



**HAL**  
open science

## Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon

Cissé Lassana, Basile Cloquet, Mathilde Chamodot, Thierry Joffroy, Birgit Fecher, Mamadou Koné

### ► To cite this version:

Cissé Lassana, Basile Cloquet, Mathilde Chamodot, Thierry Joffroy, Birgit Fecher, et al.. Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon. [Rapport Technique] CRAterre; Mission Culturelle de Bandiagara; RADEV-Mali. 2010, pp.88. hal-01815743

**HAL Id: hal-01815743**

**<https://hal.science/hal-01815743>**

Submitted on 14 Jun 2018

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Ministère de la  
Culture

Ministère de  
l'Éducation  
Nationale

Ministère de  
l'Habitat, des Affaires  
Foncières et de  
l'Urbanisme



mission culturelle de bandiagara



projet aidé par  
l'union européenne

# Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon



Falaises de Bandiagara  
Patrimoine Mondial







Ministère de la  
Culture

Ministère de  
l'Éducation  
Nationale

Ministère de  
l'habitat, des Affaires  
Foncières et de  
l'Urbanisme



mission culturelle de bandiagara



projet aidé par  
l'union européenne

# Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon



Falaises de Bandiagara  
Patrimoine Mondial





## Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon

Ce guide a pour ambition de contribuer à l'amélioration de la qualité technique et architecturale des écoles en Pays dogon et à leur meilleure intégration dans le paysage culturel des « Falaises de Bandiagara » classé Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Il est conçu comme une aide à la décision (maîtrise d'œuvre et d'ouvrage, porteurs de projets et acteurs locaux) afin de préserver ce patrimoine unique, tout en favorisant l'accès à l'éducation pour tous (deuxième Objectif du Millénaire pour le Développement).

A l'origine de ce travail, une préoccupation forte et un constat : « l'altération de l'environnement architectural causée par les constructions anarchiques, perçues comme des corps étrangers et qui gâchent l'harmonie du paysage »<sup>1</sup>. Ce diagnostic établi en 2005 par les parties prenantes au cours de l'élaboration du Plan de Conservation et de Gestion du Site des Falaises de Bandiagara a conduit à préconiser le renforcement du contrôle de la qualité des constructions nouvelles avec :

- La mise en place d'un groupe de travail avec le Ministère chargé de l'Urbanisme et l'Ordre des Architectes du Mali
- Le développement de propositions et de normes architecturales types pour les petits équipements collectifs (en fonction des aires culturelles et géographiques, plateau, plaine,...)
- La définition d'un mécanisme permettant le contrôle de la qualité architecturale des bâtiments à usage public (autorisation préalable ou permis de construire)
- L'établissement d'une réglementation d'urbanisme visant à protéger les villages anciens et de façon plus large à protéger la qualité paysagère du site classé
- La sensibilisation et l'information des responsables locaux, notamment au niveau des Mairies

Ce guide a été réalisé en réponse à ces préoccupations et suggestions. Il comprend donc des recommandations pour la construction et/ou la rénovation des écoles existantes, depuis le choix du site jusqu'aux aspects architecturaux et techniques, et propose aussi quelques dispositions constructives importantes. Au-delà, il propose une démarche "située", permettant une adaptation aux contextes particuliers, à partir d'une méthode de "diagnostic village" et d'une grille d'évaluation prenant en compte 3 contextes principaux: plateau, falaise, et plaine.

Ce document est le résultat d'un travail collectif des parties prenantes et acteurs du pays dogon, facilité et coordonné par la Mission Culturelle de Bandiagara. Il a été transmis aux plus grandes instances, locales et nationales, qui ont pu faire part de leurs observations, puis participer à l'atelier national de validation organisé à Bandiagara le 25 juillet 2009 qui a donc réuni : les Directions Nationales et Régionales de l'Urbanisme, de l'Education Nationale et de la Culture, les Ordres des architectes, des urbanistes, et des géomètres, des entrepreneurs et techniciens du bâtiment locaux, et enfin des représentants des collectivités territoriales et de la décentralisation (Maires, Conseils de Cercle et Conseillers Municipaux, ANICT...).

Bien que ce document ne porte que sur un type de bâtiment particulier, les écoles, l'approche, les informations et conseils qu'il contient peuvent être utilisés pour la conception d'autres types d'infrastructures bâties sur le site classé, et dans d'autres contextes similaires.

L'ensemble des contributeurs remercie le CAP de Bandiagara et la Commission Européenne, et en particulier sa Délégation à Bamako pour le soutien essentiel qu'ils ont apporté à cette initiative.

<sup>1</sup> Plan de Conservation et de Gestion 2006-2010, Falaises de Bandiagara « Pays dogon », Ministère de la Culture du Mali, Direction Nationale du Patrimoine Culturelle, Mission Culturelle de Bandiagara, Juillet 2006, UNESCO-CPM



Guide réalisé dans le cadre de l'Action « Renforcement des capacités locales pour une meilleure contribution du secteur de la construction au développement durable du pays Dogon » soutenue et cofinancé par la Commission Européenne (contrat ONG-PVD/2006/131-152)



Partenaires de l'action :

 Mission Culturelle de Bandiagara

 RADEV-Mali

 CRATerre

Partenaires spécifiques ayant contribué à la réalisation de ce guide :

CAP Bandiagara

Service de l'urbanisme et de l'habitat de Bandiagara

Bureau d'architecture AUDEX

Coordination/direction : Lassana Cissé (Chef de la Mission Culturelle de Bandiagara), Thierry Joffroy et Philippe Garnier (CRATERRE-ENSAG)

Rédaction : Mathilde Chamodot (CRATERRE), Basile Cloquet (CRATERRE), Thierry Joffroy (CRATERRE), Birgit Fecher (MCB-DED), Mamadou Koné (AudeX)

Illustrations, mise en page : Mathilde Chamodot, Basile Cloquet

Photographies : MCB et CRATERRE

Contributions : Sana Ouologuem (Conseiller pédagogique au Centre d'Animation Pédagogique, Bandiagara), Oumar Berthé (Chef du service de l'urbanisme et de l'habitat de Bandiagara), Sidi Guindo (Président du Conseil de Cercle Bandiagara), Mamoudou Touré (Adjoint au Préfet de Bandiagara), Coulibaly Daouda ( Sous Préfet Central Bandiagara), Bocari Sagara (Entrepreneur à Bandiagara), Fodié Maguiraga (ONG CARE Mali, Bandiagara), M. Sanogo (ONG YAG-TU, Bandiagara), Carole Voogdew (Assistante Technique du DED à la mairie de Bandiagara), Hamidou Coulibaly (Chef du Service de l'Assainissement et de Lutte contre la Pollution et les Nuisances (ACPN), Bandiagara), Laure Barthe (Coopération Ile&Vilaine – Mopti (AIVM), Assemblée régionale), Seydou Ouattara (MCB), Isack Berthé (MCB), Adama Dembélé (MCB), Binet Dougnon (MCB), Pierre Guindo (MCB), Laure Cornet (CRATERRE), Olivier Moles (CRATERRE), Marina Trappeniers (CRATERRE), Housseini Cissé (RADEV), Bouréma Guindo (RADEV), Hamidou Bari (RADEV), Jean Bastian (Hôtel Kambary, Bandiagara), Papa Napo (Hôtel de la Falaise, Bandiagara), Oumar Kodio (Animateur PRBP, Bandiagara), Justin Sagara (secrétaire permanent, ONG « Harmonie pour le Développement du Sahel », ainsi que tous ceux qui ont directement ou indirectement permis de finaliser ce travail.

Institutions et partenaires ayant participé à l'Atelier de validation, Juillet 2009 :

Direction Nationale du Patrimoine Culturel  
Direction Nationale de l'Urbanisme et de l'Habitat  
Direction Nationale de l'Assainissement et de la Lutte contre les Pollutions et les Nuisances  
Gouvernorat de région de Mopti  
Assemblée régionale de Mopti  
Direction Régionale de l'Urbanisme et de l'Habitat, Mopti  
Académie d'enseignement de Douentza  
Direction régionale de la culture de Mopti  
Office Malien du Tourisme et de l'Hotellerie, OMATHO-Mopti  
Missions Culturelles de Bandiagara, Djenné et Tombouctou  
Service de l'Urbanisme et de l'Habitat Bandiagara  
Centre d'Animation Pédagogique, CAP Bandiagara  
Préfecture du Cercle de Bandiagara  
Conseil de cercle Koro  
Conseil de cercle de Bandiagara  
Conseil de cercle de Bankass  
Ousmane Sy, Conseiller élu de Bandiagara, ancien Ministre chargé de la décentralisation  
Mairies de Bandiagara, Borko, Bankass, Kani Bonzon, Dourou, Doucombo, Pignari et Koro  
Agence Nationale d'Investissement des Collectivités Territoriales (ANICT)  
Agence des Travaux d'Intérêt Public et pour l'Emploi, AGETIPE-Mali  
ONGs : RADEV-Mali, YA-G-TU, Guina Dogon, GAFASE, EGE CAM et AJCRPD  
Jumelage coopération Rennes-Plateau Dogon  
Association Ile et Villaine - Mopti (AIVM)  
Projet de Réhabilitation des Barrages et Pistes (PRBP)  
Global Sustainable Tourism Alliance (GSTA)  
Service Allemand de Développement, DED  
CRATERRE ENSAG  
Ordres des architectes, des Ingénieurs Conseil et des Géomètres  
Association des jeunes architectes  
Ecole Supérieure d'Ingénierie, d'Architecture et d'Urbanisme (ESIAU)  
Agence AUDEX, Bamako-Bandiagara  
Bureau architecture Idrissa N'Diaye, Mopti

## Falaises de Bandiagara



La coordination du développement des infrastructures scolaires au Mali relève des prérogatives et compétences du ministère de l'Éducation malien. À ce titre, il est essentiel pour les porteurs de projet de prendre contact avec le Centre d'Action Pédagogique pour tout nouveau projet de construction ou d'extension d'école.



# sommaire

	pages n°
Préface du Gouverneur de la région de Mopti	8
Avant-propos du directeur de l'Académie d'Enseignement - Douentza	9
<b>1 Introduction</b>	
Problématique et objectifs de l'ouvrage	10
<b>2 La protection du paysage classé Patrimoine Mondial</b>	
La question de la bonne intégration	12
Caractéristiques de l'architecture Dogon	13
Exemples de dénaturation et d'intégration	18
Critères pour une bonne intégration	27
<b>3 Recommandations</b>	
Choix du site	28
Composition	30
Espaces intermédiaires et extérieurs	36
Que faire avec les écoles déjà construites ?	39
Techniques de construction et matériaux	40
Synthèse	44
Critères de choix des techniques et matériaux	46
Diagnostic village	47
<b>4 Propositions d'écoles-type</b>	
Composition - disposition des bâtiments	48
Salle de classe	52
Détails techniques	60
<b>Annexes</b>	71
Grille d'évaluation de projets de constructions scolaires en pays dogon	72
Rappel des normes maliennes	76
Synthèse des enquêtes sur les cultures constructives 2008	82
Bibliographie - sources des images	89

## Préface du Gouverneur de la région de Mopti

Le patrimoine culturel et naturel de la Falaise de Bandiagara, située en 5ème Région ou Région du Centre de la République du Mali, bénéficie d'une reconnaissance internationale depuis plus d'un siècle, reconnaissance qui s'est formalisée en 1989 avec l'inscription du site sur la prestigieuse Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Cette inscription a favorisé une prise de conscience sur l'exceptionnelle qualité du savoir-faire des Dogon dans des domaines variés tels que l'aménagement du terroir, et la fondation d'entités villageoises à la fois fonctionnelles, naturelles et harmonieuses, et ce bien avant que le concept de développement durable n'existe.

Il est cependant à noter que ce qui est présenté souvent comme un sanctuaire n'a jamais réellement été renfermé sur lui-même. Ce site déjà classé est même devenu plus accessible grâce à l'amélioration de la route Bandiagara – Sévaré. Des pressions d'ordre intellectuel, culturel, technique sont néanmoins générées par le phénomène de la mondialisation, qui tend paradoxalement à imposer des modèles développés sous d'autres cieux, bien que mal adaptés aux réalités locales.

En outre, on constate malheureusement que le paysage du pays dogon se dégrade lentement par suite de l'édification de bâtiments non-conformes au style architectural des terroirs, à l'exemple des écoles, des sièges de mairies, des centres de santé communautaire, des magasins de stockage de céréales ainsi que des infrastructures diverses de développement.

Ces réalisations à l'actif de l'Etat, des collectivités et des partenaires techniques et financiers, sont désormais perçues de jour en jour comme assez perfectibles. A cet inconvénient non négligeable s'ajoute l'ensablement progressif des maigres terrains de culture, qui contribue à accélérer du même coup le phénomène d'exode rural.

Et comme précédemment souligné en 2005, à l'occasion de la préparation du Plan de gestion et de conservation du site, aller au-delà des efforts de préservation et de restauration des sites et monuments les plus remarquables, est plus que désirable. Au demeurant, et parmi les alternatives de promotion du site, on peut noter entre autres la construction en matériaux locaux (l'or kaki) d'infrastructures plus respectueuses du paysage culturel de la Région, et la plantation d'essences locales utilisables dans la construction et l'artisanat. Dans le même ordre, la réalisation de logements pour enseignants permettra d'optimiser et de faciliter une formation plus efficiente, durable et équitable pour tous les enfants.

Il me plaît par ailleurs d'adresser nos remerciements à la Commission de l'Union Européenne, pour sa participation active au « Renforcement des capacités locales pour une meilleure contribution du secteur de la construction au développement durable du pays dogon ». Fruit d'un travail de professionnels, le présent Guide de construction scolaire en Pays dogon a été élaboré dans ce cadre, et validé en concertation avec l'ensemble des parties prenantes locales au terme d'un atelier qui a regroupé en juillet 2009, un grand nombre de décideurs des niveaux régional et national à Bandiagara.

Pour conclure, je remercie vivement l'ensemble des initiateurs, des animateurs et des protagonistes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document de référence. Je souhaite aux responsables, et aux divers partenaires et acteurs de développement local et régional une lecture agréable et utilitaire du présent guide. A tous et toutes nous exprimons les vœux les meilleurs, et nos espoirs de plein succès pour notre entreprise commune de conservation et d'exploitation rationnelle des valeurs sûres de ce patrimoine universel que représente le site du Pays dogon, dans l'optique d'atteindre des standards internationaux mais aussi de respecter les identités culturelles locales.

Abdoulaye Mamadou Diarra  
Chevalier de l'ordre National

## Avant-propos du directeur de l'Académie d'Enseignement - Douentza

Le développement de l'enseignement de base est un des soucis premiers de notre gouvernement depuis de nombreuses années. Ceci passe par le recrutement et la formation d'enseignants, mais aussi par la multiplication des écoles dans tous le pays.

Au niveau du pays dogon, les constructions d'écoles se sont multipliées ces derniers temps, mais les besoins existent encore pour atteindre les objectifs fixés à la carte scolaire.

Cette préoccupation quantitative a perduré pendant de nombreuses années sans prendre en compte le classement du site du pays dogon sur la Liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO qui est pourtant une préoccupation du Gouvernement du Mali, à travers son Ministère de la culture.

Suite aux efforts de communication déployés par la Mission culturelle de Bandiagara, nous avons été de plus en plus sensibilisés à cette nécessaire conservation, et au-delà, à la valorisation du patrimoine des « Falaises de Bandiagara » - Pays dogon. Depuis quelques années, des initiatives, comme celle de l'école de Begneimatou du CAP de Bandiagara, nous ont montré qu'il existe de véritables alternatives, répondant à la fois aux besoins quantitatifs et aux normes d'intégration au patrimoine.

En tant que pédagogues, le classement Patrimoine mondial doit interpeller tout les partenaires de l'Ecole. En effet, un tel classement implique des valeurs éducatives fortes et dans le cadre d'un enseignement qui prenne suffisamment en compte la culture nationale et locale, il est indispensable que ce patrimoine soit durablement préservé et mis en valeur.

Le processus de préparation de ce guide a été pour nous un révélateur encore plus concret de notre rôle et responsabilité dans ce domaine, et plus particulièrement en ce qui concerne l'impact visuel de nos écoles sur le paysage. Nous nous devons aussi de reconnaître les possibilités de contribution au développement local en assurant une meilleure utilisation des savoir-faire locaux et valorisation de leurs détenteurs.

Certains sites exceptionnels ont déjà été en partie défigurés. Il est donc grand temps d'arrêter ce processus et, autant que possible, réparer les sites affectés. Comme le montre ce guide, des aménagements extérieurs réalisés en matériaux locaux, ou encore la plantation d'arbres (essences locales), peuvent améliorer l'intégration des infrastructures scolaires dans le paysage. Cela peut en aussi contribuer à l'amélioration des conditions d'apprentissage avec la multiplication des supports pédagogiques.

Avec ce guide, l'ensemble de nos équipes présentes dans l'Académie d'enseignement (CAP au niveau des cercles) ne manquera plus de garder en tête les principes proposés dans le présent guide et veillera à leur mise en application. Avec cette opportunité qui m'est donnée ici, je voudrais lancer un appel à tous les partenaires (individus, services, institutions, ONGs, bailleurs de fonds,...) qui souhaitent nous accompagner dans la réalisation de nouvelles infrastructures scolaires. Que chacun d'entre vous lise et relise ce document attentivement pour s'assurer que votre ou vos projets répondent au mieux au souci de conservation et de valorisation de ce patrimoine universel exceptionnel qu'est le « Pays dogon » !

Boukari Guindo



# 1 Introduction

## Problématique et objectifs de l'ouvrage

Le Pays Dogon, un site classé au Patrimoine mondial

Le pays Dogon est un site inscrit sur la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO en tant que bien mixte, culturel et naturel. Sa valeur universelle exceptionnelle réside principalement dans la relation forte qui existe entre l'architecture et le paysage.

Une richesse à préserver

Depuis des centaines d'années, les dogons ont su établir une très forte adéquation entre leurs réalisations architecturales et les divers environnements naturels. Dans le paysage, tout apparaît juste, à sa place. Ceci s'incarne dans :

- le choix du site et l'implantation
- l'adaptation aux micro-climats
- l'organisation spatiale, les formes architecturales
- l'utilisation ingénieuse et économe des matériaux locaux
- la mise en place d'une organisation sociale adaptée
- la lisibilité des symboles culturels

L'architecture et l'urbanisme dogon sont des réponses particulièrement intelligentes aux besoins d'une

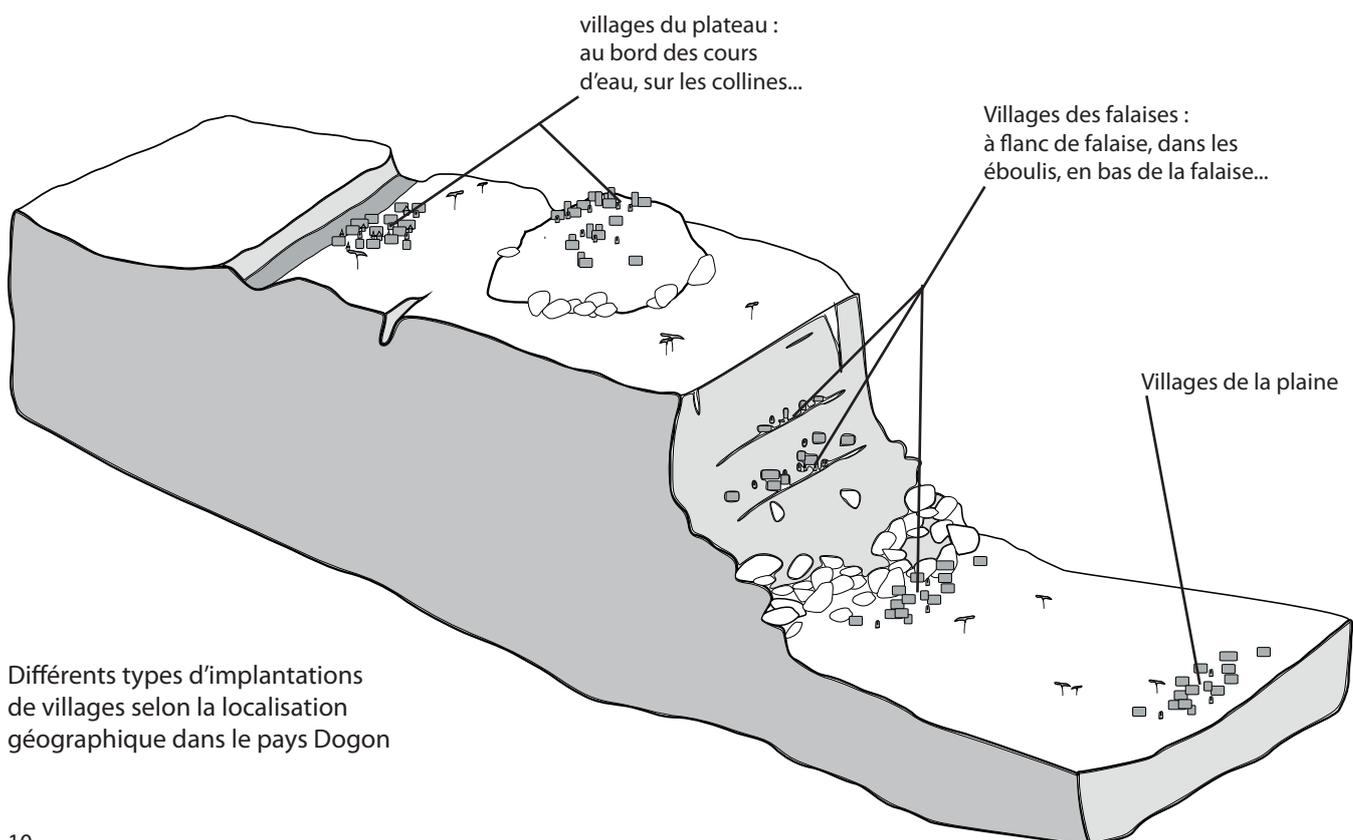
société dans un lieu donné ; par certains aspects un vrai exemple de développement durable. C'est aussi un exemple de diversité culturelle, tant les réponses sont diverses, en fonction des origines culturelles, des caractéristiques du lieu et de la disponibilité des ressources locales.

Il s'agit donc d'une source d'inspiration mondialement reconnue qui doit être préservée dans son unité mais aussi sa diversité, sans toutefois tomber dans un immobilisme stérile.

Ce guide ne propose pas un modèle d'école pour le pays Dogon, mais une démarche de projet véritablement situé. Il propose notamment de bien observer et comprendre l'architecture existant sur le lieu du projet de construction, et de s'en inspirer.

Pourquoi ce guide spécifique au Pays Dogon ?

Lors de l'élaboration du plan de gestion du site classé, les nombreuses réunions qui furent organisées avec les divers responsables locaux avaient mis en évidence une dénaturation naissante du site classé. Par ailleurs, il fut aussi constaté que les décideurs ainsi que les acteurs du secteur formel de la



construction manquaient de références pour proposer des alternatives aux plans types proposés au niveau national. Inversement, certaines réalisations récentes avaient montré que de gros progrès pouvaient être faits, permettant non seulement de protéger le paysage, mais aussi de participer à la valorisation des ressources disponibles localement (matérielles et humaines) et ainsi de contribuer au processus de développement local. En effet, de telles solutions sont largement appropriables et permettent aux populations locales d'envisager des améliorations de leur cadre de vie basées sur leurs propres ressources et non pas via des moyens ou solutions importés qu'il leur est difficile d'acquérir.

Ce guide est destiné à tous ceux qui d'une façon ou d'une autre contribuent à la réalisation de constructions scolaires en pays dogon : décideurs, bailleurs de fonds, architectes, ingénieurs, entrepreneurs,... Après un décodage des qualités de l'architecture et de l'urbanisme dogon, il présente quelques expériences récentes et propose diverses possibilités d'utilisation des ressources locales. Chacun pourra s'en inspirer pour élaborer une réponse adaptée au contexte dans lequel le projet doit être réalisé. Pour cela, des

éléments de diagnostic de village sont aussi intégrés à ce guide. En effet, certains choix devraient découler des caractéristiques particulières du village concerné: matériaux disponibles, présence ou non d'artisans qualifiés (différents corps de métier), contraintes spécifiques (qualité du sol, présence de termites, direction des vents,...).

Un document qui vise à compléter le cadre des normes maliennes

Ce document ne remplace pas les normes nationales idoines. Il les complète. Le "Guide des normes pour les salles de classe de l'enseignement fondamental" du Ministère de l'éducation nationale du Mali propose des recommandations pour concevoir logiquement, et rendre l'usage fonctionnel en imposant des conditions techniques minimales. Ces normes sont applicables en Pays Dogon. Elles concernent principalement les dimensions selon le nombre d'élèves, la hauteur sous plafond, la ventilation, la taille et la disposition des portes et fenêtres pour un bon éclairage et une bonne ventilation, des circulations optimisées, et les installations sanitaires. Les principes les plus importants de ces normes sont rappelés en annexe.



L'extraordinaire paysage de la falaise vu depuis le village de Begnemato

## 2 La protection du paysage classé Patrimoine Mondial

### La question de la bonne intégration

Si l'on souhaite préserver le site exceptionnel du pays dogon, la question de l'intégration au paysage est primordiale. Elle requiert une approche intégrée.

Du fait des dimensions relativement imposantes des salles de classe, l'impact sur le paysage d'une construction telle qu'une école peut-être très important. Il l'est d'autant plus quand celle-ci est visible depuis un point de vue plus élevé, ce qui est souvent le cas au pays dogon.

Outre l'emplacement par rapport au relief et les dimensions, beaucoup d'autres facteurs de la conception sont à prendre en compte pour une bonne intégration.

À travers quelques exemples de caractéristiques de l'architecture dogon et plusieurs exemples de dénaturations et d'intégrations réussies, nous tenterons de montrer comment réinterpréter l'architecture traditionnelle pour répondre aux besoins actuels sans dénaturer le paysage.

Des villages qui se fondent dans la roche :



Niongono



## Caractéristiques de l'architecture dogon

### Une architecture locale très diversifiée

Les villages Dogons sont très divers. Pour bien y intégrer une nouvelle construction, il est donc important de bien étudier l'architecture du village.

Ces observations doivent se faire à différents niveaux: environnement, volumétrie, disposition, orientation, systèmes de ventilation, techniques constructives et matériaux.

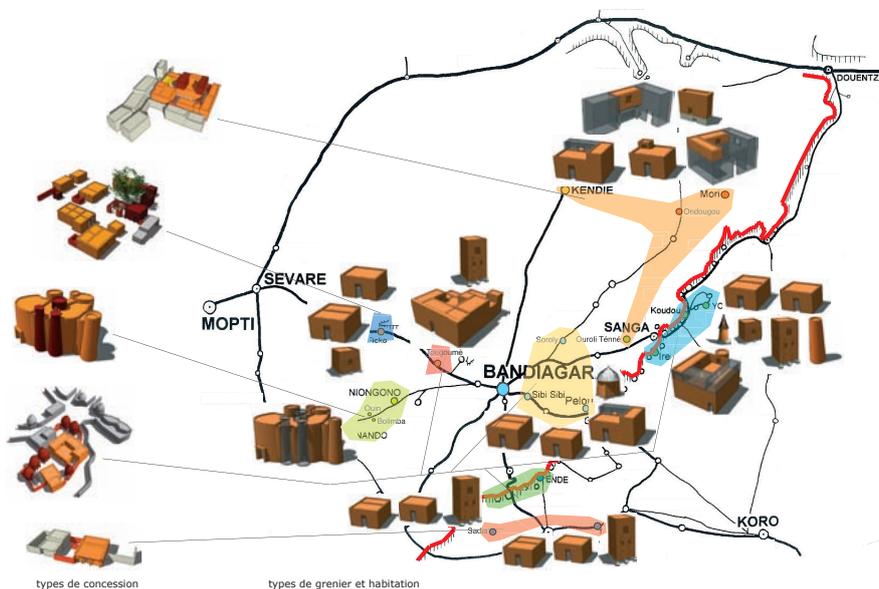
Tous ces éléments doivent être analysés afin de repérer ceux qui sont les plus intéressants et qui peuvent être utiles pour une école. Il ne s'agit pas de construire tel qu'on le fait traditionnellement, mais de réutiliser ou réinterpréter certains de ces éléments et la façon dont ils sont assemblés pour créer une architecture contemporaine qui correspond aux besoins d'aujourd'hui et qui respecte l'environnement et le paysage.



