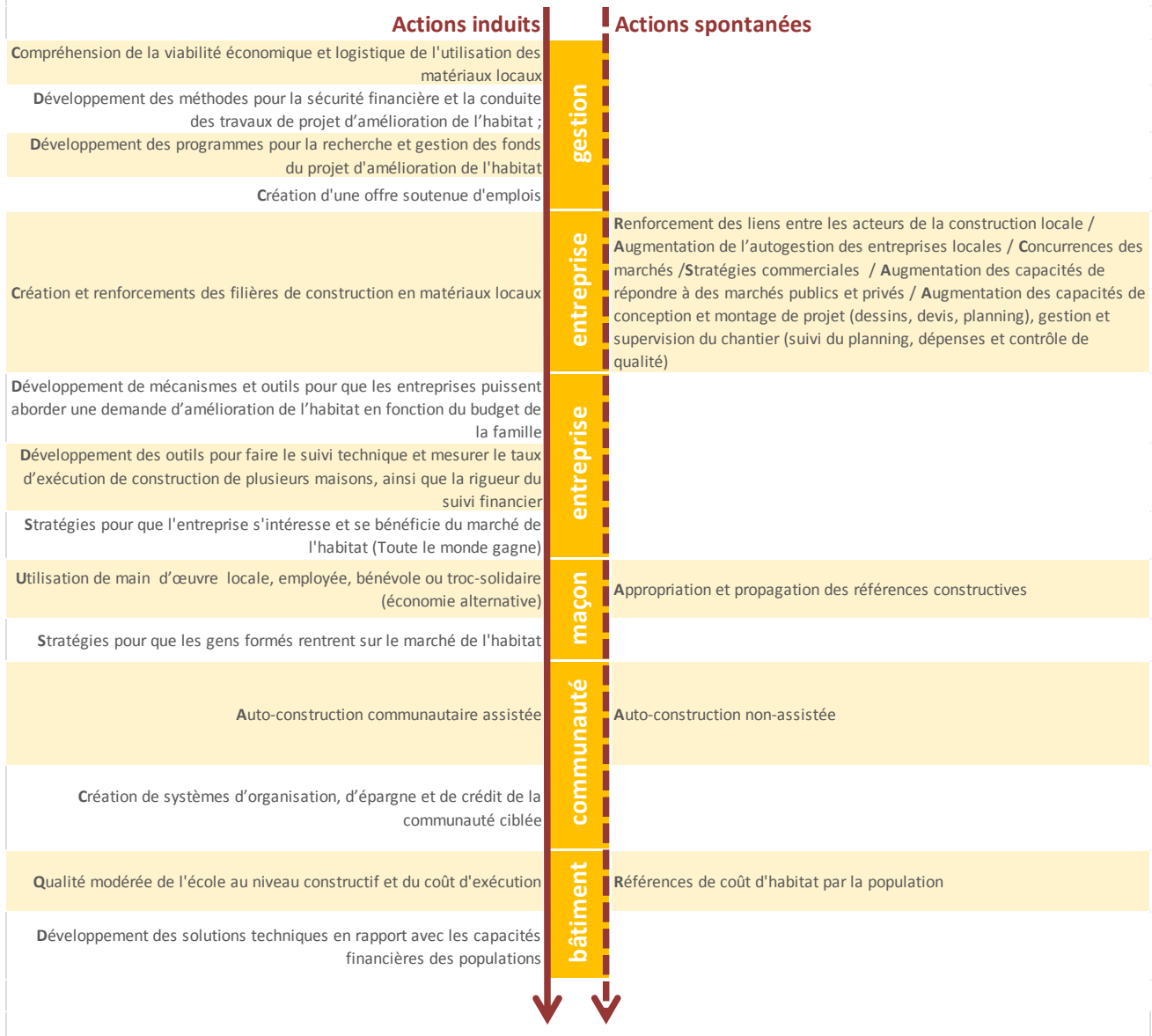
Communication

formation

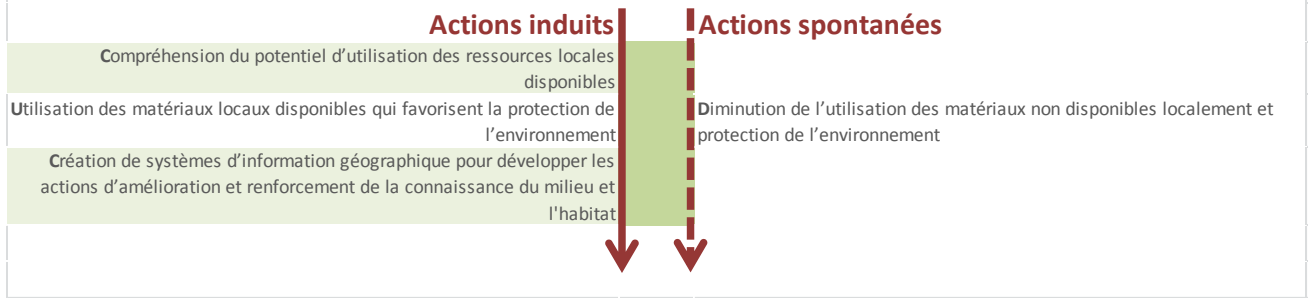
gestion



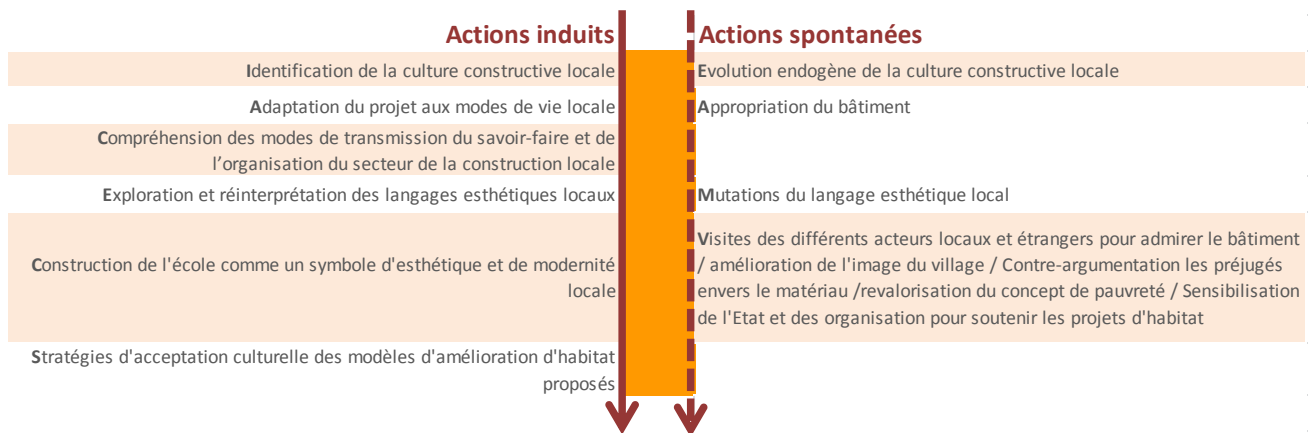
## Déterminants économiques



## Déterminants environnementales



## Déterminants culturelles



# *Les points clés qui garantissent l'impact des infrastructures scolaires sur l'amélioration de l'habitat*

Identification, interprétation, amélioration et transmission des détails techniques, principes constructifs et performance bioclimatique

Conception architecturale simple techniquement et économiquement et au même temps avec un symbolisme esthétique qui valorise la culture de la communauté

Proposition d'espaces qui permettent la vie en communauté et l'apprentissage de toute la communauté

Former les artisans, maçons et entreprises, à la construction et à l'utilisation intelligente des

matériaux locaux et leur donner des éléments pour s'inclure dans le marché de l'habitat

Sensibiliser et encourager l'Etat et des organisations locales et étrangères pour développer des programmes intégraux de construction (bâtiment public et habitat), mixtes (entreprise et communauté) et d'auto construction assisté.

# Considérations finales

Après les analyses des différentes expériences, il est possible d'affirmer que les infrastructures publiques, comme les écoles, impactent de manière positive l'habitat.

La reproductibilité des écoles pour l'amélioration de l'habitat, peut se comprendre comme la reproduction du processus de réalisation et gestion et non de l'objet architecturale

Bien qu'il soit possible d'identifier plusieurs relations entre l'habitat et l'école, il reste très pertinent de dissocier ces deux approches de projets pour faciliter l'évolution de chaque architecture et encadrer au mieux les projets répondant aux besoins locaux

Même si il faut du temps pour observer les impacts des constructions publiques sur l'habitat, il est possible de mettre en évidence des impacts à court terme

La formation et le renforcement des compétences de la communauté locale est un déterminant principal dans un processus de reproductibilité et amélioration de l'habitat

Bien que la participation communautaire soit un mécanisme qui fait qu'un projet se développe plus lentement, c'est une excellente stratégie pour avoir des impacts sur l'habitat.