Organisation compacte en terrasses à Niongono



Cheminée de ventilation et accès à la toiture-terrasse à Ouroli Téné



Typologies de concessions au Pays Dogon

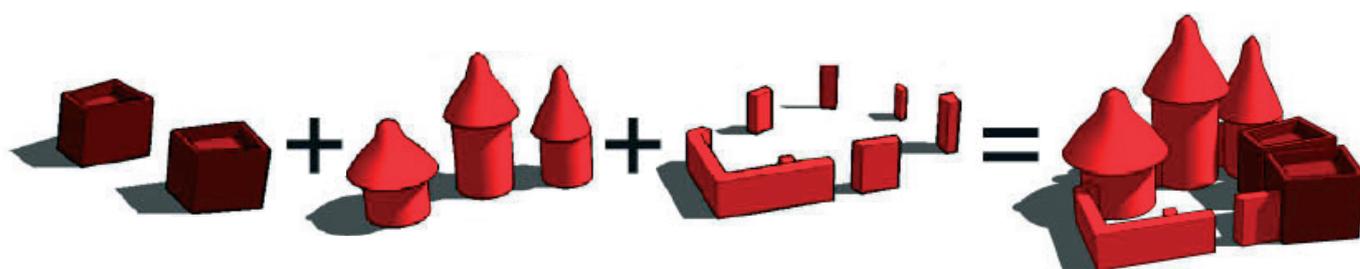
### Un système de boîtes juxtaposées

L'architecture dogon est très majoritairement composée à partir d'un système de boîtes juxtaposées ou reliées par de petits murs de clôture. Chaque type de « boîte » correspond à un type de fonction (grenier, cuisine, pièce de vie...). Ces boîtes sont assemblées autour d'une ou plusieurs cours, délimitant ainsi la concession. La plupart du temps, il y a une entrée bien définie, par une porte dans la clôture, ou par une « boîte » vestibule.

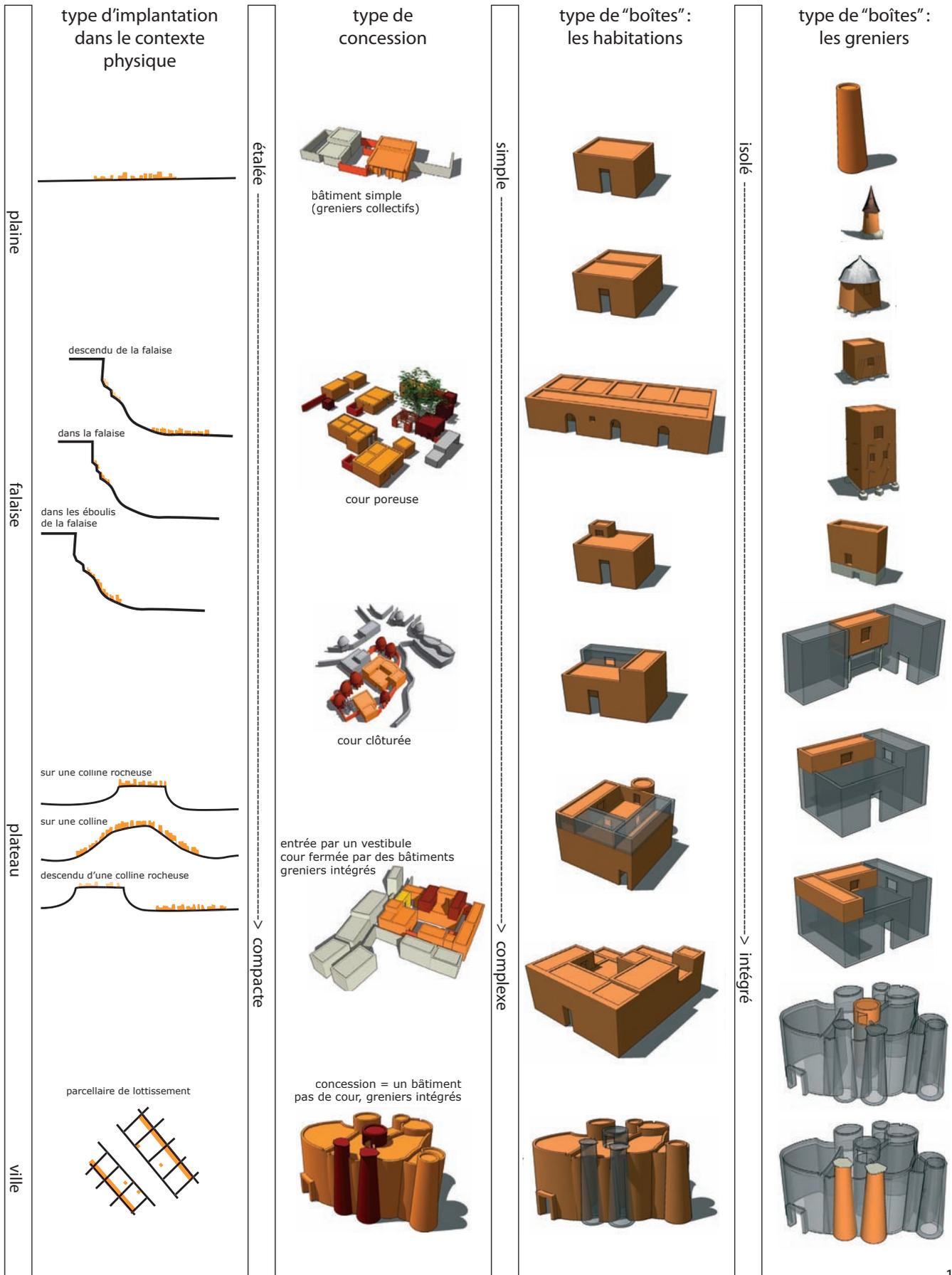
Les avantages de ce type de construction sont :

- La création d'espaces extérieurs conviviaux obtenus grâce à la disposition judicieuse des constructions, des aménagements (murets, des bancs, des abris ombragés...) et de la végétation autour des éléments naturels

- La délimitation d'un espace extérieur privé pour y effectuer des activités qui n'ont leur place ni à l'intérieur, ni dans l'espace public
- La création d'espaces de transition entre extérieur – public et intérieur – privé
- La séparation des différentes fonctions du logement pour un fonctionnement autonome de chacune d'entre elles et une économie de surfaces de circulation
- Une adaptation plus facile au relief, et au-delà une utilisation judicieuse des anfractuosités et dénivelés
- Des agrandissements successifs aisés par simple ajout de nouvelles « boîtes » au fur et à mesure des besoins
- Une bonne ventilation de chaque pièce qui peut avoir des ouvertures sur toutes les faces



Une variation des typologies de concessions



### Des espaces intermédiaires variés

Les espaces intermédiaires de l'architecture dogon sont un exemple d'espaces que l'on peut facilement valoriser dans un projet de construction d'école.

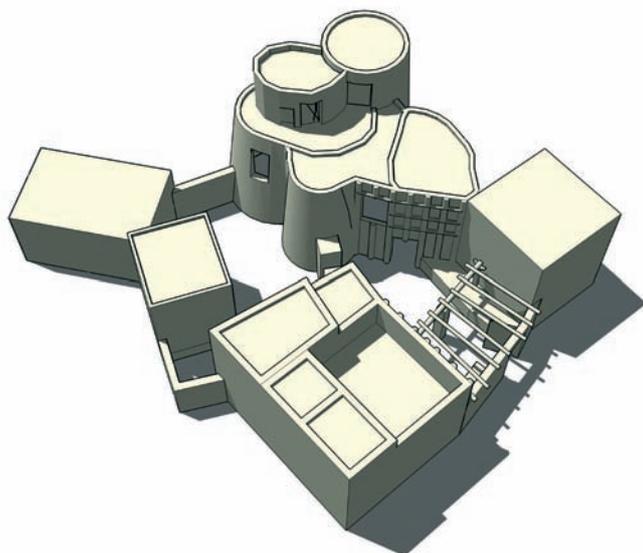
Il existe de nombreux types d'espaces intermédiaires dans l'architecture dogon qui sont des lieux importants de la qualité de vie, et de convivialité. Il peut être intéressant de réinterpréter ce type d'espaces issus de l'architecture domestique ou collective pour une école qui a aussi besoin d'espaces couverts pour certaines activités.

#### Les vestibules :

Les vestibules sont le lieu de réception des concessions, aménagés avec des bancs. Ils permettent d'être en contact visuel à la fois avec l'intérieur privé de la concession et l'extérieur public.



vestibule dans une concession d'Ourolé Téné



hangar-vestibule dans une concession de Nando

#### Les hangars :

Privés ou collectifs, les hangars sont des constructions légères et ouvertes avec des poteaux en bois ou en pierres empilées et un toit en végétaux : bois, tiges de mil, nattes etc. Ils permettent de se réunir à l'ombre pour discuter, se reposer ou réaliser diverses activités.



hangar dans une concession de Sibi-Sibi



hangar pour les tisserands à Tougoumé



toguna de Sadia



toguna de Mori

**Les vérandas :**

Les vérandas sont des éléments très ouverts, accolés au bâtiment principal. Elles constituent de véritables extensions, des pièces supplémentaires, et permettent de protéger la façade d'un ensoleillement direct. On les retrouve très souvent dans les écoles pour permettre aux enfants de se protéger du soleil pendant les récréations.



vérandas dans une concession de Doungou



vérandas de l'école de Sanga



vérandas - desserte à la Mission Culturelle de Bandiagara

**Autres exemples d'espaces intermédiaires :**  
Cours secondaires fermées par des clôtures, abris ou lieux de stockage etc.



Avant-cour d'une maison à Sibi-Sibi



Ouroli Ténéné

Youga-Dougourou

## Exemples de dénaturación et d'intégración

A respecter :



le village de Youga na, un tissu urbain homogène qui s'intègre au paysage, visible depuis un rocher surplombant

photo : MCB

### Exemples de dénaturation, à éviter

#### L'école de Djigibombo (village du plateau)

Déconnectée du contexte dogon, une grande toiture à deux pans se retrouve plus souvent dans les régions humides. Le grand volume du bâtiment engendré s'intègre donc difficilement dans le paysage du village. De plus, la tuile est mal adaptée en cas de grands vents et, à long terme, pose des problèmes d'entretien (remplacement).

Néanmoins, les espaces couverts par le débord de toiture sont fonctionnels et l'utilisation de la pierre locale plutôt que des parpaings va dans une démarche de développement local durable.

#### L'école de Téli (village des falaises)

L'école située près de la route offre à la vue panoramique depuis le village ancien sa toiture de tôles. Si l'utilisation de la tôle n'est pas en soi une mauvaise chose, son intégration dans le paysage est plus délicate en bas des falaises.

L'utilisation d'ouvertures en arc répond à une logique constructive et entraîne une économie de bois mais celles-ci ne font pas parti du registre architectural dogon et font vraiment "décalé".

A éviter :



école de Koundou

photo : Laure Cornet



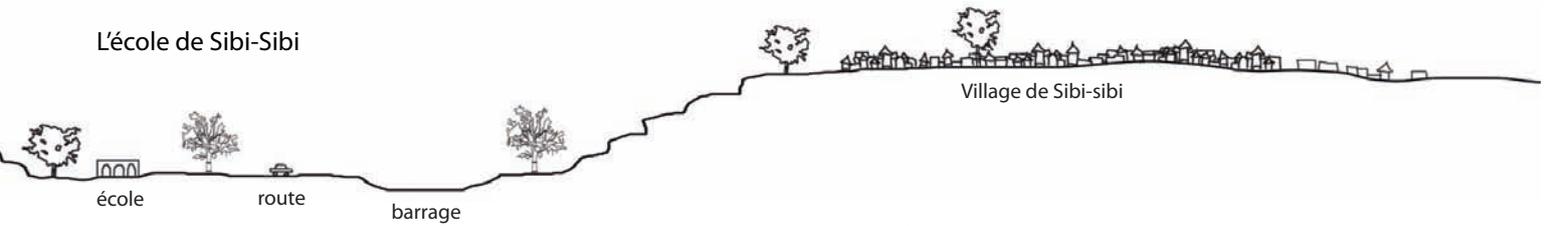
école de Djiguibombo



école de Téli

### Exemples intéressants mais qui restent peu intégrés

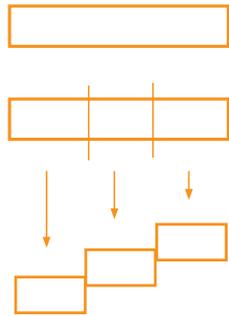
#### L'école de Sibi-Sibi



#### AVANTAGES :

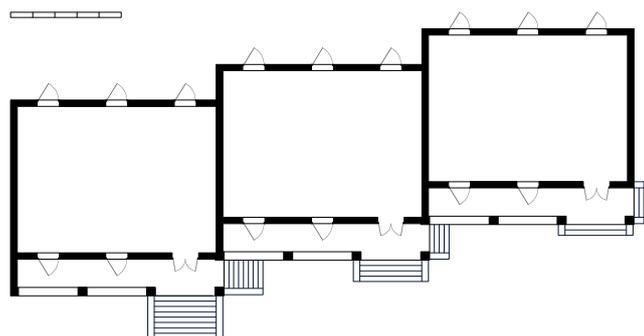
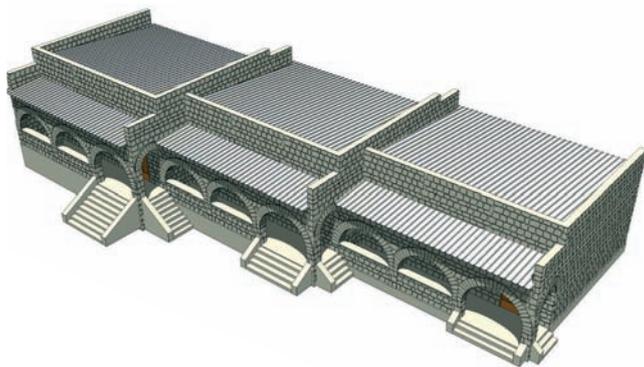
Le bâtiment est situé sur le bord de la route, légèrement surélevé. L'accès à l'école en est facilité pour les enfants des autres villages.

Le décalage des volumes des salles de classe en plan et les différences de niveau permettent au bâtiment de se rapprocher de la géométrie moins stricte des habitations Dogon. Ces redents permettent une meilleure protection aux intempéries et au soleil.



La maçonnerie en pierre amène à utiliser des ressources et de la main d'oeuvre locales.

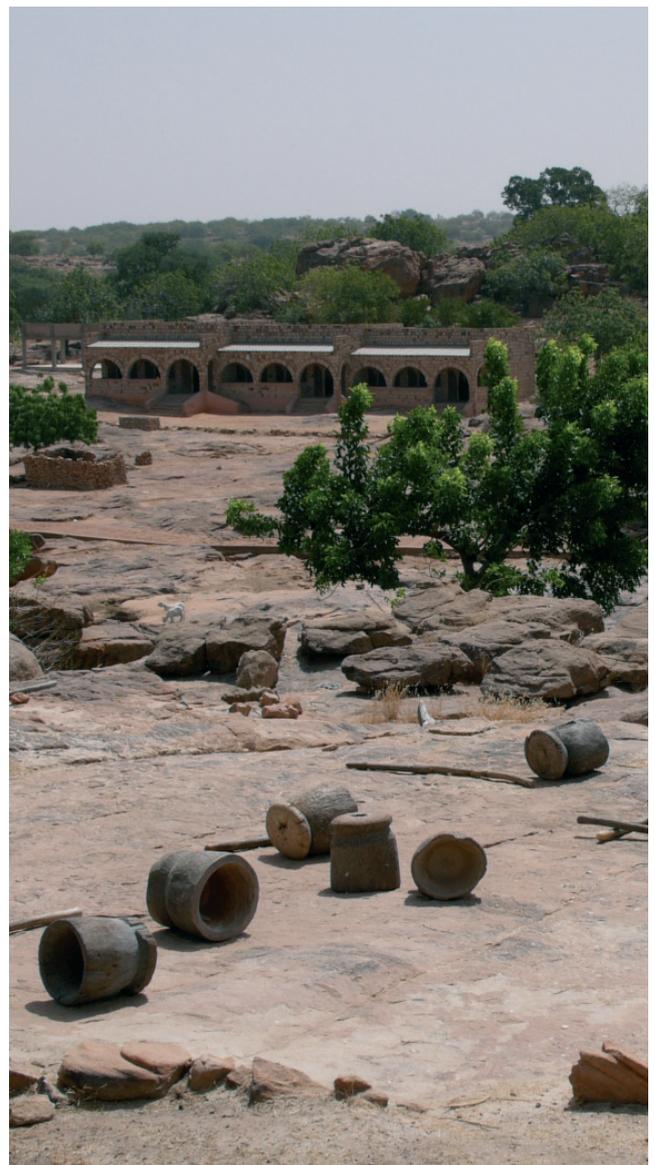
Les murs dépassent la toiture et montrent une lisibilité plus grande du volume. La continuité du mur du sol au ciel existe sur tous les bâtiments du village de Sibi-sibi.



#### INCONVÉNIENTS :

Le volume et le vaste toit de l'école forment une barre imposante, ce qui a un fort impact sur le paysage, d'autant plus qu'elle est située en contrebas du village. Son vaste toit en tôle vu du village marque lui aussi fortement le paysage.

Les arcs et la maçonnerie en blocs de pierre carrés et très taillés ne font pas partie du langage architectural de Sibi-sibi. Ceci donne à l'école une apparence d'un objet étranger déposé dans un contexte qui n'est pas le sien.



### L'école de Tekrou

Cette école en maçonnerie de pierre et toiture de tôle présente elle aussi des volumes décalés en plan et en hauteur ce qui lui permet de mieux s'intégrer à la volumétrie du village. Bien que la maçonnerie en pierres très taillées, les arcs et la tôle contrastent avec les autres constructions, la couverture est assez bien

intégrée du fait des acrotères qui sont construits sur la tôle et donnent une bonne lisibilité du volume.



### Exemples d'intégration, des idées à suivre !

### L'école de Yendouma Ato

A Yendouma, on retrouve également des matériaux locaux et des techniques qui permettent l'emploi de la main d'œuvre locale. Les volumes sont aussi décalés les uns par rapport aux autres. Comme les exemples précédant, les acrotères masquent les feuilles de tôle. Mais en plus, un système de structure métallique légère et de bambous permet l'installation de nattes de roseaux qui protège la toiture du soleil tout en permettant une très bonne ventilation.

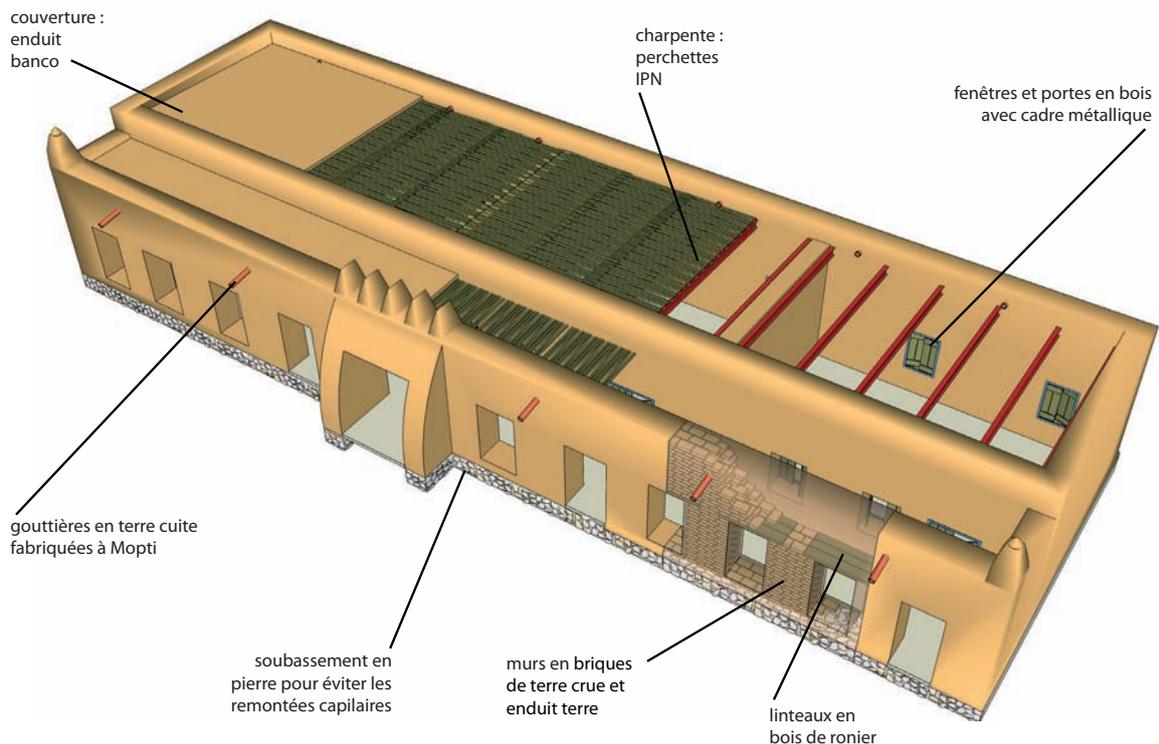
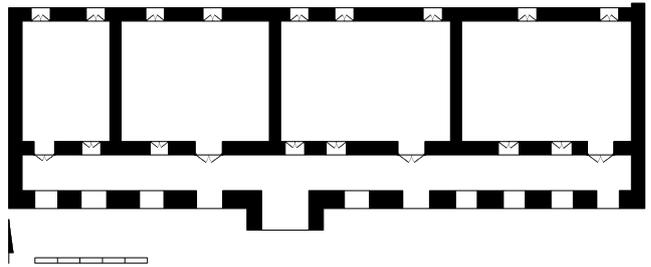


### L'école de Sanga

Cette école est située proche du village et s'intègre bien dans son paysage du fait de son enduit lissé, fait de terre stabilisée avec des pépins de raisin, caractéristique de Sanga.

Dans le contexte du plateau et sur ce site, l'implantation « en ligne » est relativement bien intégrée et fait référence aux étendues de roches plates toutes proches. Il est toutefois à noter qu'un porche décoré marque l'entrée et casse la planitude de la façade. On a toutefois une architecture plutôt inspirée de celle de Djénné (merlons), qui jure avec le contexte de Sanga. La véranda massive offre un espace ombragé agréable où les allèges basses constituent des assises. Les murs massifs et le toit en terre, ont une grande inertie thermique ce qui, complété par une ventilation traversante, offre une température agréable dans les salles de classe.

La plupart des matériaux utilisés sont locaux : briques de terre et enduit terre pour les murs, soubassements en pierre, charpente et linteaux en bois, toiture en terre, et amènent à utiliser des ressources, des savoir-faire et de la main d'oeuvre locales. Pour la construction, il a donc été assez facile à la population de "mettre la main à la pâte", d'offrir sa contribution. Toutefois, la durabilité de cette école dépend beaucoup de la capacité du Directeur et du Comité de gestion de l'école pour organiser les travaux de réfection de l'enduit, ce qui doit être fait environ tous les 5 ans.



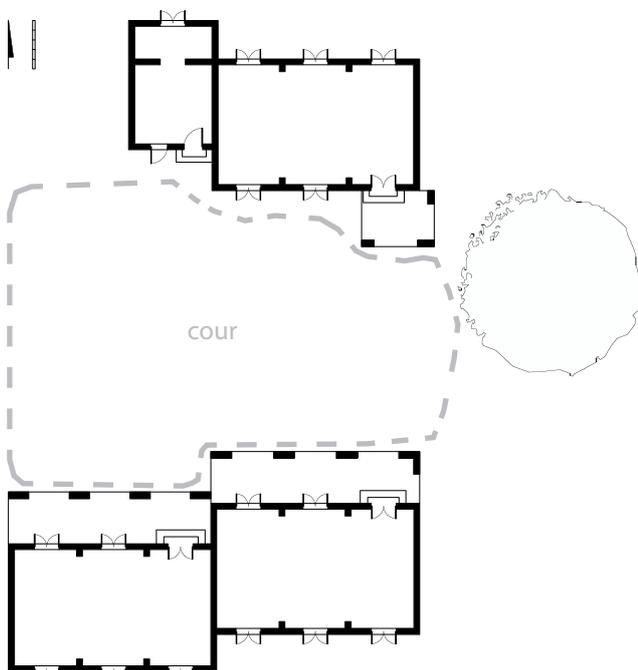
## L'école de Beignemato

L'école réalisée à Beignemato se compose en plusieurs petits blocs décalés les uns par rapport aux autres plutôt qu'en un seul gros bloc et des auvents avec couvertures végétales servent d'espaces de transition intérieur - extérieur et apportent de l'ombre à la façade, à l'image de l'architecture traditionnelle du village.

Les matériaux locaux ont été privilégiés : la pierre pour les murs, le rônier pour la charpente et la terre pour la toiture-terrasse. Les portes et fenêtres sont en bois sculptés, les linteaux en béton décorés. Ceci a

permis de valoriser les savoir faire et la main d'œuvre locale.

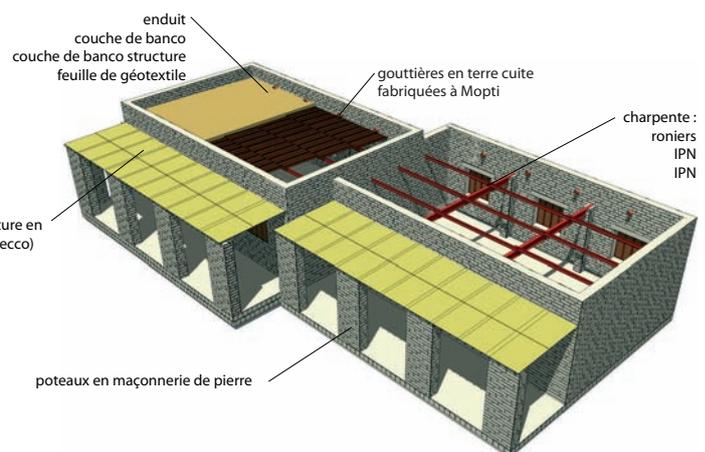
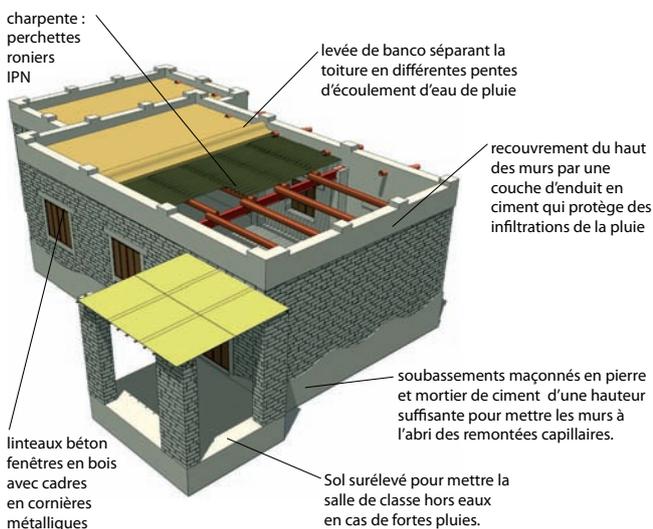
Toutefois, pour garantir la durabilité et permettre de franchir de grandes portées, des matériaux industriels ont été introduits. Ainsi le ciment a été utilisé pour la maçonnerie des fondations et soubassements et permet de stabiliser le mortier de pose des pierres. Par ailleurs des IPN (poutres métalliques) ont été utilisés comme poutres principales. La portée de 6 m a permis de rentabiliser ce choix en utilisant un seul IPN par classe (IPN de 12 m coupé en deux).



arch. Peeyush Sekhsaria - CRATerre



photo : MCB

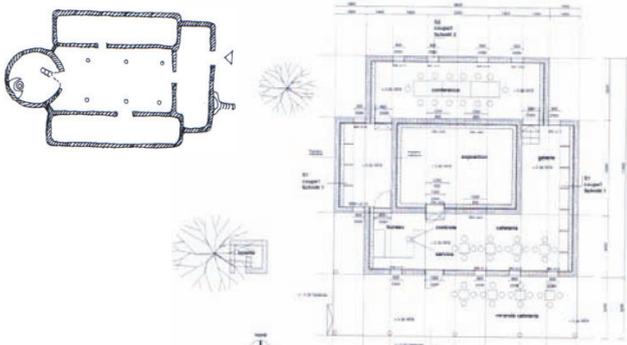


## Autres réalisations intéressantes

### Le musée de Enndé

Une architecture intégrée dans le paysage culturel traditionnel :

- des toits plats de hauteurs différentes
- des dimensions à l'échelle du village
- un plan qui fait référence à un type de maison Dogon (zone des falaises)



plan inspiré des maisons traditionnelles

arch. Wolfgang Lauber

### Des matériaux locaux :

- pierres taillées du site pour la face extérieure, exposée ; une couche isolante de briques de banco à l'intérieur
- toiture plate traditionnelle en banco avec plastique (membrane) pour l'étanchéité
- sol en dalles de pierre
- véranda couverte en tiges de mil
- toiture plate traditionnelle en banco avec une contribution "industrielle" : un film plastique (membrane) pour l'étanchéité

- finition de la toiture en carreaux de terre cuite (production du village de Sadia)

### Une adaptation au climat :

- double paroi
- L'espace pour les expositions est interne et protégé des intempéries et du soleil par des espaces tampons autour, dont la véranda au Sud. le musée est fermé à l'Est, face exposée à l'harmattan et à la pluie.
- La bonne ventilation est donnée par l'orientation Nord-Sud, les ouvertures en hauteur de la salle d'exposition et les portes non-hermétiques.



poteaux sculptés et portes permettant la ventilation image : W. Lauber



Pierre, terre, bois, tiges de mil : des matériaux locaux

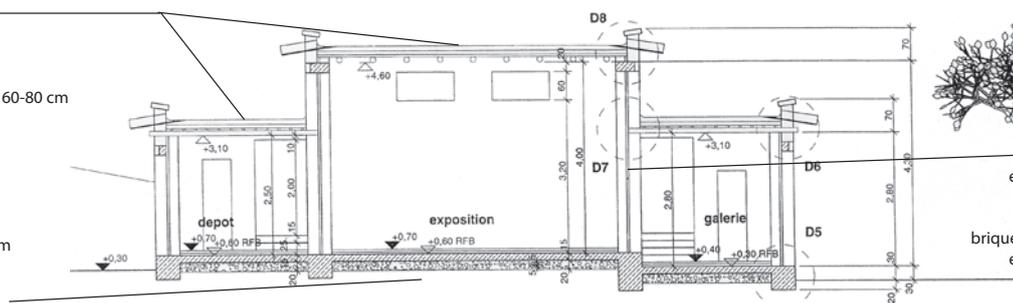


véranda au Sud qui fait de l'ombre sur la façade

### coupe Est-Ouest

toiture :  
 banco tassé 10 cm  
 poutres minces 8 cm  
 poutres d=5 cm dist. 25 cm  
 perchettes d=10-15 cm dist. 60-80 cm

sol :  
 revêtement de sol pierre 5 cm  
 béton armé 15 cm  
 fondation 50X50 cm  
 fragments pierre 20 cm



mur :  
 enduit banco 2 cm  
 pierres 25 cm  
 lame d'air 5 cm  
 briques de banco 20 cm  
 enduit banco 2 cm

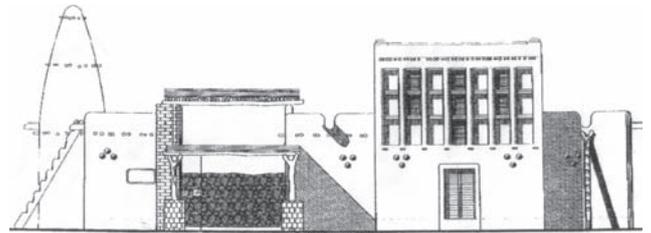
## Le musée de Soroly

Le musée de Soroly a ouvert ses portes en septembre 2008. Il expose l'artisanat et l'architecture du village. Il est construit en matériaux locaux (pierre taillée, banco, bois). Malgré un changement d'échelle et une forme liée à une construction en terre transposée à une construction en pierre, ce musée est bien intégré

à son environnement. La façade est inspirée d'une gin'na "à tour" ancienne de Soroly, et au-delà, la composition architecturale à partir d'un assemblage de blocs et les efforts faits pour adapter le plan à la topographie du terrain, et enfin le respect des arbres existants y sont aussi pour beaucoup.



vue d'ensemble du musée



façade principale

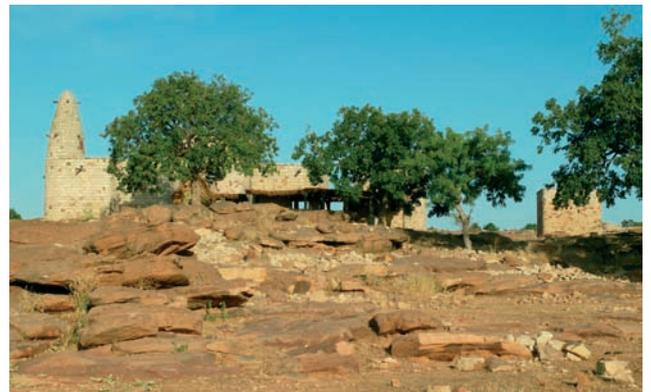
arch. Mamadou Koné - Audex



référence :  
gin'na ancienne "à tour"

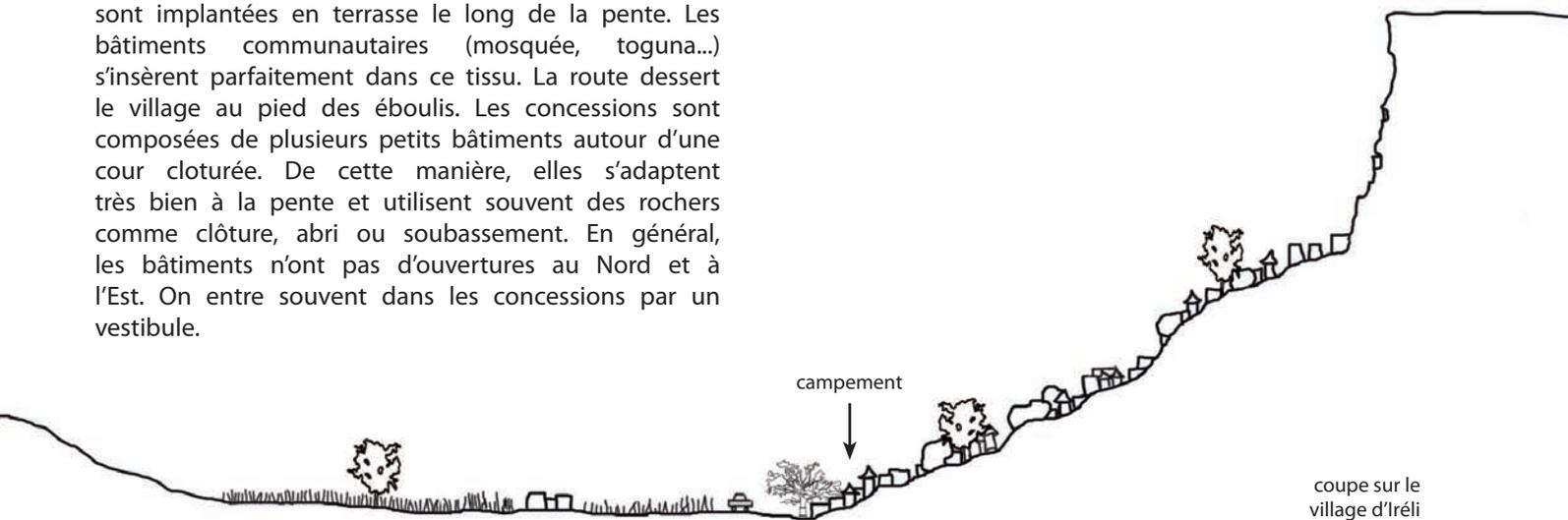


espace intermédiaire couvert



### Le campement Douyon à Iréli

Le village de Iréli est installé sur les éboulis pour ne pas empiéter sur les terres cultivables. Les constructions sont implantées en terrasse le long de la pente. Les bâtiments communautaires (mosquée, toguna...) s'insèrent parfaitement dans ce tissu. La route dessert le village au pied des éboulis. Les concessions sont composées de plusieurs petits bâtiments autour d'une cour clôturée. De cette manière, elles s'adaptent très bien à la pente et utilisent souvent des rochers comme clôture, abri ou soubassement. En général, les bâtiments n'ont pas d'ouvertures au Nord et à l'Est. On entre souvent dans les concessions par un vestibule.



Le campement Douyon est particulièrement bien intégré au site. Il est tout proche de la piste ce qui facilite l'accès, mais reste sur la zone des éboulis pour ne pas prendre de terrain sur les zones cultivables. Il se compose de plusieurs bâtiments disposés en terrasses successives raccordée par de multiples escaliers. C'est une construction complexe qui offre des espaces particuliers. Plusieurs petites cours sont formées entre les bâtiments et desservent les chambres. Depuis tous les lieux collectifs (terrasses, cours, salle à manger), on a une vue panoramique sur le village, la falaise, la plaine et la dune. Les rochers sont utilisés comme soubassements naturels, efficaces et gratuits. Les ouvertures sont orientées comme dans le reste du village pour se protéger de la chaleur et de la pluie, ainsi que par la ventilation.

Des matériaux locaux traditionnellement utilisés dans le village sont en grande majorité présents dans ce campement. Les murs sont en pierres, matériau le plus présent dans l'environnement direct du village. La terre est utilisée pour les mortiers, les enduits et la toiture. La charpente est composée de bois et de tiges de mil. Quelques matériaux importés ont été ajoutés pour répondre à des besoins spécifiques : Certaines terrasses sont couvertes d'une chape de béton afin d'accueillir les touristes pour y dormir.



## Critères pour une bonne intégration

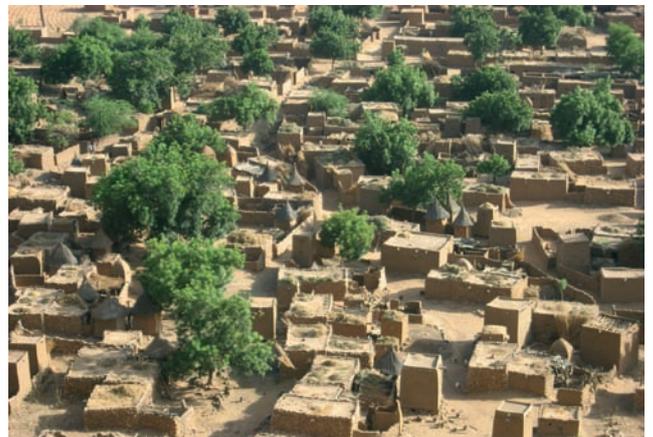
### Implantation dans le relief :

Il est important de bien comprendre l'implantation qui a été choisie pour le village : sur une hauteur, au pied de la falaise, dans les éboulis, dans la plaine, proche d'un cours d'eau, etc. Cette implantation peut avoir différentes raisons : protection des intempéries, du soleil, ventilation, proximité d'un point d'eau, conservation des terres cultivables. En respectant les mêmes principes, on a toutes chances de bien s'intégrer.



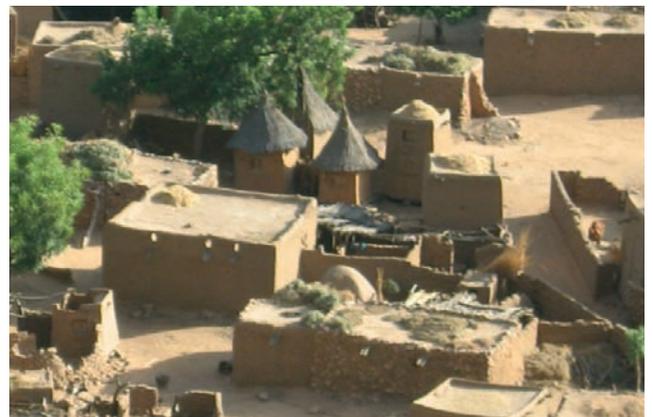
### Implantation dans le village :

Pour bien s'intégrer, il faut suivre les logiques existantes dans les villages. On insèrera les nouvelles constructions en prenant en compte les dispositions choisies pour l'agencement des concessions, des espaces publics, et de chercher des continuités avec l'existant.



### Volumes :

Dans de nombreux cas, les formes et les compositions architecturales, les dimensions et l'orientation des constructions existantes seront réutilisables. Par exemple, il vaut mieux diviser l'école en plusieurs éléments décalés en plan et en hauteur plutôt que de faire un seul gros bâtiment «en ligne» qui sera forcément disproportionné par rapport au reste du village. Les cheminées de ventilation, assez courantes dans l'architecture, notamment sur le plateau sont aussi des éléments qui permettront une bonne intégration.



### Matières et couleurs :

La plupart des villages dogon sont construits avec les matériaux locaux, ce qui participe à leur intégration au paysage naturel. Il est préférable pour l'intégration d'une école dans son environnement naturel et bâti d'avoir au maximum recours à ce type de matériaux pour la réalisation des murs (terre, pierre). Pour les écoles visibles depuis des points haut (cas des villages au bas de la falaise), l'aspect de la toiture est primordial.



# 3 Recommandations

## Choix du site

Le choix du site est déterminant, à la fois pour sa facilité d'usage et pour sa bonne intégration au paysage.

Les écoles sont le plus souvent implantées à l'extérieur des villages, à proximité de la route pour être plus accessibles aux enfants venant de divers villages. Ces écoles sont de fait très visibles et comme elles présentent des volumes, formes et tailles différentes du reste du village, ce qui est obtenu est une rupture très forte avec la qualité habituelle du paysage dogon.



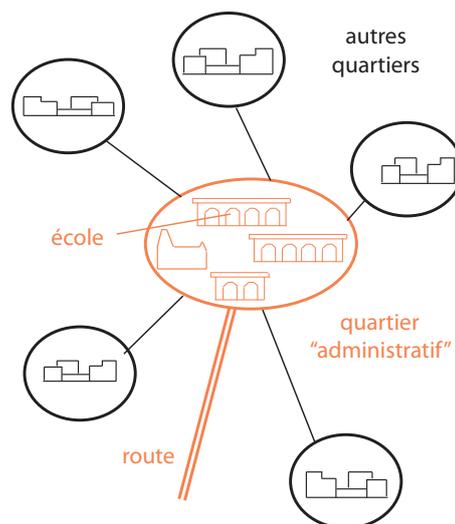
vue de l'école de Soroly depuis le village

Dans certains villages comme les "3 Youga", les enfants doivent marcher longtemps avec beaucoup de dénivelé pour aller tous les jours à l'école. Dans ce genre de situation, il serait probablement plus efficace de prévoir la construction d'écoles plus petites dans chaque village.



vue de Youga Piri

Exemple de Mori : village composé de 12 quartiers disséminés. L'école se situe dans la partie la plus basse et plate, à l'arrivée de la piste. Elle se trouve dans le nouveau quartier "administratif" qui comporte deux mosquées, un moulin communautaire, la mairie, l'école, le collège, le marché... Sa position est centrale par rapport à tous les quartiers et elle est accessible par la route.



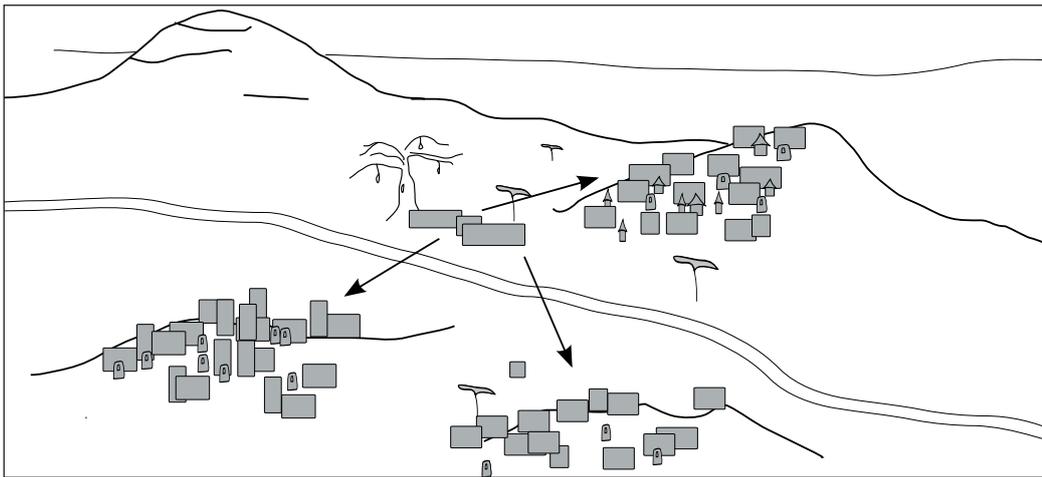
L'école de Mori, un site central

Les exemples d'autres implantations plus intégrées dans les villages sont rares. A Sanga, l'école est proche des quartiers d'habitation, sur une vaste étendue à plat.

La superficie et la forme du terrain doivent bien sûr permettre l'installation du programme prévu. Il ne faut pas oublier de prévoir des espaces extérieurs et une potentielle extension de l'école.

Il est préférable que le site soit central par rapport à la zone à desservir, à distance la plus proche possible des différents quartiers ou villages.

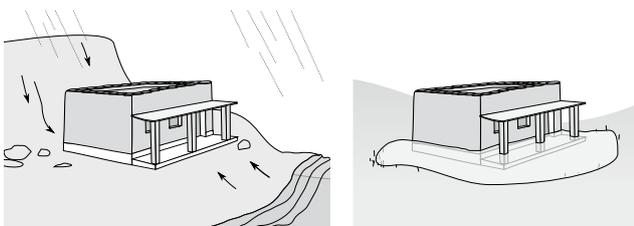
Son accès doit être facile : de préférence proche des axes de circulation, à moins d'une demi heure de marche à pied des habitations, éviter les dénivelés à parcourir trop importants.



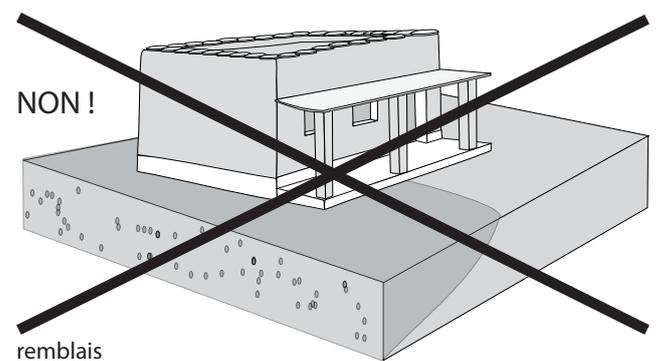
site central par rapport à la zone à desservir

Il vaut mieux implanter les bâtiments sur un terrain surélevé ou en pente pour permettre l'écoulement des eaux de pluie. Il faut vérifier que le terrain est à l'abri d'inondations potentielles ou d'eaux de ruissellements si le terrain est en pente. Le site doit être dans une zone dégagée, salubre et bien ventilée.

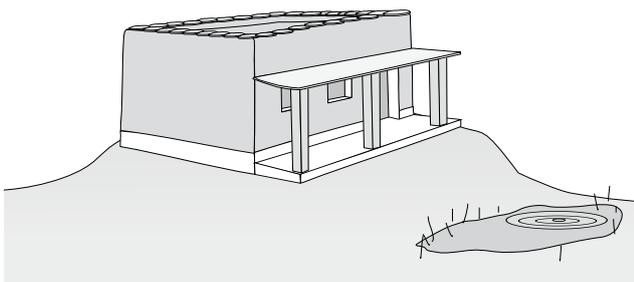
La nature du terrain détermine si celui-ci est constructible. Le sol doit être résistant : éviter les terrains de remblais et les terrains marécageux ou trop sablonneux. On préférera un terrain situé à proximité de terrains permettant la mise en pace de cultures dans le cadre d'activités périscolaires.



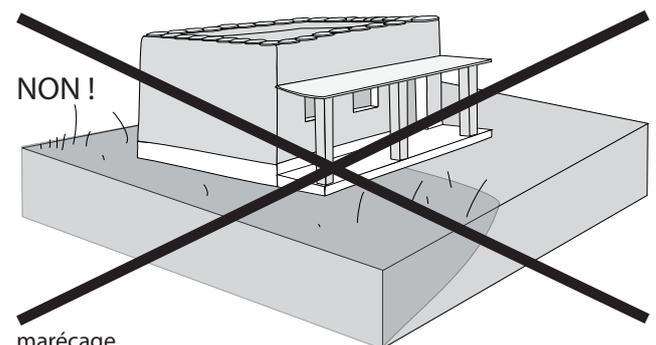
crues, eaux de ruissellement terrain inondable



remblais



terrain surélevé



marécage

## Composition

### Tissu urbain existant

Plusieurs éléments sont à prendre en compte pour définir l'implantation de l'école sur le terrain choisi.

Tout d'abord, il ne faut pas oublier qu'on construit dans un lieu qui a une culture et des croyances particulières. Certaines d'entre elles sont liées aux lieux et doivent impérativement être respectées. Il est souhaitable de demander au chef de village avant le début du projet quelles sont les coutumes locales à respecter et quelles sont les personnes à inclure dans le projet qui ont la connaissance et la légitimité

pour l'implantation, le choix du lieu, la période et l'organisation de la construction.

Selon les villages, les tissus urbains sont différents. Les constructions sont plus ou moins denses. Les villages doivent s'adapter à des reliefs différents selon s'ils sont implantés sur un terrain plat, sur une colline, dans la falaise ou dans ses éboulis. Les rues sont plus ou moins étroites, les limites sont plus ou moins nettes. Les concessions sont compactes ou étalées...



Téli



Iréli



Niongono

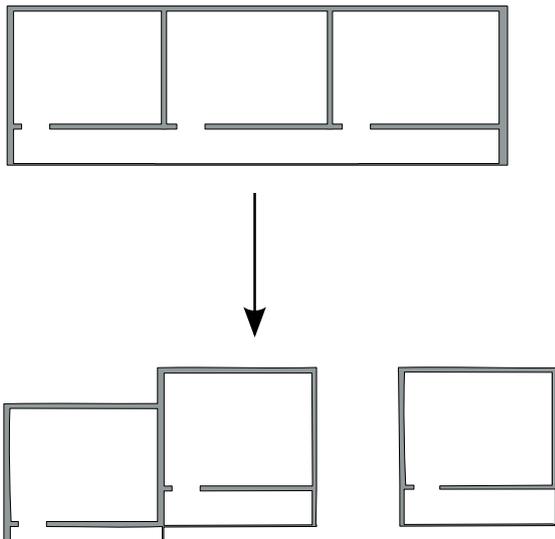


Youga Piri

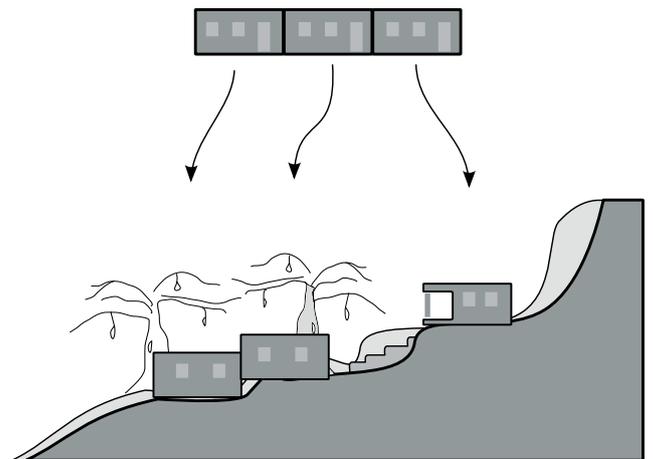
## Décomposition en plusieurs blocs

Les villages Dogon sont systématiquement composés à partir de petits éléments assemblés plutôt que d'éléments monolithiques. Pour intégrer l'école au paysage du village dans lequel elle s'implante, on peut jouer sur le programme des plusieurs salles de classe,

bureau, sanitaires en le décomposant en plusieurs volumes. L'assemblage, l'organisation et la forme des "boîtes", leurs dimensions et proportions, leur rapport au relief, peuvent s'inspirer de l'architecture locale. L'implantation doit laisser la possibilité d'extensions.



décomposition du bâtiment en 2 parties (en plan)



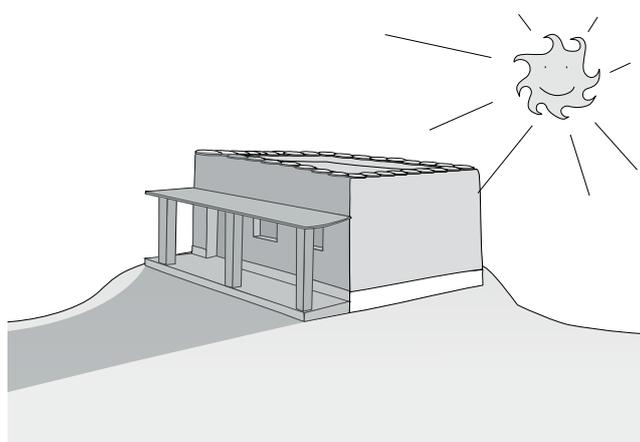
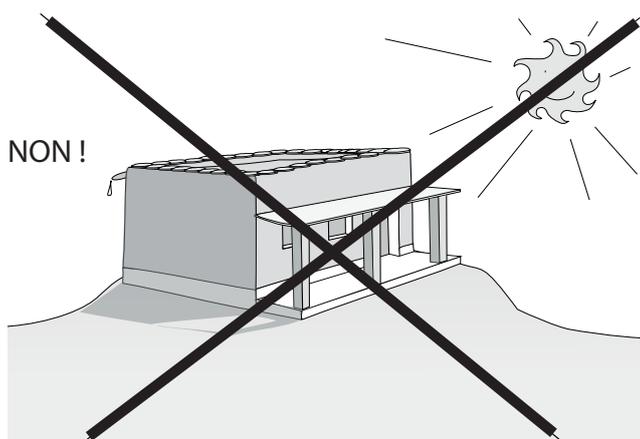
décomposition du bâtiment en 3 "boîtes-salles de classe" (en coupe)

## Orientation

L'orientation est primordiale pour la protection du bâtiment des intempéries et pour le confort thermique : protection solaire et ventilation. Dans la plupart des villages, les bâtiments sont tous orientés de la même manière et on peut déterminer l'orientation optimale par l'observation : façades aveugles ou très ouvertes, enduits plus ou moins lessivés, façades construites avec des matériaux plus résistants, emplacement de gouttières...