Les gens formés pendant la construction d'une infrastructure scolaire voient leurs chances de travailler dans le marché de l'habitat augmenter

Le système d'auto-construction, assistée ou non, permet de valoriser les savoir-faire locaux et en même temps d'impacter plus directement l'habitat. Cette démarche est une stratégie qui viabilise la reproductibilité des expériences et des architectures

Bien qu'il existe des références de qualité en architecture contemporaine des écoles et de l'habitat, elles restent trop peu nombreuses. Il y a encore un long chemin à parcourir pour que ces propositions se reproduisent dans le temps et causent de bons impacts dans les pays émergents.

Le cycle d'évolution entre l'école et la maison reste très proche car les études d'habitat sont utilisées pour faire des propositions architecturales des écoles, puis ces propositions sont reprises pour trouver des stratégies pour que le bâtiment se transmette à la population et améliorer l'habitat.

La plupart des projets étudiés développent des projets d'infrastructure à petite échelle, comme les salles de classes, en restant plus proche de l'échelle d'une maison

Pour obtenir plus d'impact local, des petites entreprises locales doivent recevoir des formations et renforcer leurs capacités.

Bien que les impacts plus importants sur l'habitat soient à long terme, 5 à 10 ans, la mise en place de projets complémentaires de formation et de diffusion des savoirs proposés à la population accélérera la vitesse des impacts et augmentera aussi le nombre de maisons subissant des améliorations.

Il sera nécessaire de continuer la systématisation des déterminants et les catégoriser encore plus en détail, selon les piliers du développement durable.

# Perspectives

## Au niveau de la recherche théorique

- Approfondir le concept de reproductibilité et expansion de l'architecture en terre
  - Etudier les impacts des infrastructures scolaires sur le développement du territoire
    - Etudier les tendances des langages architecturaux contemporains de l'habitat et des infrastructures scolaires construits en matériaux locaux, dans les pays émergents
- Analyser la manière de passer du prototype d'école à la construction à grande échelle

## Au niveau de la capitalisation des expériences

- Capitaliser de manière méthodologique les démarches de Craterre concernant les projets d'infrastructures scolaires et d'amélioration de l'habitat. Elaboration d'un catalogue.
  - Etudier les cas de projets développés par Craterre et autres organisations à travers l'analyse d'impact sur des projets développés il y a 10 ans ou plus.
- Développer des textes de références sur la construction scolaire en matériaux locaux, pour pouvoir agir plus intelligemment et mieux convaincre les partenaires

## Au niveau des défis mondiaux

- Articuler en un réseau toutes les expériences concernant les projets d'infrastructures scolaires en matériaux locaux
- Traduire les expériences de l'Amérique latine aux besoins de l'Afrique en termes d'infrastructure scolaire à grande échelle

# Bibliographie

ABDULAC, S. (1985). **Utilisation des techniques et matériaux locaux**. Quatre études de cas : La grande Mosquée de Niono, L'école coranique du Malika, L'école rurale de Nigde, L'école maternelle de Clesse. Batiments et équipements éducatif 5. UNESCO. 1985.

ALMEIDA, R. 1985. **Handbook for educational buildings planning**. Digest No. XI. UNESCO. Paris. 1985

ÁLVARES DE ANDRÉS, E. 2015. **Analisis de la situation actual de la habitabilidad precaria en el mundo y alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio**. 2015. Disponible en [https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCoQFjABahUKEwjuxaOI5\\_DHAhWBnBQKHTM-BkE&url=http%3A%2F%2Fwww.2015ymas.org%2Fdocumentos\\_ver.asp%3Fid%3D41&usg=AFQjCN GaqYVRh-ZiPxPzKcYy3bCgRJJJRA&sig2=jCIHwCrY\\_TpzP MBmu3X8Bg&bvm=bv.102537793,d.d24](https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCoQFjABahUKEwjuxaOI5_DHAhWBnBQKHTM-BkE&url=http%3A%2F%2Fwww.2015ymas.org%2Fdocumentos_ver.asp%3Fid%3D41&usg=AFQjCN GaqYVRh-ZiPxPzKcYy3bCgRJJJRA&sig2=jCIHwCrY_TpzP MBmu3X8Bg&bvm=bv.102537793,d.d24) accès le 01/Sep/2015

ARCHICAINE. (2013). **Portrait d'architecte** : Francis Kéré la fierté africaine. Repéré à : <http://archicaine.org/portrait-darchitecte-francis-kere-la-fierte-africaine/>

BENBEGHILA, R., GARNIER, P., MOLES, O., 2008, **Projet «Amélioration de l'habitat, prévention des catastrophes naturelles» dans les camps des réfugiés Sahraouis à Tindouf – Algérie**. Compte-rendu technique intermédiaire période de janvier à novembre 2008. Craterre 2008.