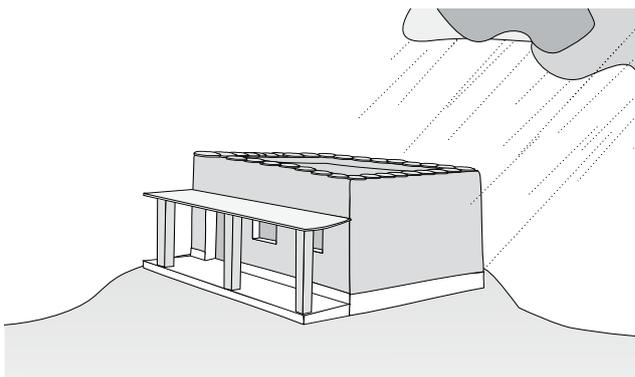
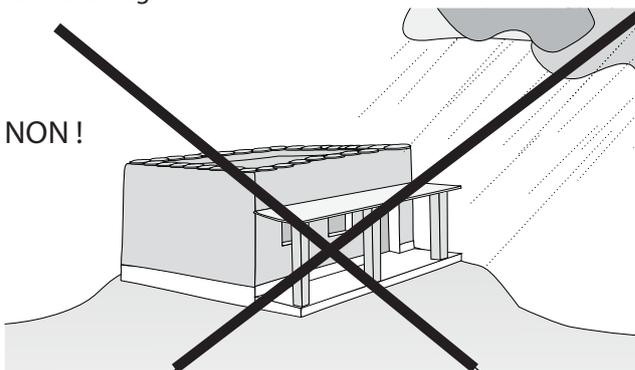
### Thermique

Au Pays Dogon, il est nécessaire de se protéger de la chaleur. Il vaut donc mieux choisir l'orientation qui contribuera au confort thermique en évitant au maximum les surchauffes. Pour cela, on évitera d'exposer les plus grandes façades à l'ensoleillement direct et de protéger les façades Est de l'ensoleillement (arbres,...).



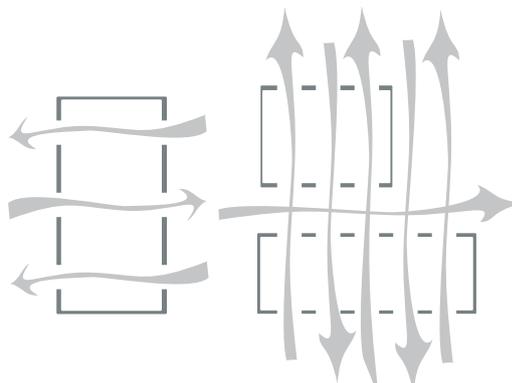
### Pluies et vents

L'orientation doit garantir une protection contre les vents de pluie (habituellement venant de l'Est ou du Nord) qui érodent rapidement les façades. Il est donc préférable de bien protéger les façades qui sont généralement frappées par les fortes pluies et de les laisser aveugles.



### Ventilation

Le sens principal du vent peut apporter une ventilation naturelle. Pour la capter, il faut placer les bâtiments perpendiculaires au sens du vent avec des ouvertures de part et d'autre par exemple, ou laisser des couloirs ouverts qui permettent de ventiler les différentes salles de classe ou bureaux.

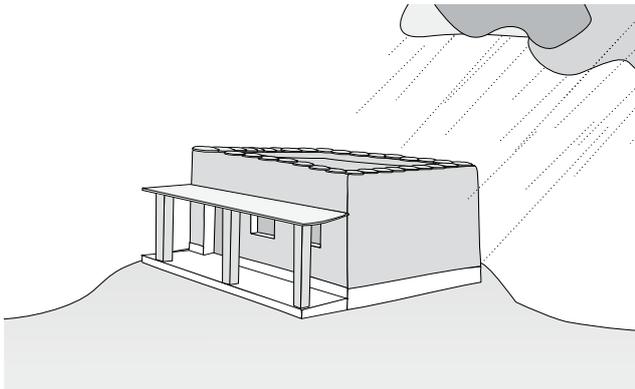


## Dispositifs pour une climatisation naturelle

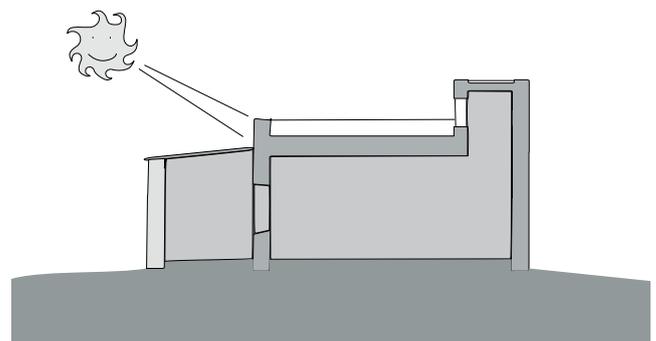
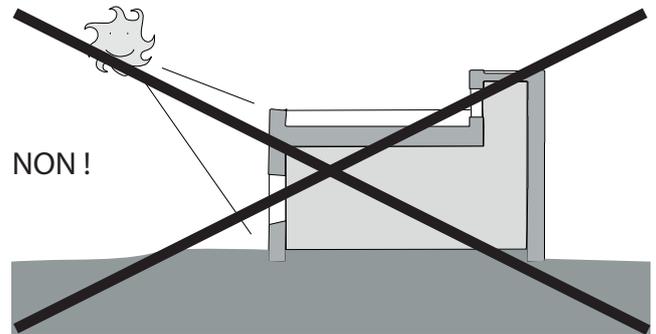
### Les ouvertures

Bien placer les ouvertures en fonction des éléments naturels et de l'orientation tout en permettant un éclairage naturel suffisant.

Les façades exposées aux intempéries (Est en particulier) seront de préférence les façades les plus petites et des façades aveugles.

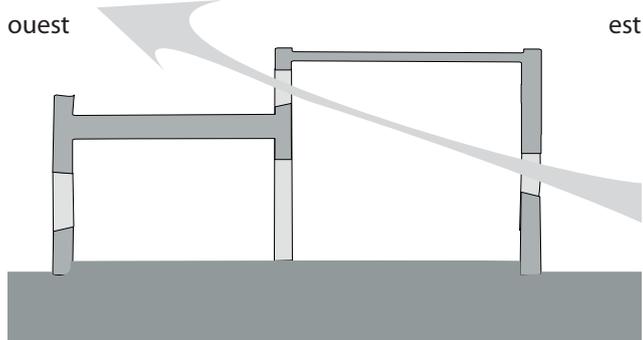


Les ouvertures, notamment côté Sud, pourront être protégées par une avancée de toiture ou une véranda pour éviter un ensoleillement direct (éblouissement et surchauffe).

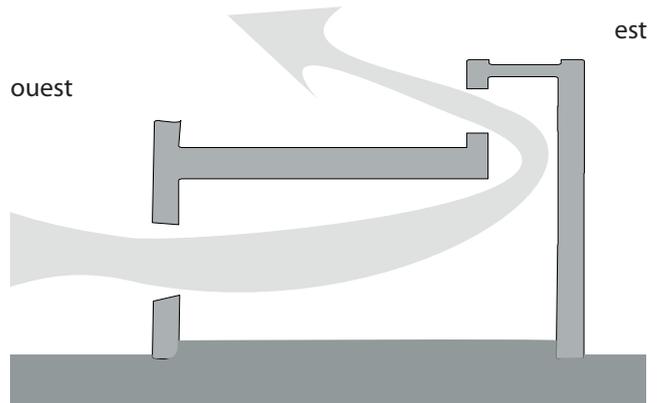


## Ventilation

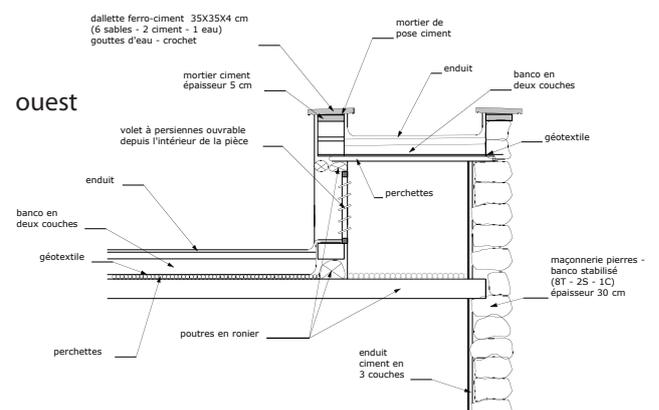
Des ouvertures transversales seront créées pour amener une ventilation naturelle. Pour optimiser la ventilation, le mieux est de placer des ouvertures en bas d'un côté et en haut de l'autre. Le décalage en hauteur des bâtiments peut permettre de créer des ouvertures en hauteur.



A l'instar des constructions traditionnelles de nombreux pays, on pourra installer des dispositifs de ventilation naturelle tels que des cheminées. Au pays dogon, celles-ci sont toujours ouvertes vers l'Ouest.



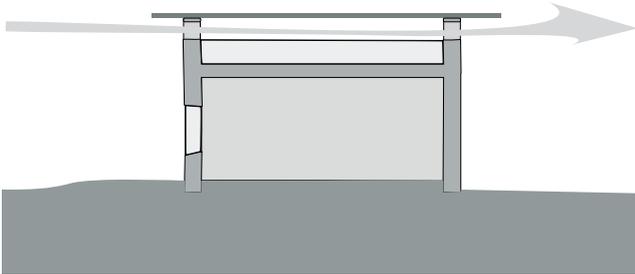
cheminée à Niongono



exemple de cheminée avec persiennes orientables de l'intérieur

### Sur-toiture

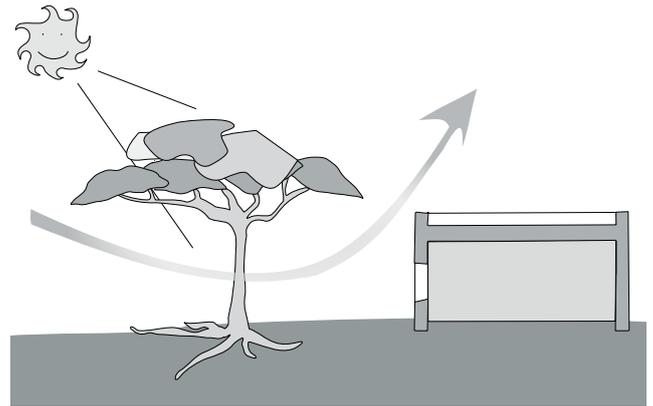
Une sur-toiture bien ventilée, en paille par exemple, permet de maintenir la toiture à l'ombre et d'éviter une surchauffe.



école de Yendouma , surtoiture ventilée

### Végétation

En apportant de l'ombre, la plantation de végétation peut créer un micro climat et des courants d'air.

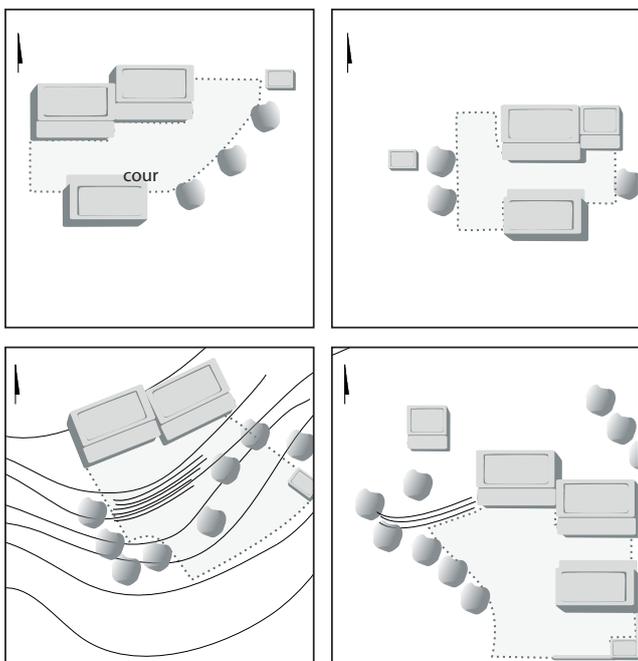


## Espaces intermédiaires et extérieurs

### Des espaces délimités et caractérisés par les bâtiments

#### Disposition des blocs pour former des cours

La disposition des "boîtes" permet la création d'espaces intermédiaires. En disposant les différents bâtiments de façon ingénieuse, on peut aménager plusieurs types d'espaces extérieurs qui auront des qualités particulières pour différentes fonctions (cour de récréation, lieux pour le sport, jardin pédagogique, espaces ombragés...)

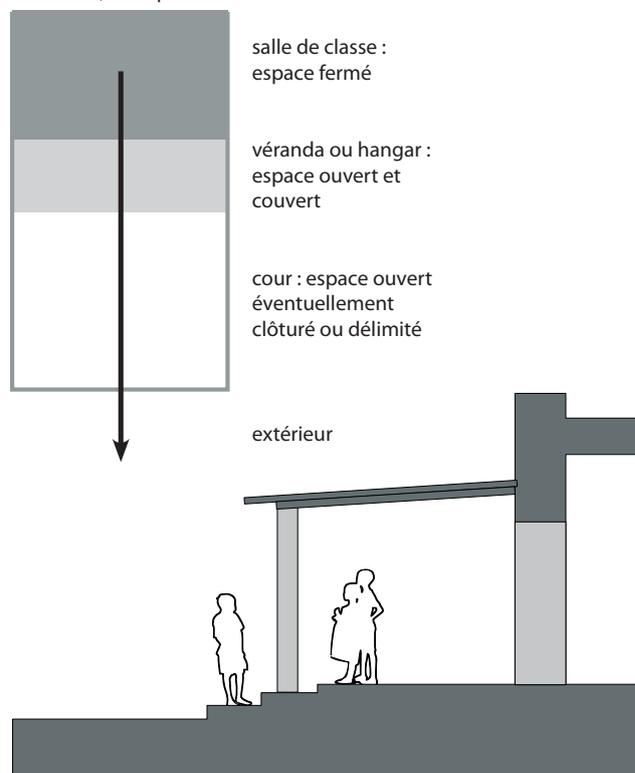


la cour, un espace à vocation pédagogique

#### Espaces de transition entre intérieur et extérieur

Des espaces "intermédiaires" (vérandas, hangars, abris...) peuvent abriter des activités qui se déroulent hors des salles de classe du soleil ou de la pluie.

#### la véranda, un espace de transition



la véranda, un espace avec un véritable usage



véranda de l'école  
de Sanga

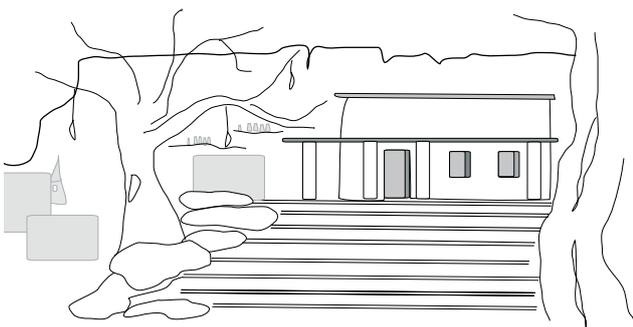
## Aménagements extérieurs

L'aménagement de l'espace extérieur est lui aussi important. L'agencement doit rester fonctionnel pour le programme de l'école. L'accès aux différentes pièces, les relations entre les différentes fonctions, entre les espaces intérieurs et extérieurs, les circulations doivent rester simples et logiques.

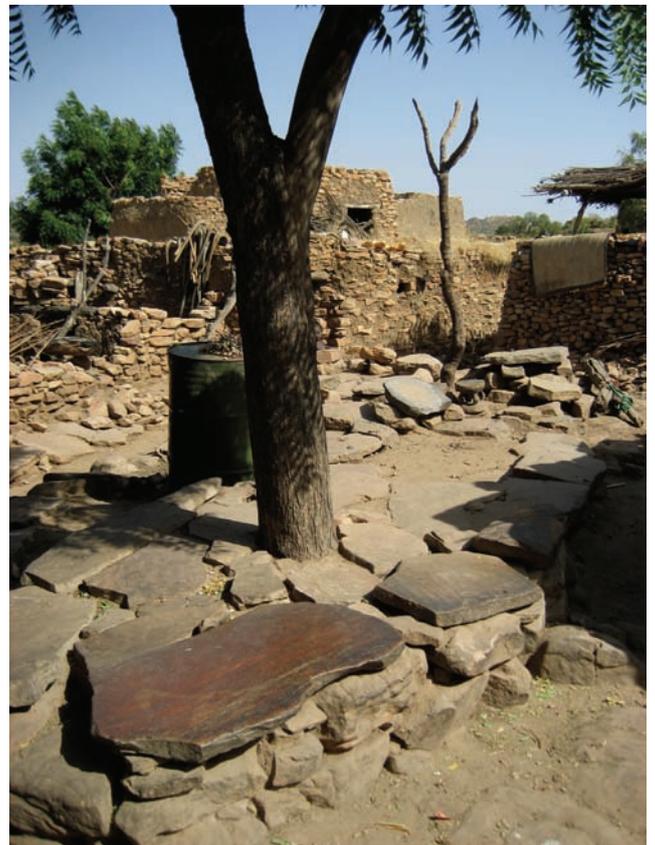
Des aménagements simples, pratiques et agréables peuvent facilement être aménagés en utilisant au mieux les éléments déjà existants sur le terrain, en faisant des aménagements simples, mais aussi en utilisant au mieux les possibilités offertes par la végétation (existante et à planter).

### Éléments déjà existants sur le terrain

Végétation, reliefs, rochers, clôture... peuvent être conservés et utilisés le plus ingénieusement possible pour agrémenter les espaces extérieurs à moindre coût. Une pente ou des rochers peuvent par exemple être aménagés pour créer des lieux extérieurs tels que des sièges, des gradins, des abris..



D'autres aménagements peuvent être réalisés simplement : jardin pédagogique, hangars, allées en pierre, bancs, jeux, clôtures, murets... pour qualifier les usages des différents lieux extérieurs notamment en s'inspirant des aménagements du village.



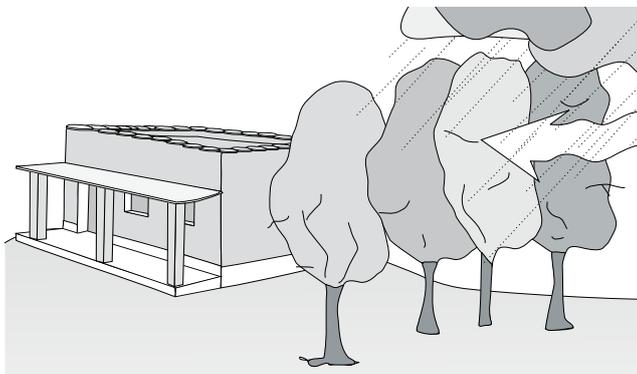
banquette en pierre à Bolimba

#### Végétation

La présence de végétation et plus particulièrement d'arbres dans le tissu bâti participe très fortement de la qualité du paysage et du confort thermique général en produisant des zones ombragées et en favorisant les courants d'air rafraîchissants.

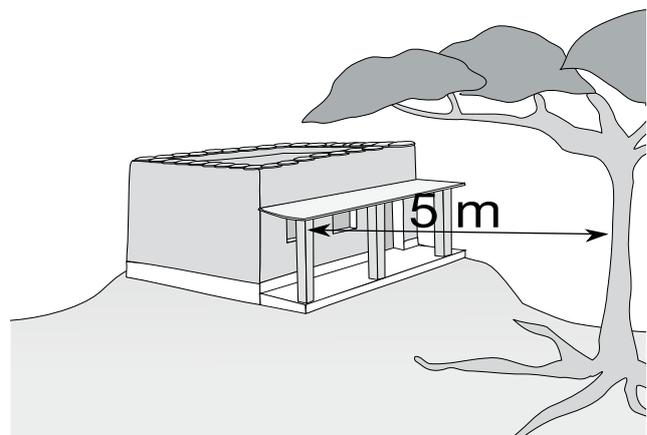
Ce genre de disposition peut facilement être inséré dans un projet de construction d'école, et peut même, si les espèces sont bien choisies, avoir un intérêt pédagogique. Il faudra toutefois faire attention à la rusticité des espèces plantées et quand même privilégier les espèces locales.

L'intérêt pédagogique peut aussi résider dans la replantation d'arbres qui auraient pu être coupés pour la réalisation de la toiture ou des portes et fenêtres traditionnelles. Ces nouveaux arbres pourraient à nouveau servir dans quelques années dès lors que des réparations s'avèreraient nécessaires.



Il est aussi préférable de tout d'abord réfléchir l'implantation générale de l'école de manière à conserver les arbres de grande envergure car ceux-ci mettent du temps à pousser et sont très utiles pour protéger du soleil, de la poussière, des vents violents, des intempéries. Cependant, il ne faut pas construire à moins de 5 mètres d'eux pour ne pas altérer le bâtiment.

La plantation d'arbres autour des groupes scolaires existants peut résoudre en partie les problèmes d'intégration au paysage, toutefois les zones de plantation doivent être bien sélectionnées pour garantir l'efficacité.



## Que fait-on avec les écoles déjà construites ?

Dans un souci d'économie et d'accès d'un maximum d'enfants à la scolarisation, il ne s'agit pas de détruire les écoles déjà construites pour en reconstruire des neuves. Cependant, si une école représente une marque trop importante dans le paysage, ou des défauts de surchauffe qui empêchent le bon fonctionnement de la classe, on peut apporter des améliorations conséquentes en restant dans une économie de moyens.

La plantation de végétation peut améliorer la qualité des espaces extérieurs et intérieurs en y apportant de l'ombre, et peut également masquer en partie une toiture en tôle qui marque trop fortement le paysage. Pour cela, il faut bien choisir le type d'arbre ou d'arbuste et l'emplacement.

Des aménagements extérieurs comme des murets, des vérandas... peuvent adoucir une volumétrie trop rigide ou trop imposante tout en améliorant la qualité des espaces de l'école.

Des améliorations thermiques peuvent apporter un climat plus agréable dans les salles de classe :

- Le percement de quelques ouvertures peut amener une meilleure ventilation (pour une bonne ventilation, privilégier des ouvertures sur des murs opposés, dans la direction du vent, protégées des pluies, une en haut, une en bas, cf p. 33) et animer une façade.

- L'ajout d'une cheminée de ventilation peut aussi améliorer la ventilation et modifier un volume trop rigide.

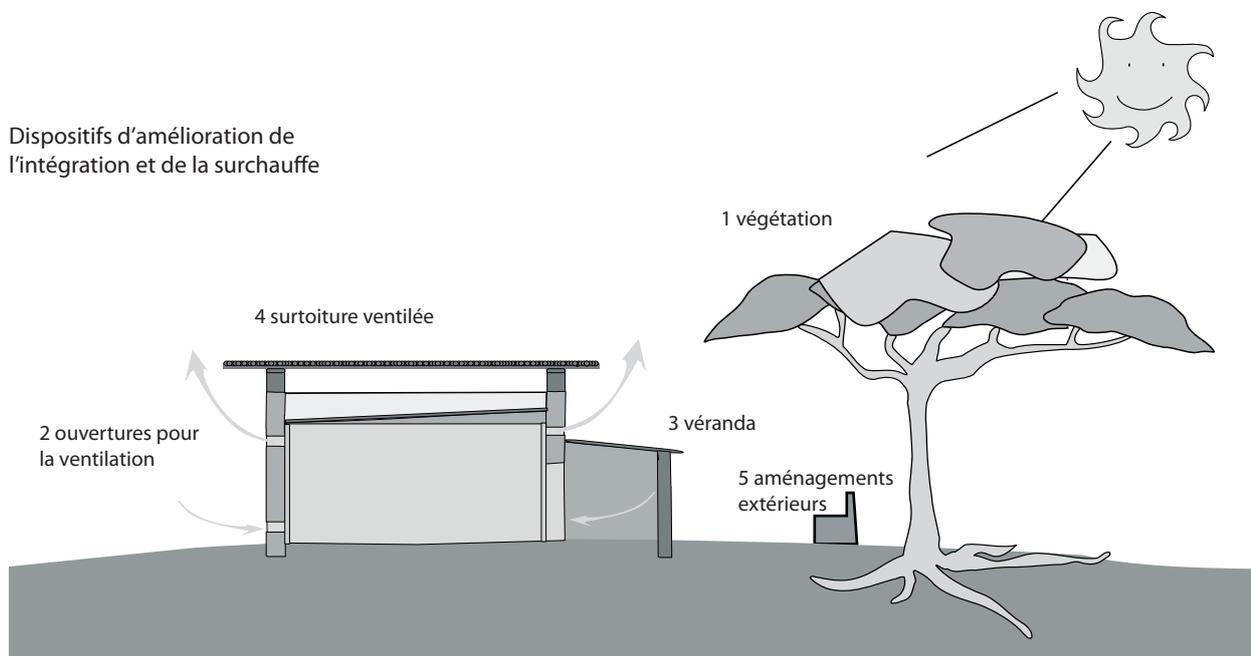
- La superposition à une toiture existante (en tôle notamment) d'une sur-toiture en paille ventilée permet de rafraîchir le climat de la salle de classe, mais aussi de masquer un matériau très visible par un matériau plus discret.

- Dans le cas de murs ou d'une toiture (en tôle par exemple) trop légers, on peut apporter de l'inertie en faisant un doublage en pierre ou en terre. Ce qui permet aussi de masquer un matériau très visible par un matériau plus discret.



école de Yendouma, surtoiture ventilée image : Laure Cornet

Dispositifs d'amélioration de l'intégration et de la surchauffe



## Techniques de construction et matériaux

### Conditions générales pour une meilleure durabilité

La durabilité du bâtiment dépend de sa conception. Il est important de soigner les détails, notamment quelques points cruciaux pour une plus grande durabilité :

1 pentes du terrain et drainage : elles sont nécessaires pour que l'eau ne stagne pas à la base des murs et ne s'infilte pas jusqu'aux fondations, ce qui pourrait les altérer et affaiblir la structure du bâtiment. Ces pentes doivent être réalisées en matériaux bruts, non étanches, de façon à conserver les possibilités d'évaporation.

2 fondations : elles assurent la répartition du poids du bâtiment dans le sol. Elles doivent être résistantes à la compression, durables et reposer sur un sol dur pour assurer la stabilité du bâtiment.

3 soubassement : il faut le construire assez haut pour que les éventuelles eaux stagnantes ne le dépassent pas et sera composé de matériaux résistant à l'humidité.

4 barrière capillaire / anti-termite : Pour éviter les remontées d'humidité dans les murs et que des termites ne puissent s'y installer, il est recommandé d'installer une barrière au dessus du soubassement. Cette barrière peut être réalisée avec un mortier de sable-ciment (et gravier fin) assez fortement dosé. Pour être efficace contre les termites, la barrière ne doit pas être recouverte par l'enduit. Elle restera apparente à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment.

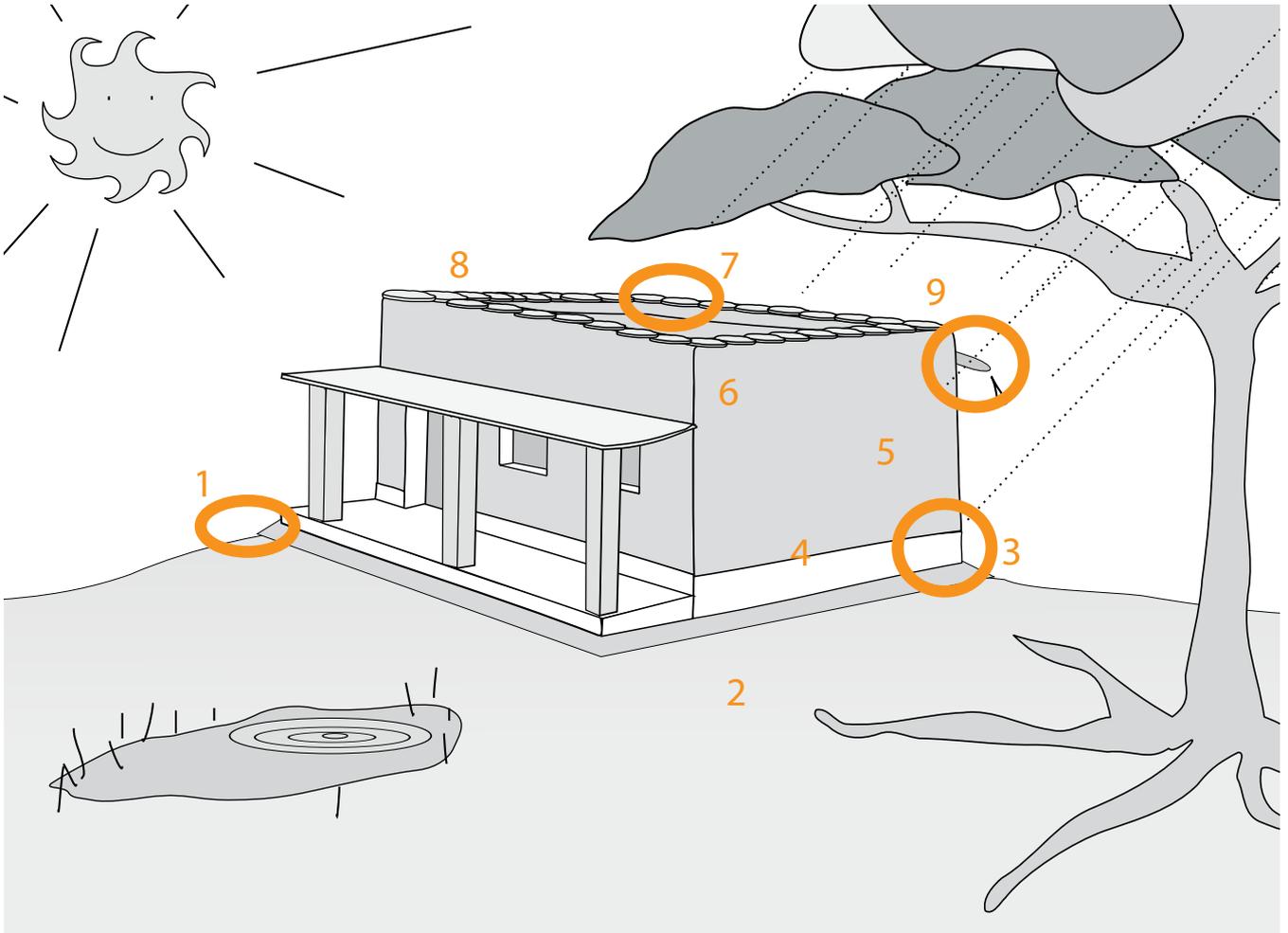
5 mur : il porte le toit et assure la protection, la séparation avec l'extérieur. Il doit donc être résistant à la compression, et isoler l'intérieur de la pluie, du soleil, du vent, de la chaleur et du froid tout en permettant la respiration du bâtiment et en étant lui-même particulièrement résistant à ces éléments naturels.

6 surface du mur (enduit ou pierre apparente) : elle protège les murs de la pluie et des chocs, surtout pour les façades exposées aux intempéries. Les enduits doivent bien adhérer au support et être assez flexible pour éviter les fissures, être à la fois résistant à la pluie et laisser l'humidité s'évaporer. L'apparence des surfaces participe à l'esthétique du bâtiment et s'il est nécessaire, son aspect sera un élément essentiel de la réussite de l'intégration.

7 haut de mur : l'eau peut facilement y pénétrer. Il faut donc prévoir que le haut des murs soit recouvert. De même, la jonction entre toiture et mur mérite une attention particulière.

8 toit : comme un chapeau, il protège l'intérieur du bâtiment des intempéries et du soleil et doit donc lui-même y être particulièrement résistant. Sa pente doit être suffisante pour permettre un bon écoulement des eaux de pluie du côté opposé aux vents dominants.

9 gargouille : elles doivent être nombreuses, bien disposées en hauteur, bien ancrées, avec une bonne pente. Elles doivent aussi être assez larges pour ne pas se boucher facilement, et longues pour permettre une bonne évacuation des eaux de pluie loin du mur. Ne pas la placer sur une façade face au vent pour éviter les possibles retours.



## Choix des matériaux

### Matériaux locaux :

La première question à se poser est : que font les gens avec les matériaux disponibles ? On peut y répondre en observant l'utilisation des matériaux, dans l'architecture locale. Plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour ce choix :

- quelles ressources naturelles dans ou proches du village ?
- quels matériaux et techniques utilisés dans le village ?
- quels savoir-faire dans le village ou proche ?
- quels matériaux importés peut-on trouver à proximité ?
- quels moyens et infrastructures de transport ?

Dans tous les villages du Pays Dogon, on trouve des ressources naturelles minérales : pierre, terre, latérite à utiliser en priorité. Selon si l'on se trouve sur le plateau ou dans la plaine, vers un cours d'eau ou sur du rocher, le sol est plutôt rocheux ou sableux, on trouve de la latérite ou de la terre de bas-fond... L'avantage de ce type de matériaux est qu'ils n'ont pas besoin d'être beaucoup transportés. Ils peuvent être travaillés avec des savoir-faire et des moyens locaux. Ils ne coûtent pas très cher et font fonctionner l'économie locale.

Ils permettent une meilleure intégration au paysage et un travail esthétique intéressant sur la matière. En observant les constructions du village, on peut analyser la qualité de ces différents matériaux.

Certaines ressources naturelles organiques sont également abondantes : tige de mil, fonio, crottin d'âne, bale de riz et de mil... D'autres sont en train de disparaître avec la déforestation et la désertification. Les bois locaux sont de plus en plus rares et ne sont que très peu replantés, de plus ils repoussent lentement pour la plupart. C'est pourquoi la plupart du bois utilisé aujourd'hui est le ronier. Ce palmier pousse rapidement et offre un bois long et droit. Les produits végétaux traditionnellement utilisés pour améliorer les caractéristiques de la terre (beurre de karité, feuille et fruit de baobab, raisin sauvage...) sont du coup remplacés par d'autres produits pas toujours efficaces. Selon la situation du village dans lequel on construit, on peut donc privilégier ou non ce type de matériaux, et il faut penser à replanter.



pierre non taillée maçonnée à la terre



pierre non taillée maçonnée à la terre à l'intérieur



roniers



perchettes



pierre taillée maçonnée à la terre à l'intérieur



pierre taillée en parement



enduit terre de bas-fond



enduit à la feuille de baobab



brique de terre crue façonnée



brique de terre crue moulée



enduit terre de termitière



enduit latérite

## Matériaux importés :

Les matériaux importés, souvent chers et nécessitant beaucoup d'énergie pour leur fabrication et leur transport, peuvent être utilisés pour des besoins spécifiques : le ciment pour les fondations, la barrières capillaires, les hauts de murs, les IPN et cornières en acier pour les grandes portés ou dans les régions déboisées.

La tôle par exemple peut tenir longtemps dans ce climat sec si elle est bien installée. Mais elle peut s'envoler si elle est mal fixée. Elle apporte aussi beaucoup plus de chaleur dans le bâtiment qu'un toit en terre à cause du rayonnement. Il est donc nécessaire de prévoir une bonne hauteur sous plafond, des ouvertures bien placées et un faux-plafond pour limiter le rayonnement.

Il faut éviter l'utilisation de matériaux qui ne sont pas facilement disponibles sur place. En effet, tout matériau, quel qu'il soit finit par se détériorer et peut être victime de bris accidentel. Il faut donc absolument prévoir leur possible remplacement.

Peut-on mettre un enduit ciment sur un mur de terre ?

Si la tenue de tels enduits est souvent assez faible, l'expérience prouve que cela est possible, mais dans des conditions bien particulières. En effet, ce qui entraîne la dégradation des enduits ciment sur les murs de terre est principalement la présence d'humidité. Celle-ci pénètre soit par la base des murs, soit par le haut des murs, soit encore via des fissures sur la façade. Exposé au soleil ou à des vents chauds, l'humidité se transforme en vapeur et crée une surpression qui va faire décoller l'enduit. C'est ainsi que dès lors que les murs de terre sont bien protégés, l'enduit ciment peut tenir. Trois conditions sont nécessaires :

- à la base, un bon système soubassement / barrière capillaire
- en partie haute, le doublage de l'enduit ou l'installation de dalles de protection avec goutte d'eau et préférer les finitions arrondies ou en pente
- une composition de l'enduit qui n'engendre pas de fissuration importante et qui garde une certaine flexibilité (dosage faible, ou mélange terre sable ciment, utilisation de chaux aérienne,...).



tôle ondulée



IPN, cornière et bac acier



enduit ciment



IPN et toiture en terre



hauts de mur en dalles de ciment

## Synthèse

### RECOMMANDATIONS POUR L'OBSERVATION DU SITE :

#### Environnement



- intégration au village et à son environnement naturel et culturel par la prise en compte des éléments du relief, de la végétation, des cours d'eau...
- utilisation des éléments naturels (arbres, rochers...)
- organisation des constructions et rapport aux espaces extérieurs publics ou privé

#### Volumétrie



- rapport d'échelle, hiérarchie, proportions des volumes, densité
- installation sur le relief, orientation
- organisation spatiale des volumes et évolutions dans le temps
- "style architectural"
- délimitations, clôtures



#### Matériaux et techniques constructives

- ressources disponibles et renouvelables proches du village
- matériaux utilisés dans le village pour chaque type de bâtiment (bâtiments publics, maisons, grenier, hangars...) et pour chaque élément de construction (murs, charpente, toits, portes...)
- détails particuliers (cheminées de ventilation par exemple)

### RECOMMANDATIONS POUR LE CHOIX DU SITE :



S'adapter à chaque cas en analysant les besoins des populations, en prenant en compte d'où viennent tous les enfants qui fréquenteront cette école pour leur rendre l'accès le plus simple possible en plaçant l'école de manière centrale



S'inspirer de l'urbanisme local pour insérer l'école dans le tissu construit de la manière la plus logique possible et pour l'intégrer au maximum dans le paysage



Choisir un terrain qui garantit la durabilité du bâtiment et un usage aisé (résistant, hors eau, ventilé, ombragé, cultivable...)

## RECOMMANDATIONS POUR L'IMPLANTATION :



Disposer les bâtiments de manière à conserver au maximum les arbres existants sur le terrain tout en restant à au moins 5 mètres d'eux



Respecter la volumétrie locale, préférer plusieurs petits blocs à un gros bloc, si le terrain est en pente les installer en terrasses



Créer des espaces extérieurs secondaires par la disposition des blocs qui peuvent avoir des fonctions différentes (récréation, jardin, stockage...)



Intégrer des espaces intermédiaires semi-extérieurs qui permettent de se protéger du soleil et de la pluie (qui peuvent être une réinterprétation de ceux existants dans le village)



Porter une grande attention à l'orientation des bâtiments en fonction de l'ensoleillement et des intempéries



Penser aux circulations et aménagements extérieurs qui peuvent se servir d'éléments existant sur le terrain ou s'inspirer de dispositifs typiques du village

## RECOMMANDATIONS POUR LE CHOIX DES MATERIAUX ET TECHNIQUES :



Observer les ressources naturelles, les savoir-faire et les moyens locaux, utiliser les ressources et les potentiels du site



Privilégier les matériaux locaux sauf s'ils ne sont pas renouvelables ou utilisent trop d'eau dans des régions sèches



Limiter l'utilisation des matériaux importés aux endroits (strictement nécessaires) sensibles ou spécifiques du bâtiment

## Critères de choix des techniques et matériaux



### Main d'oeuvre :

selon les matériaux :

- valorisation de la main d'oeuvre locale, voir participation de la population non spécialisée (avec le moulage des briques de terre crue par exemple) (participation, autoconstruction)
- avec des matériaux locaux : pierre et terre, charpente et toiture traditionnelle
- ou facilité de travailler avec un entrepreneur, avec des techniques plus... (pierre très taillée, béton, charpente métallique, coupoles...)



### Coûts :

- comparaison des coûts avec une école en parpaing ou avec une école standard (à préciser, informations à trouver)
- prix de la main d'oeuvre diminuée si participation des usagers
- relation avec le temps de construction



### Empreinte écologique :

énergie grise des matériaux à prendre en compte (transformation et transport)  
en particulier pour l'acier, la tôle et le ciment qui ont besoin de très hautes températures pour leur transformation, et de beaucoup de transport puisqu'ils ne sont pas fabriqués au Mali.  
mais ils peuvent être utiles pour des éléments non-faisables avec matériaux locaux (grandes portées...)



### Disponibilité des matériaux :

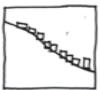
- Bien se renseigner sur place, comment les repérer.
- matériaux locaux minéraux disponibles en grande quantité (terre et pierre)
  - matériaux disponibles en petites quantités (bonne terre rare à certains endroits, notamment dans la plaine)
  - pour les matériaux végétaux, parfois raréfaction (bois de construction, karité, raisin sauvage...)
  - nécessité de replanter, de gérer les carrières...



### Durabilité, entretien :

- récurrence de l'entretien
- importance de la qualité des matériaux et de leur mise en oeuvre
- enduits et toitures en terre traditionnellement entretenus régulièrement, mais si bien fait, on peut espacer l'entretien (latérite à Bandiougou par exemple, ou enduit au beurre de karité)
- matériaux comme tôle, pierre... plus durables dans le temps et nécessitent moins d'entretien
- Il faut soigner les points sensibles avec des matériaux résistants

## Diagnostic village



Un « diagnostic village » est très utile pour s'assurer que les meilleurs choix puissent être faits.

Un tel diagnostic peut être fait assez rapidement en observant les constructions existantes, les plus anciennes, mais aussi les plus récentes qui pourront donner des indications sur les tendances.

Des interviews de maçons/artisans et de propriétaires permettent souvent de faire des raccourcis particulièrement rapides et d'identifier aussi le potentiel humain (savoir-faire, capacité d'organisation) présent dans le village et qui mériterait d'être valorisé.

Bien entendu, l'obtention de renseignements sur les expériences antérieures, soit de l'Etat, soit des Collectivités locales ou encore des ONG agissant dans le secteur peuvent aussi largement aider à la décision. Peuvent être considérés tous les bâtiments à usage public, comme les écoles bien sûr, mais aussi les dispensaires, cases de santé, moulins, banques de céréales,...

Celui-ci devrait comprendre les observations suivantes pour repérer les savoir-faire et choisir les matériaux :

- qualité / quantité de matériaux disponibles localement et à proximité
- qualité des constructions réalisées avec ces matériaux
- savoir-faire particuliers (p.e. enduits, sculpture,..)
- présence de main d'œuvre qualifiée
- capacité d'organisation de la population
- capacité de gestion de la population (présence de comités de gestion divers)
- évolution des pratiques

# 4 Écoles-type

---

Cette partie présente plusieurs propositions de compositions des bâtiments d'une école, de salles de classe construites en différents matériaux, de détails techniques.

Ces propositions ne sont que des exemples, d'autres solutions sont possibles. Il s'agit de montrer que la diversité des villages au Pays Dogon : environnement, urbanisme, architecture,... qui forgent son identité peut être préservée. Il n'existe pas un seul modèle d'école. Cette diversité de formes et de matières peut même devenir une force pour créer des espaces de qualité, fonctionnels, adaptés aux besoins d'aujourd'hui.

Il est donc proposé de s'inspirer de ces exemples pour y "piocher" ce qui paraît pertinent par rapport au cas précis sur lequel on travaille. Au-delà de ces

modèles, est ici proposé une démarche qui vise à ne pas altérer le paysage, basée sur différents facteurs existants :

- environnement : implantation dans un site, mais aussi ressources naturelles offertes par ce site
- village : structure du bâti, formes et volumes
- bâtiment : utilisation des matériaux et techniques

Pour construire une école, il est nécessaire de prendre connaissance de ces éléments. On ne peut pas dessiner un plan sans connaître le relief ou la végétation du terrain. On ne peut pas définir sa forme si on ne sait pas quels matériaux le constitue, et pour cela il faut, en préalable bien connaître les conditions locales.

---

## Composition - disposition des bâtiments

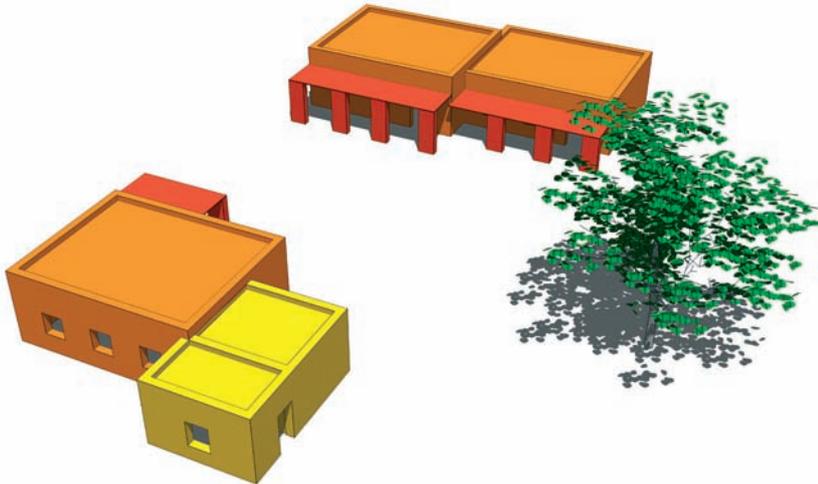
Les propositions de compositions reprennent des principes énoncés dans les recommandations :

- plusieurs blocs décalés ou détachés
- hauteurs différentes, en terrasses si pente
- orientation selon l'ensoleillement et la direction des vents de pluie
- espaces "intermédiaires" ombragés
- cheminées de ventilation

légende :

-  bureau et magasin
-  salles de classe
-  véranda
-  cheminée de ventilation

## 2 blocs formant une cour



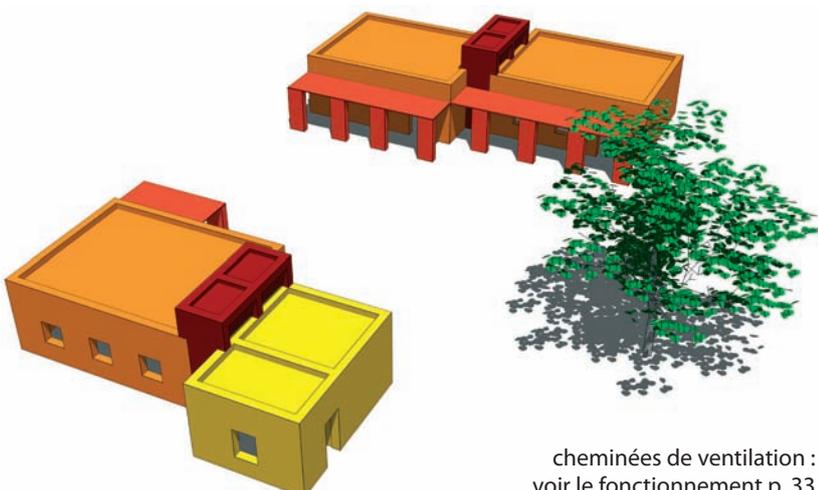
Les bâtiments sont répartis en deux blocs de deux pièces. La disposition des blocs forme une cour. Les pièces sont décalées les unes par rapport aux autres et n'ont pas les mêmes hauteurs. Pour les façades faces à l'ensoleillement, les vérandas servent aussi de pare-soleil.

## Avec les vérandas entre les bâtiments



Les bâtiments sont répartis en deux blocs de deux pièces. La disposition des blocs forme une cour. Les salles de classe sont surmontées de sur-toitures ventilées qui garantissent moins de surchauffe par le toit. Ces terrasses ombragées peuvent être utilisées. Les pièces sont elles-mêmes séparées par des lieux couverts, ombragés et ventilés assez larges pour servir d'espaces de jeux ou d'activités scolaires.

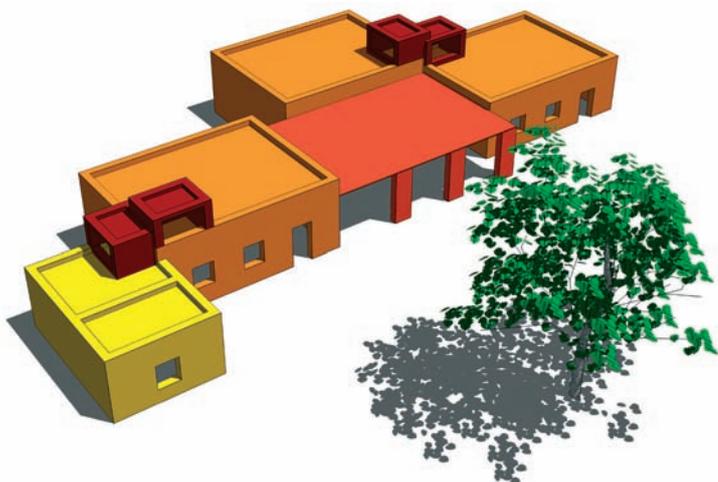
## Avec des tours-cheminées de ventilation



Les bâtiments sont répartis en deux blocs de deux pièces. La disposition des blocs forme une cour. Les pièces sont elles-mêmes séparées par des tours de ventilation. Pour les façades faces à l'ensoleillement, les vérandas servent aussi de pare-soleil

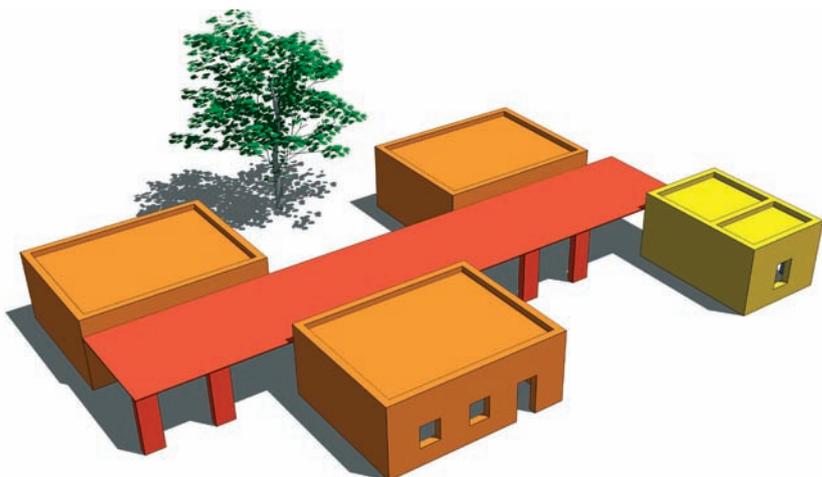
cheminées de ventilation :  
voir le fonctionnement p. 33

Salles de classe disposées autour d'une grande véranda



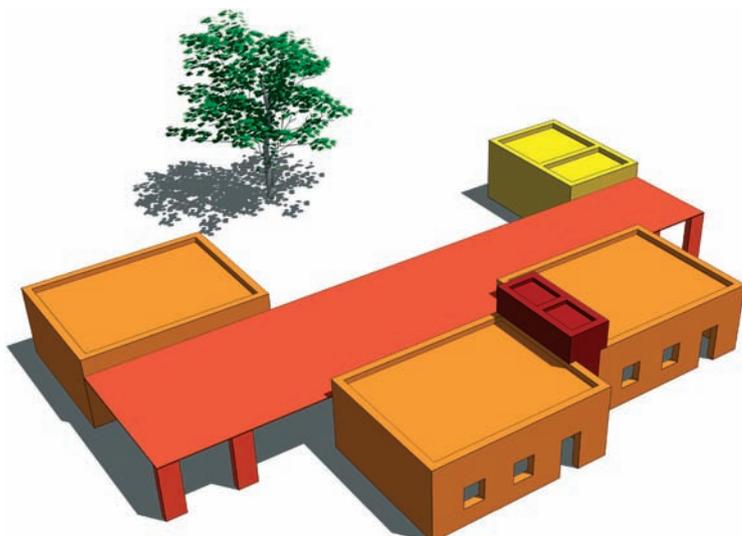
Les bâtiments munis de cheminées de ventilation sont répartis autour d'un lieu couvert, ombragé et ventilés assez large pour servir d'espaces de jeux ou d'activités scolaires.

Salles de classe disposées autour d'une large desserte



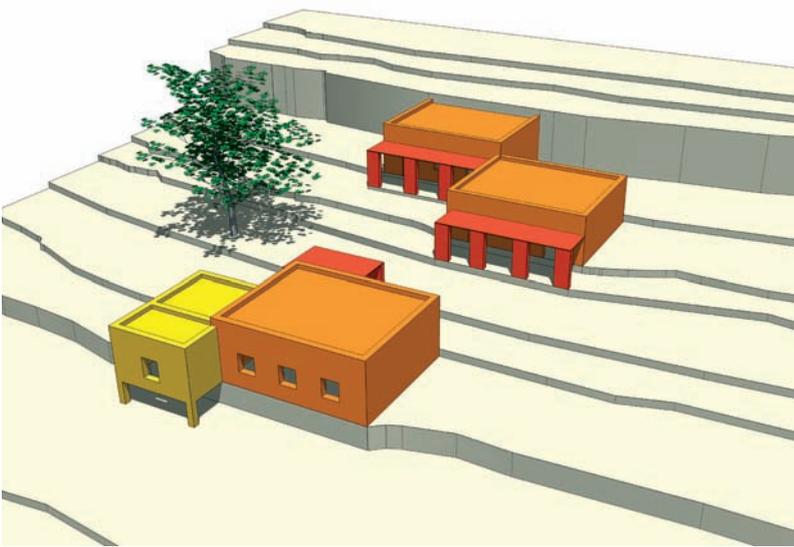
Les bâtiments sont répartis le long d'une desserte couverte qui apporte de l'ombre aux façades ensoleillées des bâtiments à l'arrière. Ce lieu couvert, ombragé et ventilé est assez large pour servir d'espaces de jeux ou d'activités scolaires.

Salles de classe disposées autour d'une large desserte



Les bâtiments sont répartis le long d'une desserte couverte qui apporte de l'ombre aux façades ensoleillées des bâtiments à l'arrière. Ce lieu couvert, ombragé et ventilé est assez large pour servir d'espaces de jeux ou d'activités scolaires. Deux salles de classe accolées sont ventilée par une tour.