BERTAUD DU CHASAUD, V. (2010) Le billet n°14 **L'architecture à l'époque de sa reproductibilité technique**. CEACAP. Paris 2010. Disponible à <http://www.ceacap.org/le-billet-n%C2%B014/>

BLANCHENAY, P. 2005, **Les sciences sociales dans la philosophie de Karl Popper : la cohérence du système poppérien**. Institut d'études politiques de Paris. Paris 2005. Disponible en : [http://personal.lse.ac.uk/blanchen/research/Sciences\\_sociales\\_Karl\\_Popper\\_v-ecran.pdf](http://personal.lse.ac.uk/blanchen/research/Sciences_sociales_Karl_Popper_v-ecran.pdf) accesé le 01-08-2015

CANGIANO, M., 1979. **Peruvian Rural School Construction System**. SERP 71. UNESCO, 1979. <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000368/036882eb.pdf> acces le 20/10/2014

CRATERre, 1990. **Programme pilote de construction d'écoles primaires à coût réduit**. Bilan de collaboration du CRATERre/EAG. 1988 – 1990. Villefontaine/Grenoble (France). 1990

CRATERRE, et., al. 2006. **Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon**. Falaises de Bandiagara Patrimoine Mondial. Craterre. 2006

DONDERO, M. 2009. **Reproductibilité, faux parfaits et contrefaçons** : entre fétichisme artistique et goût esthétique. Nouveaux Actes Sémiotiques [en ligne]. Actes de colloques, 2006, Kitsch et avant-gard : stratégies culturelles et jugement esthétique. Disponible sur : <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/29737/1/Kitsch%20Dondero%20NAS.PDF> Consulté 04-08-2015.

GUIBERT, D. 1987. **Réalisme et architecture**. Bruxelles 1987. Disponible à <https://books.google.fr/books?id=kzm4MpV9NLoC&pg=PA119&lpg=PA119&dq=reproductibilit%C3%A9+dans+l%27architecture&source=bl&ots=8LKH8K7M5b&sig=5FFh302q0MMDJGZNLVLx673puH&hl=es&sa=X&ved=0CDcQ6AEwAzhQahUKEwik>

jfWDkrXHAhWDvhQKHahUAI0#v=onepage&q=reproductibilit%C3%A9%20dans%20l%27architecture&f=false

HOSTA, J., MOLES, O. 2009. **Reconstruction post désastre (guerres et inondations)**. Réinsertion des jeunes démobilisés. Préparation au désastre (Inondation, séismes). Rapport de mission COD005. Craterre, Villefontaine. 2009  
<http://www.designboom.com/architecture/diebedo-francis-kere-opera-village-transforms-burkina-faso/>

<http://www.detail-online.com/inspiration/teachers-houses-for-gando-burkina-faso-103762.html>

KARIBI, K. 2015. **La reproductivité architecturale et urbaine** : un raccourci théorique et doctrinal ?. Muijamaa Wa Umran. 2015. Disponible à  
[http://www.mujum.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=174](http://www.mujum.com/index.php?option=com_content&task=view&id=174) accès le 15/07/2015

MOLES, O., MORISET, S. 1998. **Projet de développement rural de Mayahi, Niger**. Mémoire de CEAA. EAG, Villefontaine, Grenoble, 1998.

Reproducibilidad. (2015). RAE, **Real Academia de Historia**, 2015. Disponible en :  
<http://lema.rae.es/drae/?val=reproducibilidad>

Reproductibilité. (2015, juillet 10). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 08:03, août 20, 2015 à partir de  
<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Reproductibilit%C3%A9&oldid=116695581>.

THIOLLENT, M. (2000). **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, Brasil: Cortez Editora.

UNESCO, 2007. **L'éducation pour tous en 2015. Un objectif accessible ?**. UNESCO. Paris. 2007. Disponible en :  
<http://www.unesco.org/education/gmr2008/rapport-complet.pdf> accès le 28/août/2015

URBAPLAN & CRATERRE. 2010. **Revue es expériences passées et en cours**. Stratégie nationale pour la réhabilitation et la construction des écoles de qualité au moindre coût. Projet d'appui au redressement du secteur de l'éducation (PARSE). Craterre. 2010



*Semons-nous des écoles....*



De  
**l'école**  
à la  
**maison**

La reproductibilité des infrastructures scolaires et les  
déterminants de leur impact sur l'amélioration de  
l'habitat en terre