## Salles de classe disposées dans la pente



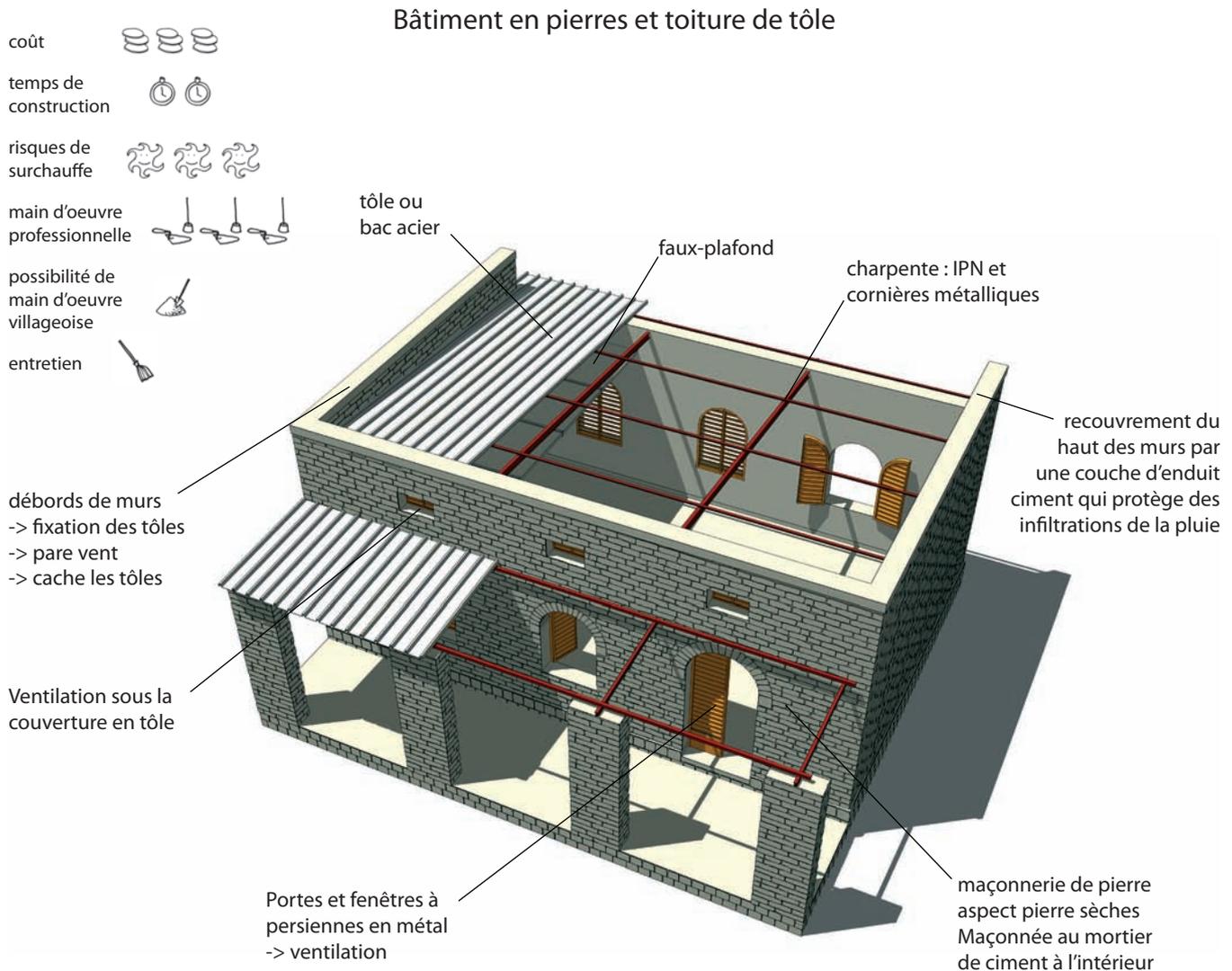
## Dans la pente

Pour avoir le moins de travaux de terrassement possible, il est préférable de s'adapter au maximum au terrain. Pour cela, il est plus aisé de séparer les fonctions en plusieurs petits blocs qui auront chacun un niveau propre.

Certains rochers peuvent même servir de paroi. On peut profiter de la pente pour créer des gradins.



## Salle de classe

**Avantages et inconvénients**

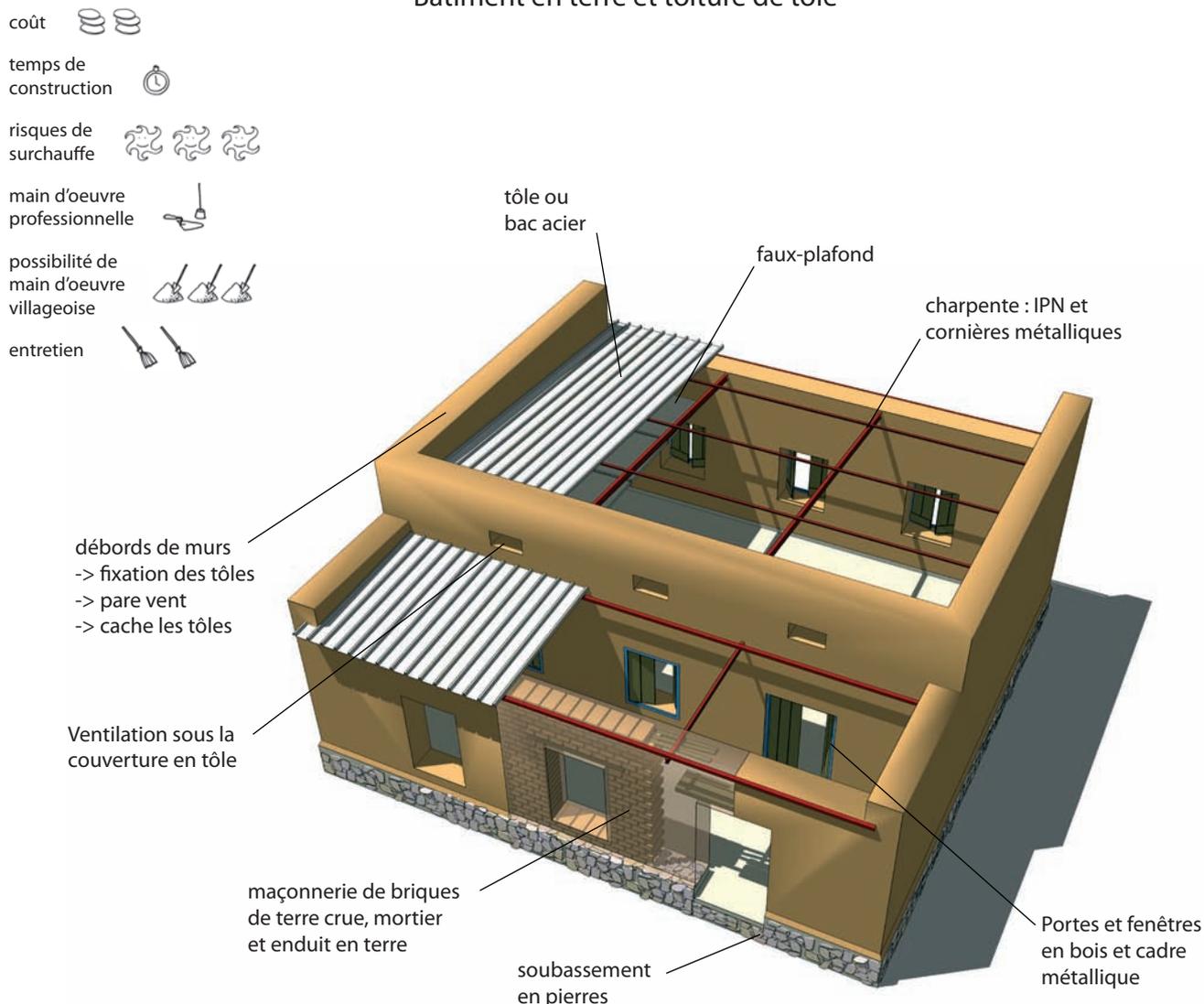
La tôle a un impact important sur le paysage, surtout en contrebas des villages. Si elle peut durer longtemps dans ce climat quand elle est bien installée, dans le cas contraire, elle peut s'envoler. Elle coûte cher et nécessite beaucoup d'énergie pour sa fabrication et son transport. Elle est peu isolante thermiquement et peut donc amener beaucoup de chaleur par rayonnement si la pièce est mal ventilée et n'a pas de faux-plafond.

La maçonnerie en pierre amène à utiliser des ressources et de la main d'oeuvre locales et reste en harmonie avec le site. Il vaut mieux réduire l'utilisation du ciment (qui coûte cher et inclue beaucoup d'énergie grise) aux endroits sensibles du bâtiment. La plupart des murs en pierre traditionnels du Pays Dogon sont maçonnés à la terre. En laissant la pierre apparente à l'intérieur, on économise l'enduit ou la peinture, et l'entretien est quasiment inutile. Les arcs entraînent une économie de bois mais amènent une esthétique forte étrangère au Pays Dogon. Les piliers en pierre économisent l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les IPN nécessitent aussi beaucoup d'énergie et d'argent, mais ils permettent de franchir de grandes portées et peuvent économiser l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les portes et fenêtres à persiennes en métal peuvent être fabriquées au Pays Dogon. Même fermées, elles permettent une ventilation. Elles sont cependant moins résistantes que les menuiseries en bois.

## Bâtiment en terre et toiture de tôle



## Avantages et inconvénients

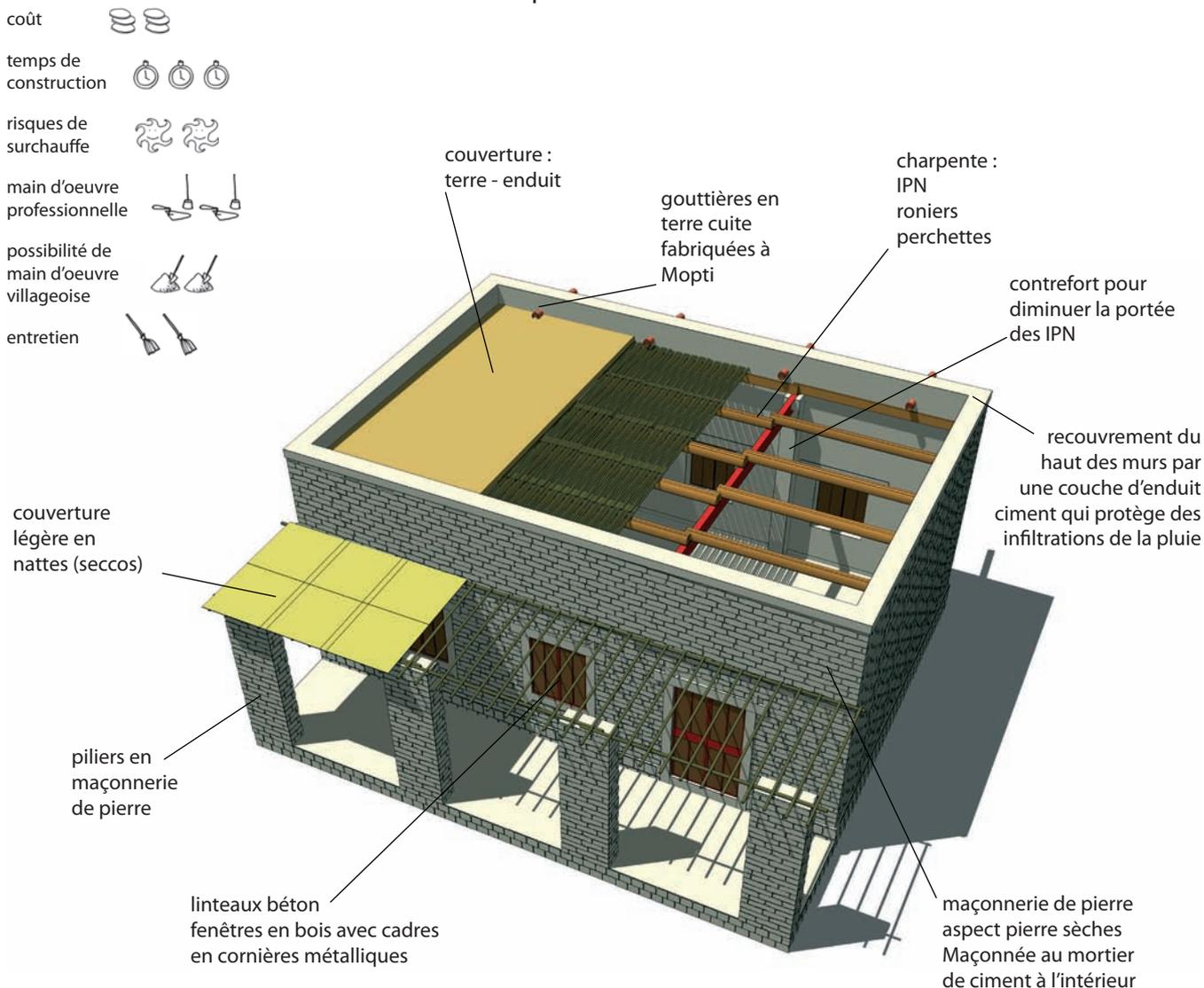
La tôle a un impact important sur le paysage, surtout en contrebas des villages. Si elle peut durer longtemps dans ce climat quand elle est bien installée, dans le cas contraire, elle peut s'envoler. Elle coûte cher et nécessite beaucoup d'énergie pour sa fabrication et son transport. Elle est peu isolante thermiquement et peut donc amener beaucoup de chaleur par rayonnement si la pièce est mal ventilée et n'a pas de faux-plafond.

La maçonnerie en briques de terre crue amène à utiliser des ressources et de la main d'oeuvre locales et reste en harmonie avec le site. Ce matériau est disponible quasiment partout et ne coûte pas cher. Il est assez facile à la population de "mettre la main à la pâte" en moulant les briques par exemple, pour diminuer le coût de l'école avec ce type de matériaux. Il faut porter une grande attention au soubassement de ce type de mur pour sa durabilité.

Les IPN nécessitent beaucoup d'énergie et d'argent, mais ils permettent de franchir de grandes portées et peuvent économiser l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les portes et fenêtres en bois et cadre métallique font appel au savoir-faire locaux et peuvent faire l'objet de décorations réalisées par les sculpteurs sur bois.

## Bâtiment en pierres et toiture de terre



### Avantages et inconvénients

La maçonnerie en pierre, la toiture en terre et les portes en bois sculpté amènent à utiliser des ressources, des savoir-faire et de la main d'oeuvre locales, et restent en harmonie avec le site. Il vaut mieux réduire l'utilisation du ciment (qui coûte cher et inclue beaucoup d'énergie grise) aux endroits sensibles du bâtiment. La plupart des murs en pierre traditionnels du Pays Dogon sont maçonnés à la terre. En laissant la pierre apparente à l'intérieur, on économise l'enduit ou la peinture, et l'entretien est quasiment inutile. Dans ce cas, il faut porter une attention particulière au soubassement pour éviter les remontées capillaires.

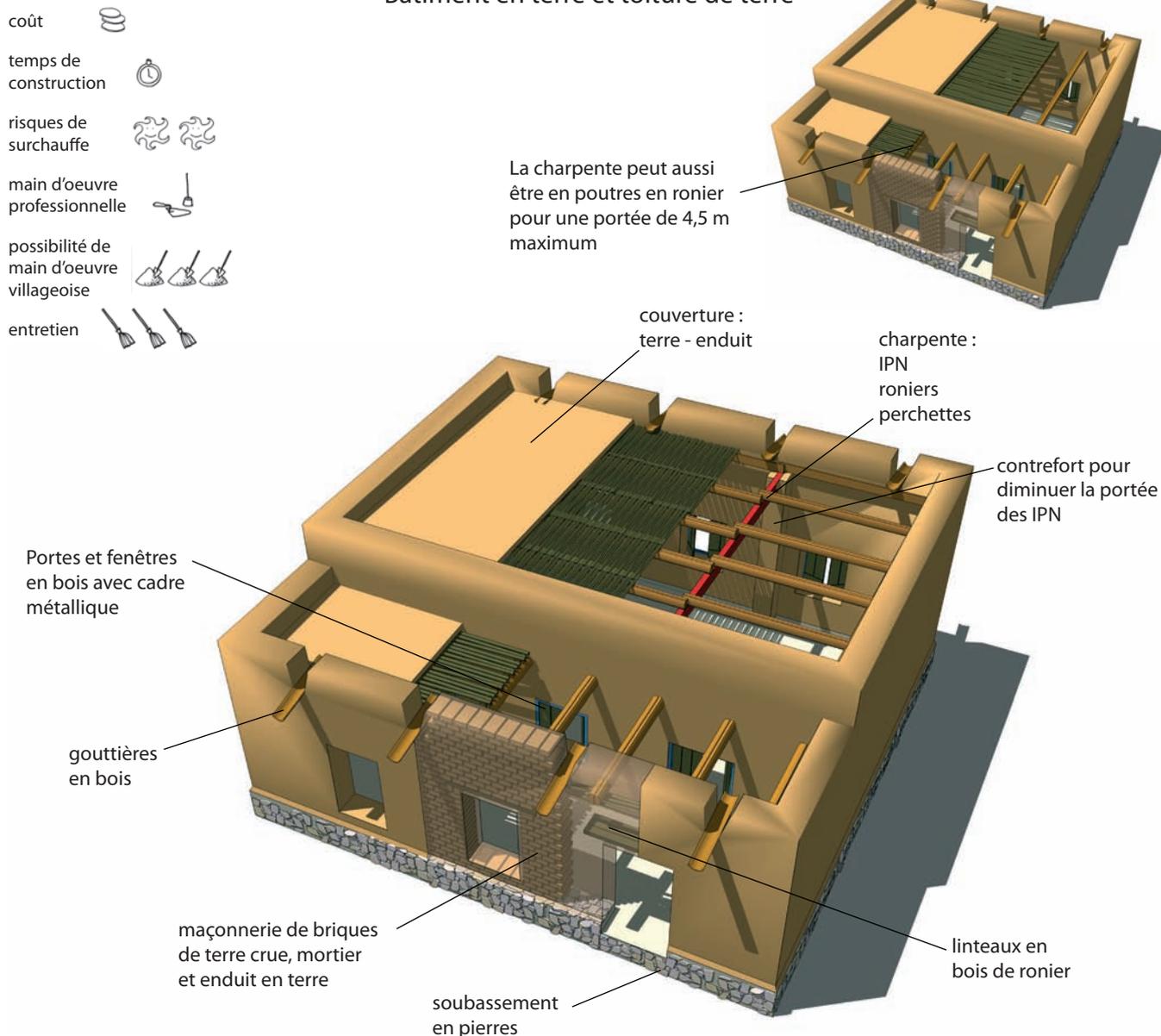
Les poutres en ronier peuvent être achetées au Pays Dogon. C'est un bois qui pousse relativement vite et n'accélère par conséquent pas trop la déforestation. Mais elles ne permettent pas de franchir de grandes portées.

Les piliers en pierre économisent l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les IPN nécessitent aussi beaucoup d'énergie et d'argent, mais ils permettent de franchir de grandes portées et peuvent économiser l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les portes et fenêtres en bois et cadre métallique font appel au savoir-faire locaux et peuvent faire l'objet de décorations réalisées par les sculpteurs sur bois.

## Bâtiment en terre et toiture de terre



## Avantages et inconvénients

Les murs massifs et le toit en terre, avec leur grande inertie thermique, gardent une température agréable dans les salles de classe.

La maçonnerie en briques de terre crue amène à utiliser des ressources et de la main d'oeuvre locales et reste en harmonie avec le site. Ce matériau est disponible quasiment partout et ne coûte pas cher. Il est assez facile à la population de "mettre la main à la pâte" en moulant les briques par exemple, pour diminuer le coût de l'école avec ce type de matériaux. Il faut porter une grande attention au soubassement de ce type de mur pour sa durabilité.

Les poutres en ronier peuvent être achetées au Pays Dogon. C'est un bois qui pousse relativement vite et n'accélère par conséquent pas trop la déforestation. Mais elles ne permettent pas de franchir de grandes portées.

Les portes et fenêtres en bois et cadre métallique font appel au savoir-faire locaux et peuvent faire l'objet de décorations réalisées par les sculpteurs sur bois.

## Bâtiment en terre et pierres et toiture de terre (mur double)

coût 

temps de construction 

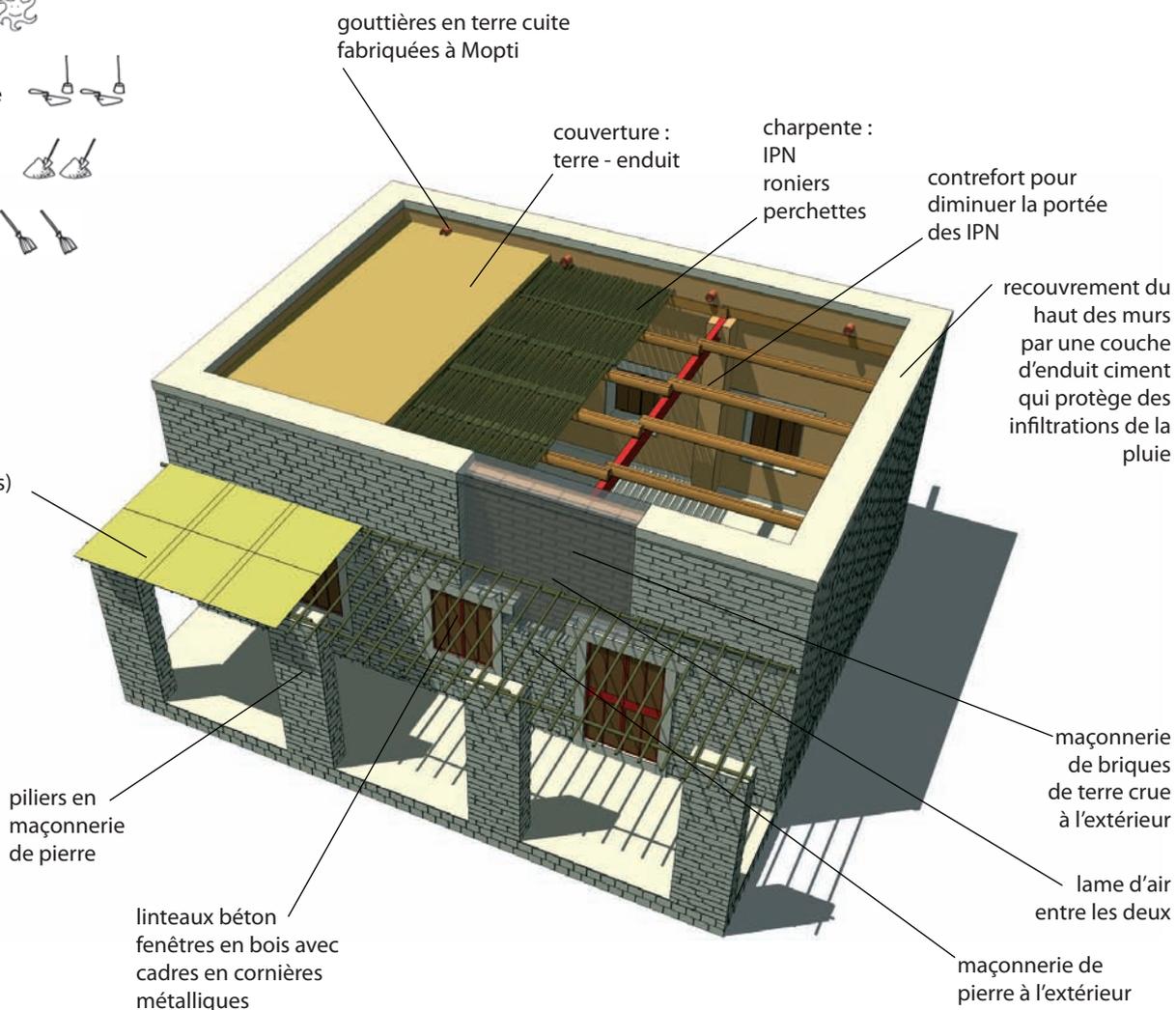
risques de surchauffe 

main d'oeuvre professionnelle 

possibilité de main d'oeuvre villageoise 

entretien 

couverture légère en nattes (seccos)



### Avantages et inconvénients

Les doubles murs massifs avec une lame d'air et le toit en terre gardent une température agréable dans les salles de classe.

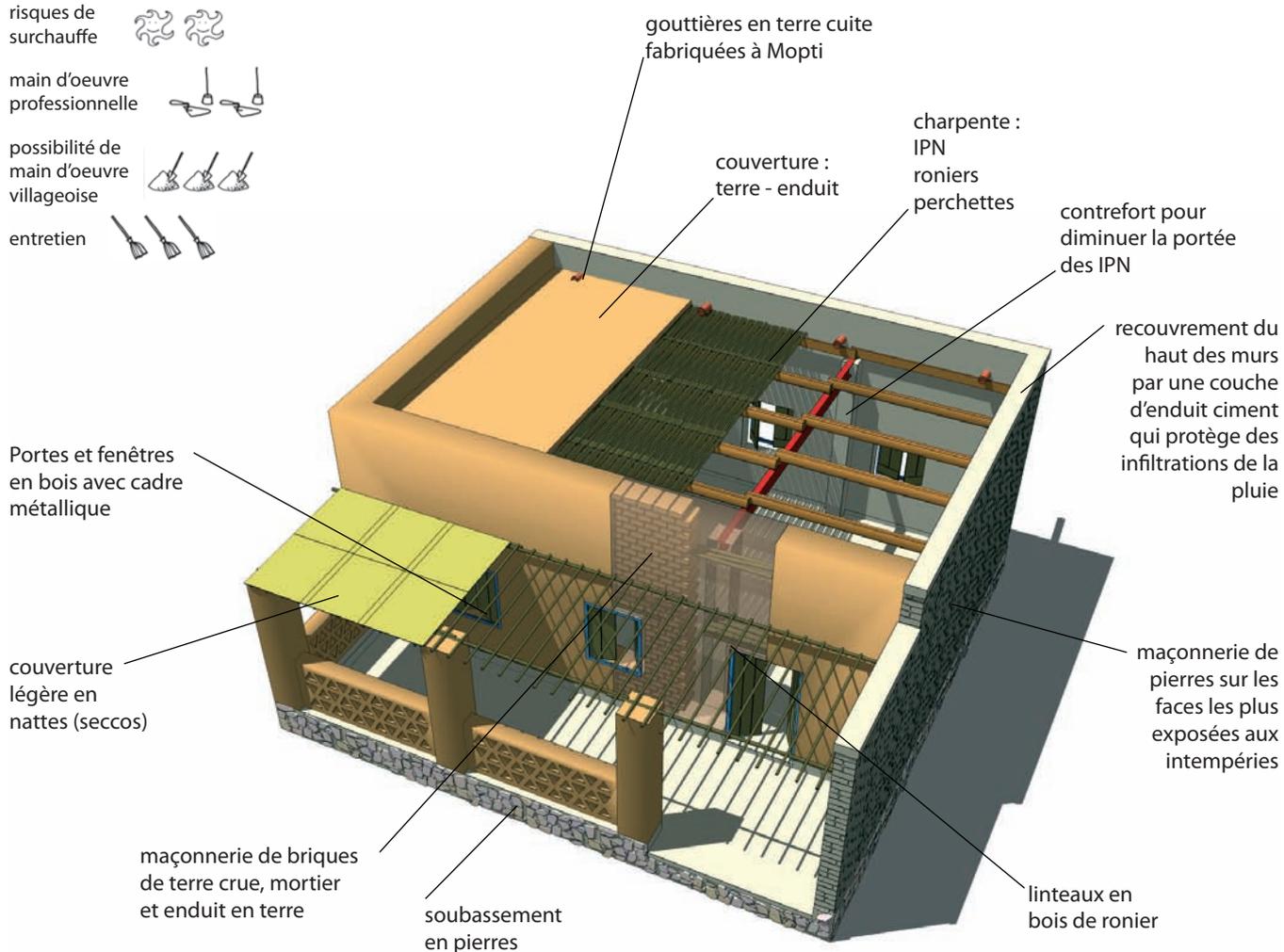
La maçonnerie en pierre et en terre, la toiture en terre et les portes en bois amènent à utiliser des ressources, des savoir-faire et de la main d'oeuvre locales et reste en harmonie avec le site. Il vaut mieux réduire l'utilisation du ciment (qui coûte cher et inclue beaucoup d'énergie grise) aux endroits sensibles du bâtiment. La plupart des murs en pierre traditionnels du Pays Dogon sont maçonnés à la terre. En laissant la pierre apparente à l'intérieur, on économise l'enduit ou la peinture, et l'entretien est quasiment inutile. Dans ce cas, il faut porter une attention particulière au soubassement pour éviter les remontées capillaires.

Les poutres en ronier peuvent être achetées au Pays Dogon. C'est un bois qui pousse relativement vite et n'accélère par conséquent pas trop la déforestation. Mais elles ne permettent pas de franchir de grandes portées.

Les piliers en pierre économisent l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les IPN nécessitent aussi beaucoup d'énergie et d'argent, mais ils permettent de franchir de grandes portées et peuvent économiser l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

## Bâtiment en terre et pierres et toiture de terre (2 types de mur)

coût temps de construction  risques de surchauffe  main d'oeuvre professionnelle  possibilité de main d'oeuvre villageoise   entretien   

### Avantages et inconvénients

Les murs massifs et le toit en terre, avec leur grande inertie thermique, gardent une température agréable dans les salles de classe.

Les murs exposés aux intempéries en pierre limitent l'érosion et donc l'entretien.

La maçonnerie en briques de terre crue et en pierre amène à utiliser des ressources et de la main d'oeuvre locales et reste en harmonie avec le site. Ce matériau est disponible quasiment partout et ne coûte pas cher.

Les poutres en ronier peuvent être achetées au Pays Dogon. C'est un bois qui pousse relativement vite et n'accélère par conséquent pas trop la déforestation. Mais elles ne permettent pas de franchir de grandes portées.

Les portes et fenêtres en bois et cadre métallique font appel au savoir-faire locaux et peuvent faire l'objet de décorations réalisées par les sculpteurs sur bois.

## Bâtiment en pierres ou terre et toiture "argamasse"

coût 

temps de construction 

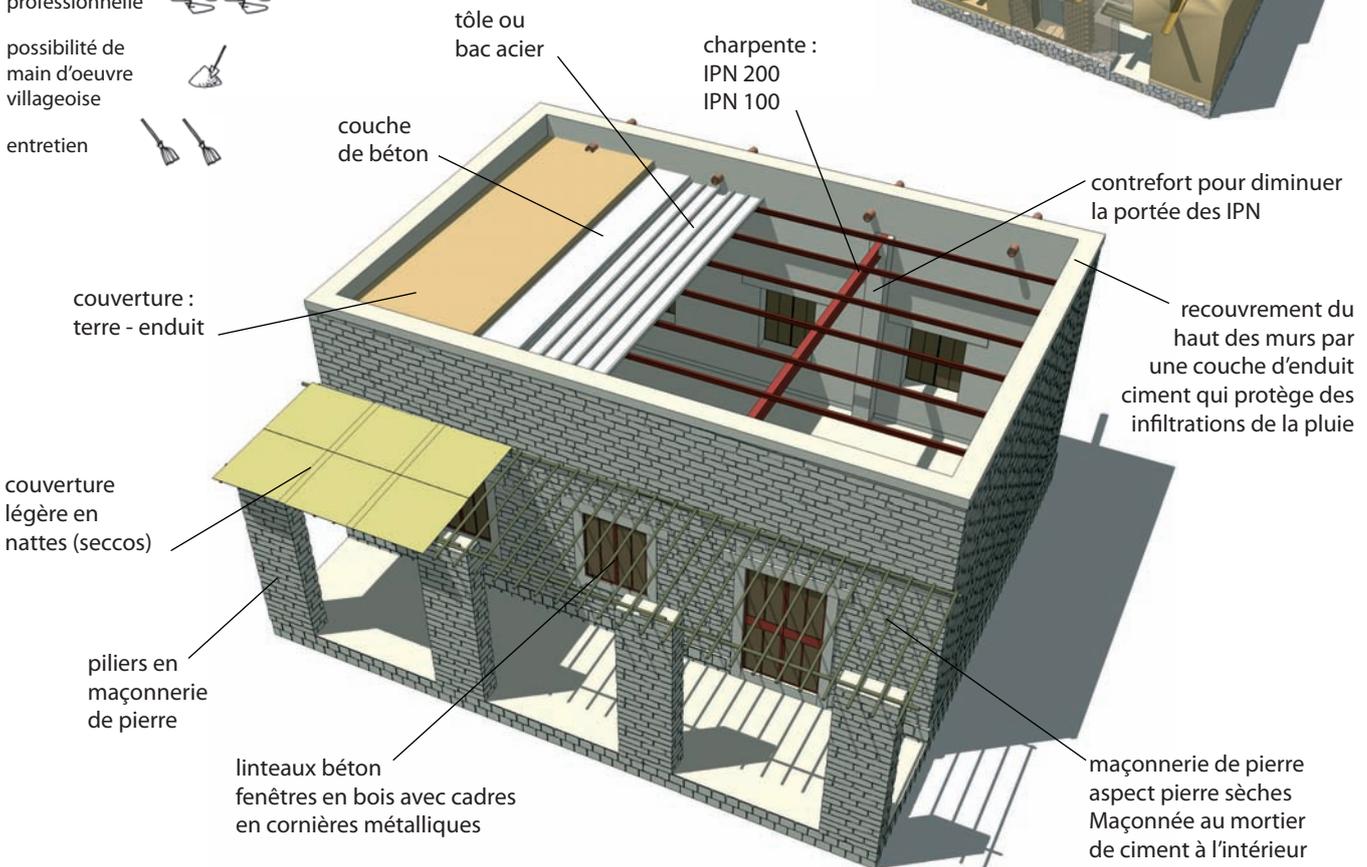
risques de surchauffe 

main d'oeuvre professionnelle 

possibilité de main d'oeuvre villageoise 

entretien 

Le bâtiment peut aussi être construit en terre



### Avantages et inconvénients

Dans ce cas, la tôle n'a pas d'impact sur le paysage, et il n'y a pas de problèmes de surchauffe dus au manque d'inertie. Mais elle coûte cher et nécessite beaucoup d'énergie pour sa fabrication et son transport. Si elle peut durer longtemps dans ce climat quand elle est bien installée, il faut être très attentif à ce que la tôle ne rouille pas.

La maçonnerie en pierre ou en terre, la toiture en terre et les portes en bois sculpté amènent à utiliser des ressources, des savoir-faire et de la main d'oeuvre locales, et restent en harmonie avec le site. Il vaut mieux réduire l'utilisation du ciment (qui coûte cher et inclue beaucoup d'énergie grise) aux endroits sensibles du bâtiment. La plupart des murs en pierre traditionnels du Pays Dogon sont maçonnés à la terre. En laissant la pierre apparente à l'intérieur, on économise l'enduit ou la peinture, et l'entretien est quasiment inutile. Dans ce cas, il faut porter une attention particulière au soubassement pour éviter les remontées capillaires.

Les piliers en pierre ou en terre économisent l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les IPN nécessitent aussi beaucoup d'énergie et d'argent, mais ils permettent de franchir de grandes portées et de supporter une toiture lourde, et peuvent économiser l'utilisation de bois dans des régions déforestées.

Les portes et fenêtres en bois et cadre métallique font appel au savoir-faire locaux et peuvent faire l'objet de décorations réalisées par les sculpteurs sur bois.

## Récapitulatif

	coût	temps de construction	risques de surchauffe	main d'oeuvre professionnelle	possibilité de main d'oeuvre villageoise	entretien
Bâtiment en pierres et toiture de tôle						
Bâtiment en terre et toiture de tôle						
Bâtiment en pierres et toiture de terre						
Bâtiment en terre et toiture de terre						
Bâtiment en terre et pierres et toiture de terre (mur double)						
Bâtiment en terre et pierres et toiture de terre (2 types de mur)						
Bâtiment en pierres et toiture "argamaste"						

## Détails techniques

Quelques exemples de détails techniques sont présentés ici. Ces propositions ne sont que des exemples, d'autres solutions sont possibles.

L'important est de se souvenir du rôle de chaque élément et de le concevoir de manière à ce qu'il le remplisse le mieux possible.



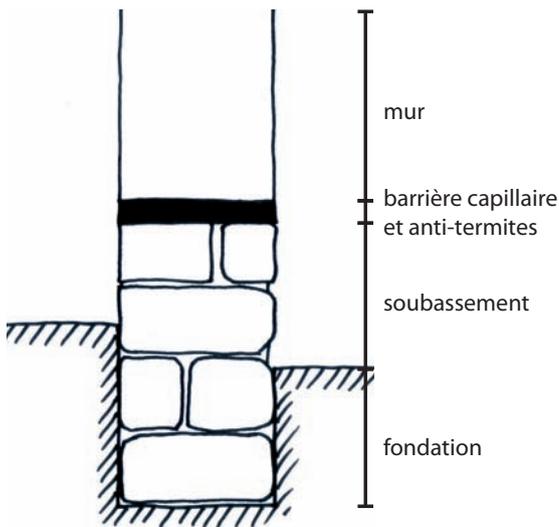
### Fondations et soubassements

La fondation est la partie de la construction qui se situe sous le niveau du sol. Elle assure la répartition du poids du bâtiment dans le sol. Elle doit être résistante à la compression, durable et poser sur un sol dur pour assurer la stabilité du bâtiment.

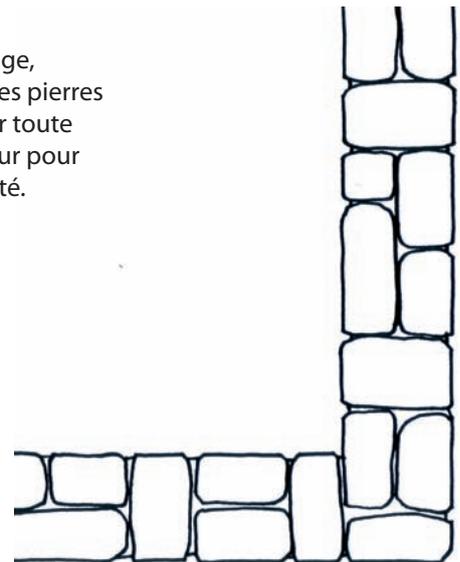
Le soubassement est la partie la plus basse du mur qui surélève le bâtiment au-dessus du niveau du sol naturel. Il protège le reste du mur des détériorations

dues au contact avec l'eau. Il doit supporter le poids du bâtiment et être résistant à l'eau. Il faut le construire assez haut pour que les éventuelles eaux stagnantes ne le dépassent pas.

La barrière capillaire est un obstacle prévenant la circulation de l'eau. Elle permet notamment d'éviter les remontées capillaires dans le mur.



Dans l'appareillage, régulièrement des pierres doivent traverser toute l'épaisseur du mur pour assurer sa stabilité.

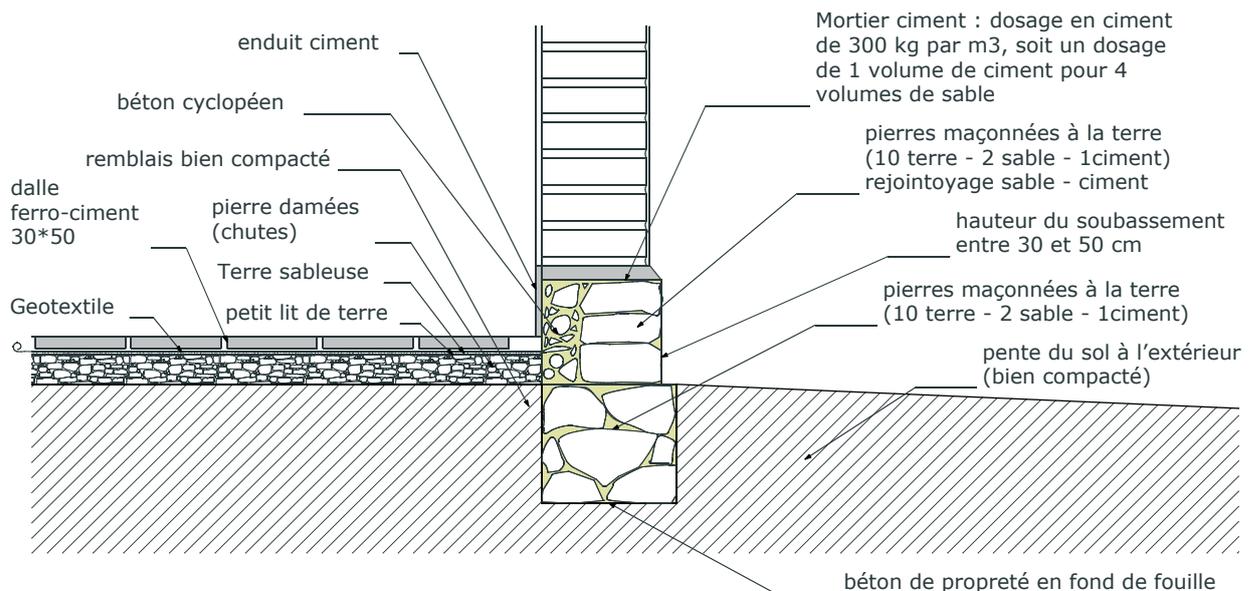
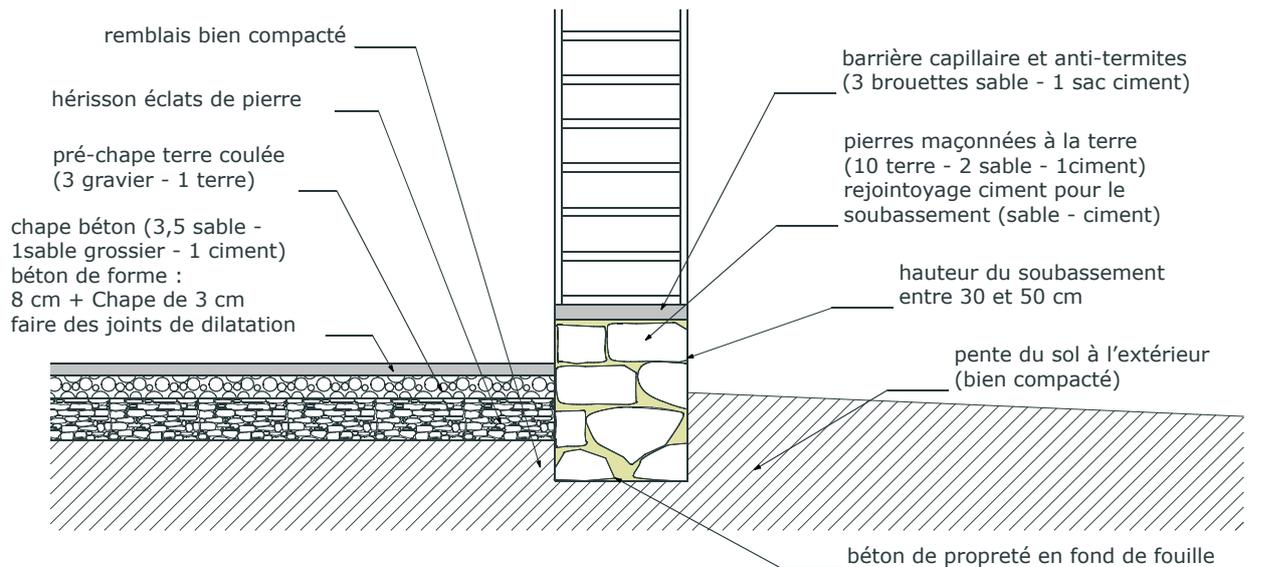


fondation en pierre



barrière capillaire en ciment

## Fondations et soubassements en pierres - mortier de terre - rejointoyage ciment





## Murs en pierres

Le rôle de l'enveloppe du bâtiment est de protéger l'intérieur de celui-ci des intempéries et du soleil. La pluie, même horizontale ne doit pas passer à travers ni l'éroder trop rapidement. À la base il est protégé par une fondation et un soubassement qui lui assurent stabilité et d'avoir "les pieds au sec".

L'intérêt de l'utilisation de la pierre est qu'elle est très résistante à l'érosion, donc idéale en façade exposée aux pluies. Mais elle est plus dure à tailler et à maçonner que les briques. Il faut faire des joints les plus fins possible et bien les soigner pour qu'ils ne laissent pas entrer l'eau.



Il est préférable de poser le rang de pierres à sec pour trouver leur bonne disposition avant de mettre le mortier.

Comme pour les fondations, dans l'appareillage, régulièrement des pierres doivent traverser toute l'épaisseur du mur pour assurer sa stabilité.



### Mur en pierre maçonné à la terre

Traditionnellement, les murs de pierre sont maçonnés et enduits à la terre. Dans certains villages, on monte un mètre de mur, puis on pose une couche de terre à l'intérieur du bâtiment, ce qui améliore la stabilité de la maçonnerie. On attend que cette couche sèche pour continuer à élever le mur. L'enduit extérieur est souvent lavé par la pluie et donne un aspect "pierre sèche" aux murs.

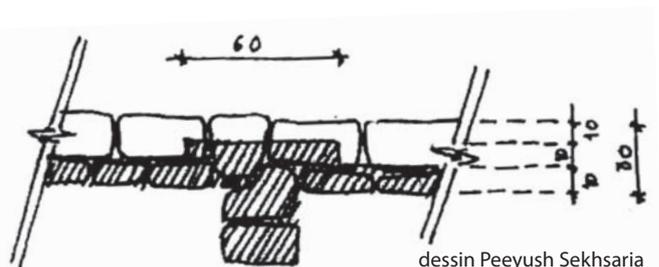


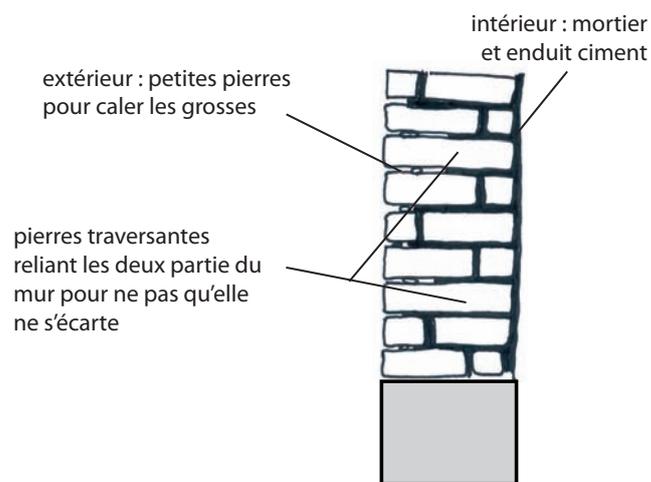
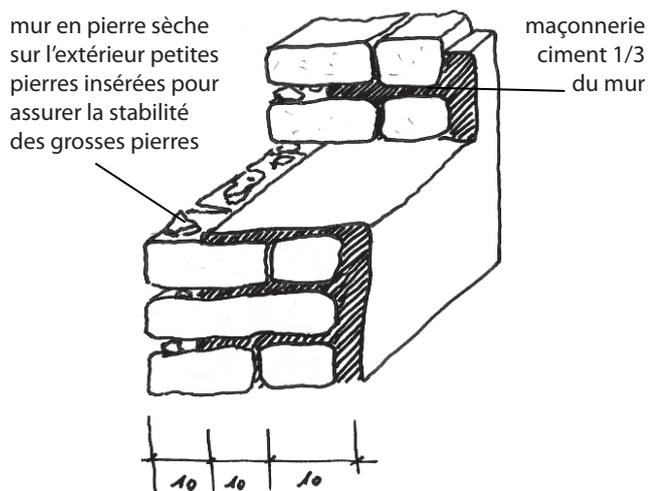
Ce type de mur, réalisé à Koundou, a un aspect pierres sèches calées par des petites pierres à l'extérieur, et est enduit à la terre à l'intérieur. Il est maçonné à la terre entre les deux parois de pierre en faisant attention de ne pas faire déborder le mortier côté extérieur.



### Mur en pierre maçonné au ciment au 1/3 aspect pierre sèche (école de Begnemato)

Ce type de mur permet de garder l'aspect pierre sèche tout en garantissant une étanchéité du mur et une finition intérieure lisse.





### Murs en briques de terre crue

Le rôle des murs en brique de terre crue est aussi celui de l'enveloppe : protéger du milieu extérieur, en particulier de la pluie et de la chaleur. Comme pour la pierre, la densité de la terre amène une bonne inertie thermique, surtout si les murs sont épais. On trouve le matériau terre quasiment partout. Bien que moins résistantes que la pierre, les briques sont simples et rapides à fabriquer et à appareiller. Mais il y a quelques points importants à respecter pour une bonne durabilité.

#### Fabrication des briques :

Le mélange de la terre est la première étape. Divers ingrédients organiques ou minéraux peuvent être ajoutés au mélange pour améliorer la qualité. Le sable

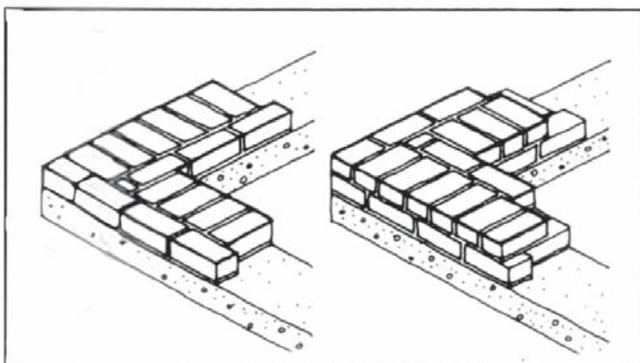
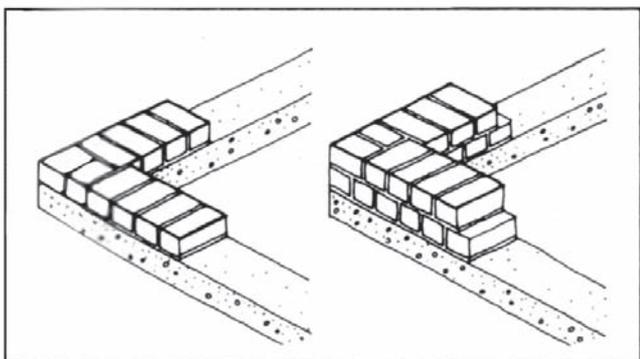
par exemple dans une terre très argileuse, permet de diminuer le retrait et la fissuration. Un élément fibreux comme du foin de fonio a une action mécanique sur la solidité des briques. Il est nécessaire de faire plusieurs essais pour déterminer quelle est la meilleure terre et les bonnes proportions d'ingrédients. Les savoir-faire locaux sur ce points sont importants.

Il est nécessaire de bien mélanger les ingrédients et de les laisser macérer au moins 24 heures pour obtenir un mélange bien homogène pour des briques plus solides. Les briques sont ensuite moulées. Il faut pour cela prévoir une vaste aire plane recouverte de sable pour une surface propre des briques. Les briques sèchent d'abord à plat, puis sont tournées sur la tranche pour compléter le séchage. Avant l'utilisation des briques on fait un test de résistance.



## Maçonnerie :

Comme pour les briques, le mortier doit être bien pétri et laissé reposer pour un mélange homogène. L'appareillage se fait sans coups de sabre verticaux.



## Enduits :

Le mélange doit aussi être très homogène. Beaucoup de recettes d'enduits en terre existent au pays dogon, qui utilisent des produits locaux. Il faut s'informer auprès des maçons qui ont ces compétences et faire des tests pour vérifier la durabilité.

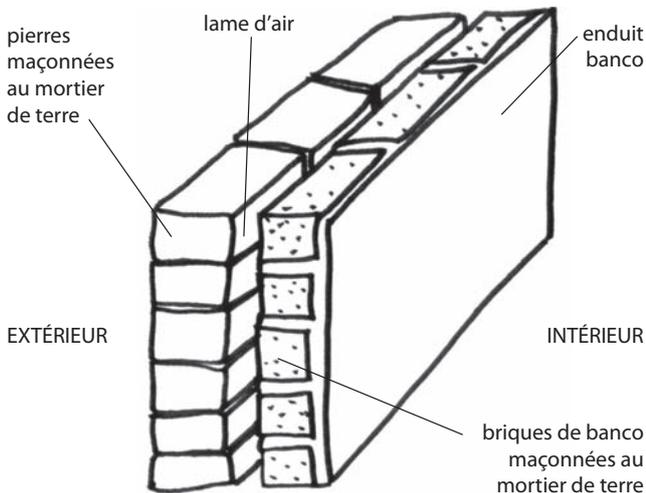




## Murs en briques de terre crue et en pierre (hybrides)

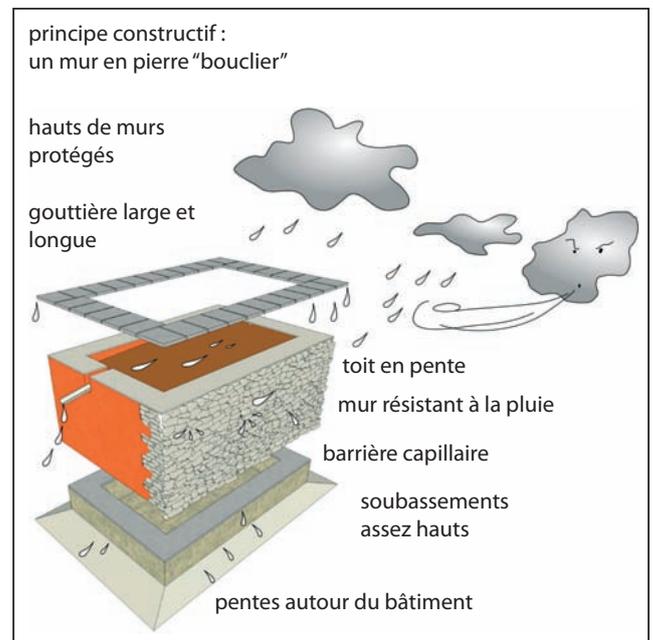
### Système 1 : Double mur terre-pierre (musée de Ennde)

Ce type de mur, bien qu'assez coûteux, est très efficace thermiquement. Il se compose de deux murs: de briques de terre crue à l'intérieur, et de pierres à l'extérieur, séparés d'une lame d'air. La pierre à l'extérieur protège de l'érosion, la terre à l'intérieur régule l'hygrométrie. La pluie ne parvient pas à s'infiltrer jusqu'à l'intérieur, même sans ciment.



### Système 2 : Mur en pierre sur les façades exposées aux vents de pluie

Ce type de mur permet d'utiliser à la fois la résistance de la pierre où elle est nécessaire, et la simplicité et la rapidité de la brique ailleurs. Une utilisation optimale et économique des matériaux locaux. Les deux murs doivent être harpés aux angles où ils se rejoignent.





## Toiture en terre

La toiture protège l'intérieur du bâtiment des intempéries et du soleil et doit donc elle-même y être particulièrement résistante.

Charpente :

assemblage de pièces de bois ou de métal qui soutient le toit, elle doit franchir la portée du bâtiment et supporter le poids du toit. Elle peut-être composée d'IPN, de cornières métalliques, de poutres en bois (roniers), de perchettes pour retenir la terre... Quelle soit en bois ou en acier, la charpente doit être supportée par un support solide car le poids de la toiture peut-être très important.

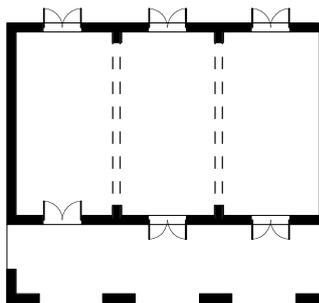


Sur les murs en briques ou en terre, il faut installer une planche ou une pierre plate assez longue sous les poutres pour répartir les charges de la poutre sur une plus grande portion de mur.



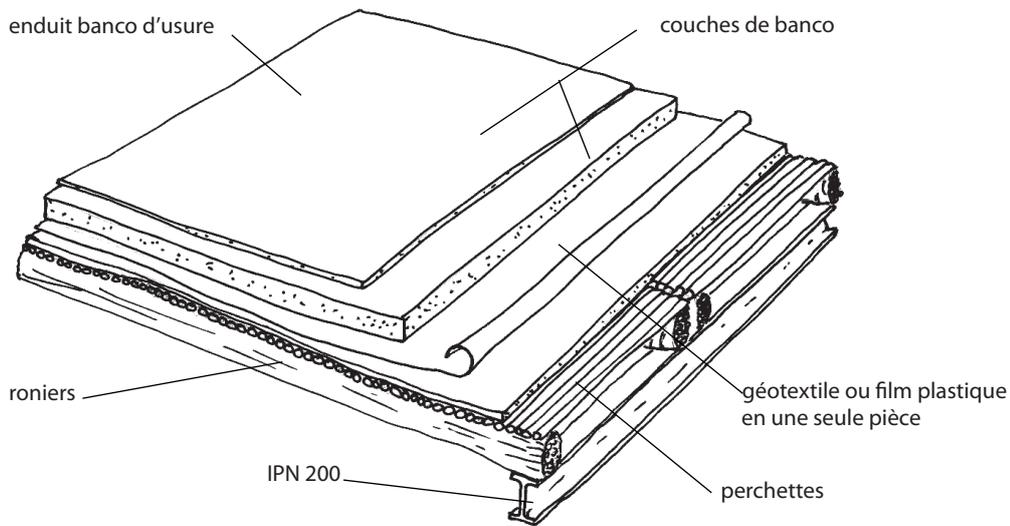
Couverture en terre :

les plusieurs couches remplissent des fonctions différentes permettant au toit de jouer son rôle et de bien boucher les fissures apparues pendant la construction : la couche extérieure doit résister à l'impact de la pluie, la couche centrale joue un rôle d'éponge en stockant l'eau qui a traversé l'enduit puis en la laissant s'évaporer. Entre la terre et les perchettes, un élément plus fin comme du géotextile, une natte, des sacs de riz... empêche la terre de tomber et de former des trous dans la toiture. Le plastique, souvent utilisé est certes imperméable, mais il empêche la toiture de respirer et amène de la condensation. La pente du toit doit être assez marquée pour permettre un bon écoulement des eaux de pluie du côté opposé aux vents dominants.

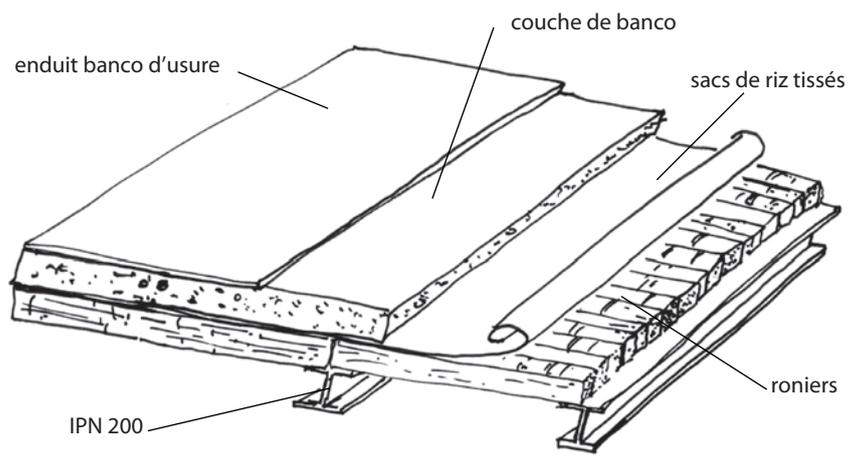


Les contreforts à l'intérieur sont une astuce pour économiser des IPN qui sont standards d'une longueur de 12 m. Ceci permet de n'utiliser qu'un IPN pour une salle de classe de 6 m de large. (Begnemato)

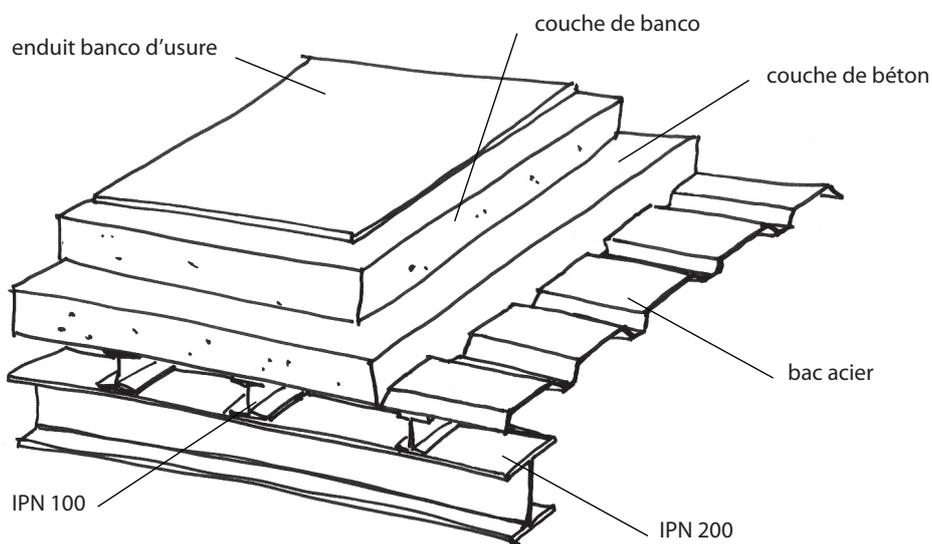




toiture en terre avec perchettes et géotextile (Begnemato)



toiture en terre avec roniers et sacs de riz



toiture en "argamasse" (terre sur bac acier)



## Hauts de murs

C'est un endroit sensible du bâtiment. Il faut vraiment protéger les hauts de murs de l'érosion et des pluies qui peuvent s'infiltrer dans les murs, et faire attention à la jonction avec le toit qui est aussi un point d'infiltration.

### Surépaisseur d'enduit :

Traditionnellement, pour les murs de terre, comme de pierre, la protection du haut des murs se fait avec un enduit de terre dont l'épaisseur est exagérée en partie supérieure. Il s'agit d'une masse d'usage qui doit être reconstituée périodiquement. Dans le cas d'enduit ciment dont la partie supérieure suit l'arrondi traditionnel du mur, il y a souvent fissuration puis infiltration d'eau. L'installation d'une couche supplémentaire en partie haute (au niveau de l'arrondi), si possible armée avec un « grillage à poule » est une disposition qui réduit très fortement les risques.

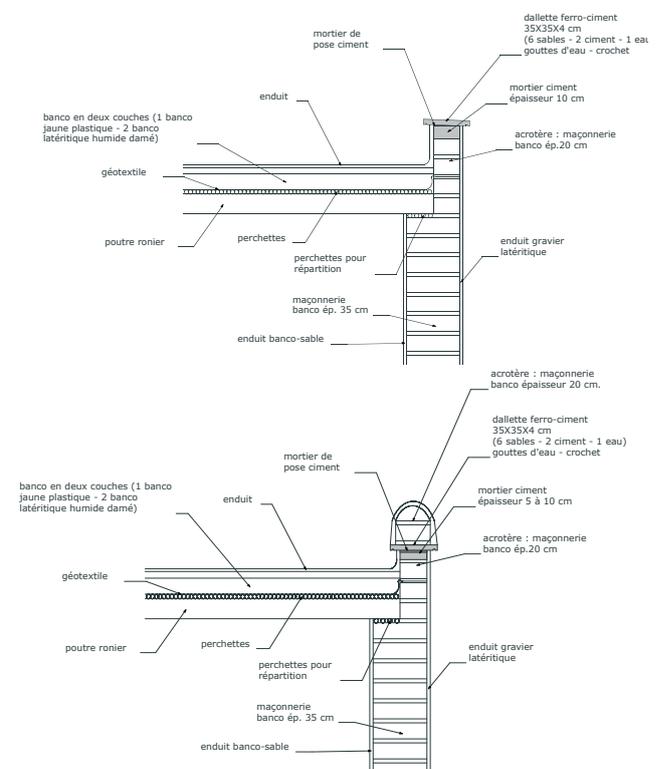


### Dallettes sable-ciment :

Ces dalles sont moulées sur une aire sablée bien plate. Elles sont composées de béton préparé assez sec et sableux (compo : ....) et de grillage à poule. Pour être efficaces, ces dalles devraient comporter des systèmes dits de « goutte d'eau ». elles peuvent aussi être posées au dessus de l'enduit recouvrant entièrement le mur.



fabrication de dallettes en ferro-ciment



couverture des hauts de mur en dallettes de ciment



dallette avec goutte d'eau sur un pilier en briques de terre

**Pierres plates :**

Dans certaines parties du pays dogon, on trouve des pierres naturellement plates assez faciles à extraire. Ces pierres sont traditionnellement utilisées pour protéger le haut des murs. Toutefois pour que ces pierres protègent correctement les murs, elles doivent être posées inclinées et si possible avec un recouvrement. La meilleure solution est une double couche de pierres plates.



maison à Pélou



Niongono : des pierres protègent le haut des murs

**ancrage toiture tôle :**

Les acrotères en pierre placés sur les tôles proposent un couronnement complet et rendent la tôle plus discrète.

**Gargouille :**

Le positionnement de la gargouille est important. Elle doit être bien disposée en hauteur, bien ancrée, avoir une bonne pente, être assez large et longue pour permettre une bonne évacuation des eaux de pluie loin du mur. Il ne faut pas la placer sur une façade face au vent pour éviter d'altérer cette façade.



gargouille en bois

## Annexes

Annexe 1 - Grille d'évaluation de projets de constructions scolaires en pays dogon

Annexe 2 - Rappel des normes maliennes

Annexe 3 - Synthèse des enquêtes sur les cultures constructives 2008

Annexe 4 - Bibliographie - sources des images

# Projets de constructions scolaires en pays dogon :

## Grille d'évaluation

### 1. Critères pour l'intégration au milieu

#### 1.1 Site d'implantation

	Plaine	Falaise	Plateau	Note
Terrain plat cultivable	-2	-2	-2	
Terrain difficilement cultivable	2	0	0	
Terrain proche d'éboulis rocheux	NA	1	1	
Terrain plat sur roche	NA	1	1	
Terrain incliné sur roche	NA	2	2	

Existence d'arbres sur le site (+ de 5 grands arbres) Ajouter 1 point

#### 1.2 Configuration générale

	Plaine	Falaise	Plateau	Note
Barre sans véranda	-2	-2	-2	
Barre avec véranda	-1	-1	-1	
Barrre avec blocs décalés	0	0	0	
Blocs juxtaposés avec différence de hauteur	1	1	1	
Blocs décalés et avec différence de hauteur	2	2	2	
En plusieurs blocs	Ajouter 1 point			
Aménagements extérieurs prévus	Ajouter 1 point			
Plantation d'arbres prévue	Ajouter 1 point			

#### 1.3 Toitures

	Plaine	Falaise	Plateau	Note
Toiture tôle sans acroterre	-2	-2	-2	
Toiture tole avec acroterre	-1	-1	-1	
Toiture tôle avec acroterre périphérique	0	0	0	
Toiture plate en un bloc	1	1	1	
Toiture plate en plusieurs blocs	2	2	2	
Toiture tôle pour les sites au pied de la falaise	Enlever 2 points			

#### 1.4 Murs

	Plaine	Falaise	Plateau	Note
Enduits ciment et peints	-1	-2	-2	
Enduits ciment non lissé	0	-1	-1	
Enduit ciment avec finition tyrolienne	1	0	0	
Murs en pierre taillées "au carré" posées debout	0	1	1	
Murs en pierre taillées	0	1	1	
Murs en pierre finition rustique	0	2	2	
Enduit terre	2	2	2	
Finition diverses en fonction des expaces	Ajouter 2 points			

### 1.5 Ouvertures

	Plaine	Falaise	Plateau	Note	
Petits arcs plein cintre	-2	-2	-2		
Grands arcs	-2	-2	-2		
Petits arcs surbaissés	-1	-1	-1		
Linteaux béton	0	0	0		
Linteaux béton avec parement pierre	1	1	1		
Linteaux bois	2	2	2		
Linteaux pierre longues (petites ouvertures)	0	2	2		

### 1.6 Portes et fenêtres

	Plaine	Falaise	Plateau	Note	
Plaque métal lisse et peint	-2	-2	-2		
Métal lisse à persiennes, peinte	-1	-1	-1		
Bois lisse	1	1	1		
Bois sculpté	2	2	2		
Positionnement à l'intérieur (façade animée)		Ajouter 1 point			
Positionnement à l'extérieur (façade trop lisse)		Enlever 1 point			
Peinture de couleur vive		Enlever 1 point			

## 2. Critères de durabilité

### 2.1 Fondations

Briques de terre	-2
Pierres sèches	-1
Pierres maçonnées à la terre	0
Pierres maçonnées à la terre stabilisée	1
Pierre et ciment / Béton / agglos pleins	2

Note	
------	--

### 2.2 Murs

Briques et enduit terre / pas d'entretien	-2
Pierre maçonnées à la terre	-1
Brique de terre enduit ciment (au moins côté Est)	1
Agglos enduits	1
Double mur terre-pierre	2
Pierres maçonnées au ciment (sable ou terre stab.)	2
Si la population est bien organisée (comité)	
Briques et enduit terre	1
Pierre maçonnées à la terre	1

Note	
------	--

### 2.3 Toitures

Toiture plate terre / pas d'entretien	-2
Toiture tole sans acroterre	-1
Toiture tôle avec acroterre périphérique	0
Dalle béton	1
Si la population est bien organisée (comité)	
Toiture plate terre	2

Note	
------	--

### 3. Critères de qualité / confort (usage, thermique, ...)

#### 3.1 Espaces prévus

Bureau	Ajouter 1 point
Cour de récréation	Ajouter 1 point
Espace enseignement extérieur	Ajouter 1 point
WC	Ajouter 1 point
Vérandas	Ajouter 1 point

Note	
------	--

#### 3.2 Murs

Agglos de ciment	-2
Mur pierre fins (- de 20 cm)	-1
Mur de terre fin (20 cm)	0
Mur de pierres épais (+ de 30 cm)	1
Murs de terre épais (40 cm)	2

Note	
------	--

#### 3.3 Toiture

Toiture tôle	-2
Toiture tôle haute avec ventilation haut des murs	-1
Toiture tôle avec faux plafond	0
Dalle béton	1
Toiture en terre	2

Note	
------	--

#### 3.4 Ouvertures (portes -fenêtres)

Sur un seul côté	-2
Petites ouvertures des deux côtés	0
Grandes fenêtres, mal réparties	1
Petites fenêtres, bien réparties (répartition opposée)	2

Note	
------	--

Ventilations en haut des murs	Ajouter 1 point
Ventilation en toiture	Ajouter 1 point

# Projets de constructions scolaires en pays dogon :

## Grille d'évaluation

### Recapitulatif

#### 1 Critères d'intégration au site

- 1.1 Site d'implantation
- 1.2 Configuration générale
- 1.3 Toitures
- 1.4 Murs
- 1.5 Ouvertures
- 1.6 Portes et fenêtres

<b>Sous total</b>	
Note	

#### 2 Critères de durabilité

- 2.1 Fondations
- 2.2 Murs
- 2.3 Toitures

<b>Sous total</b>	
Note	
Note	
Note	

#### 3 Critères de confort

- 3.1 Espaces prévus
- 3.2 Murs
- 3.3 Toiture
- 3.4 Ouvertures (portes -fenêtres)

<b>Sous total</b>	
Note	
Note	
Note	
Note	

<b>Total</b>	
--------------	--

### Resultats :

- Moins de 0**    **Projet très mal intégré, pas acceptable**
- entre 0 et 10**    **Projet qui doit encore être amélioré**
- Entre 10 et 20**    **Bon projet**
- Plus de 20**    **Excellent projet**

### Commentaires :

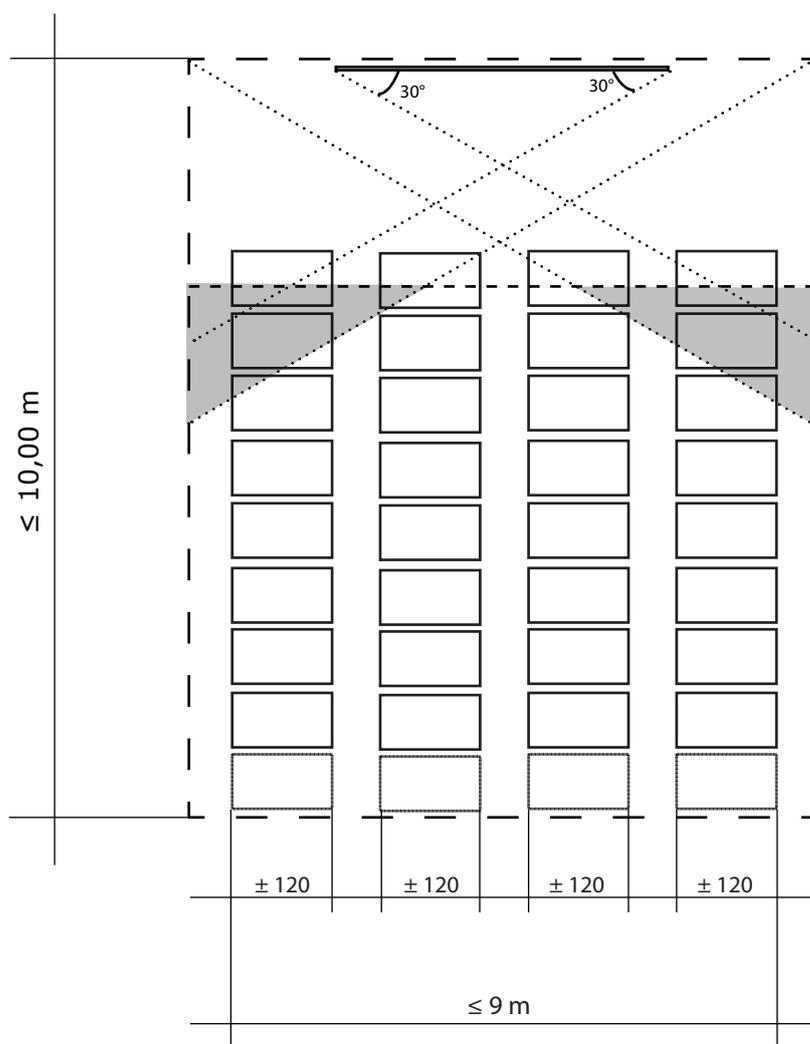
## Normes maliennes

Les dimensions optimales d'une salle de classe dépendent des facteurs suivant : la disposition des tables-banc ; la distance par rapport au tableau noir ; l'angle de vue minimum pour une bonne visibilité.

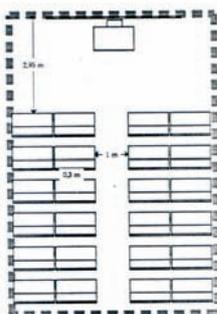
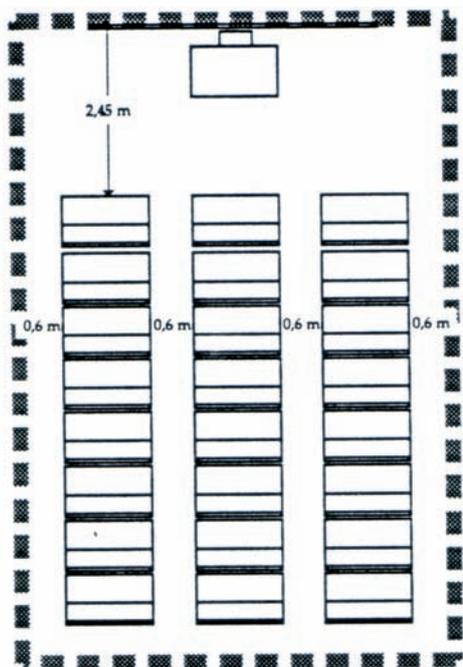
La première rangée des tables-bancs sera distante du tableau noir de 2,65M, et cette distance ne sera jamais inférieure à 2 M.

Les couloirs de circulation entre les tables-bancs auront une largeur optimale de 0,6 M ; ils ne seront jamais inférieurs à 0,45 M.

On essayera, dans la mesure du possible, de préserver un espace de circulation derrière la dernière rangée de tables-bancs (idéalement, 0,6 M).

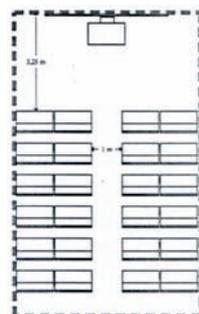
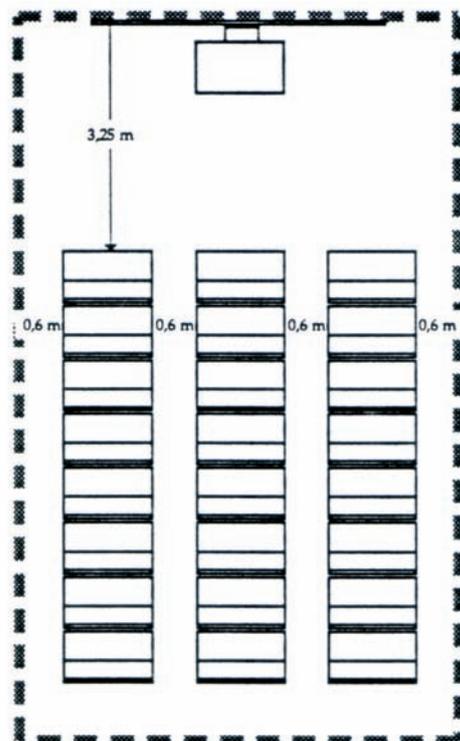


Mauvaise visibilité pour un tableau faisant la largeur de la classe



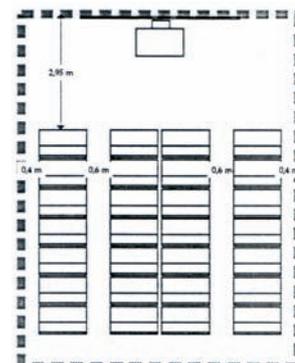
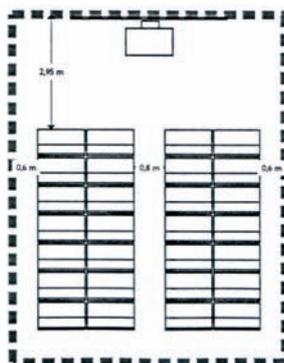
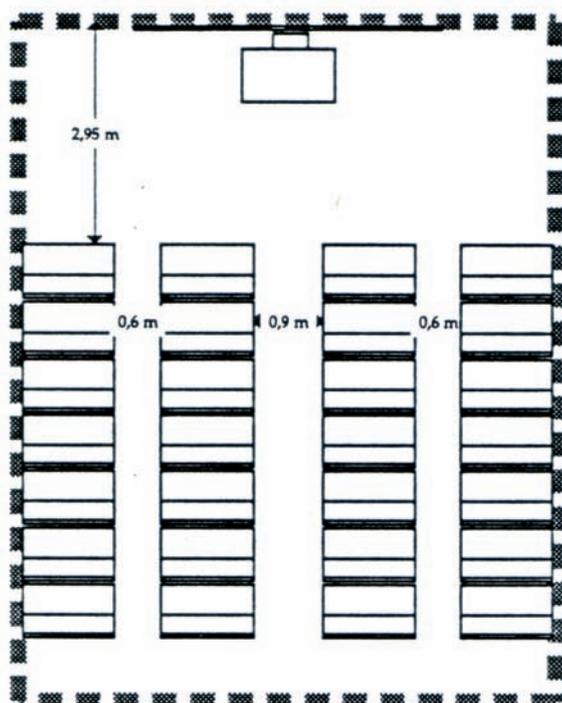
24 Tables, 48 Eleves  
 Surface Nécessaire :  
 (48 X 1,2m2)=62,4m2  
 Surface disponible : 54m2  
 (1,12m2/élève)

6 x 9 M



24 Tables, 48 Eleves  
 Surface Nécessaire :  
 (48 X 1,2m2)=62,4m2  
 Surface disponible : 60m2  
 (1,25m2/élève)

6 x 10 M



28 Tables, 56 Eleves  
 Surface Nécessaire :  
 (56 X 1,2m2)=67,2m2  
 Surface disponible : 63m2  
 (1,12m2/élève)

7 x 9 M

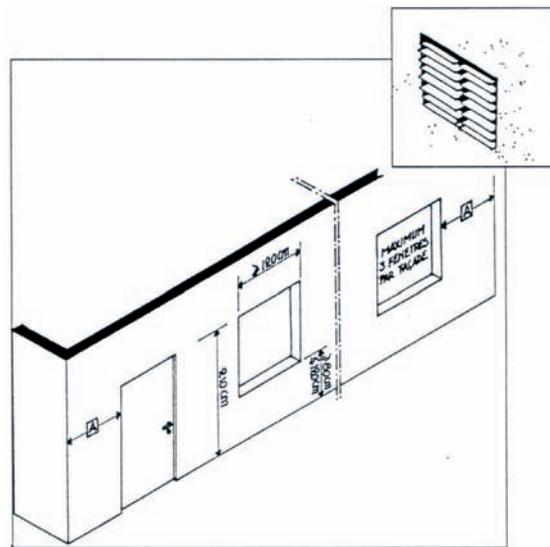
## les fenêtres

On prévoira de deux à trois fenêtre par façade longitudinale. La Largeur minimum d'une fenêtre de 120 cm. Les fenêtres seront alignées en partie supérieure avec le haut des portes. La hauteur des allèges doit être de 80 cm au minimum, et de 120 cm au maximum.

L'ensemble des ouvertures représentera un minimum de :

- 10% de la surface au sol de la classe pour les régions de Gao et de Tombouctou ; cela représente au moins 3,15 m<sup>2</sup> d'ouverture par façade.
- 14% de la surface au sol de la classe pour les autres régions ; cela représente 4,41 m<sup>2</sup> d'ouverture par façade.

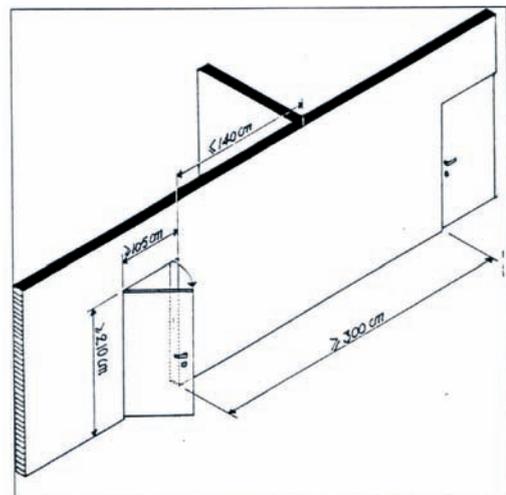
Dans tous les cas, un minimum de 600 cm<sup>2</sup> d'ouverture doivent continuellement rester ouverts ; ceci peut être réalisé par l'intermédiaire de lamelles ou de claustras.



## la porte

La porte de la salle de classe doit avoir une hauteur minimum de 210 cm, et une largeur minimum de 105 cm. La porte doit s'ouvrir vers l'extérieur sans gêner la circulation, et doit se trouver dans une zone de 240cm de largeur à compter des murs de séparation entre deux classes ou des murs pignons.

Entre les portes de deux classes contigües doit exister une distance minimum de 3 m.



## les hauteurs

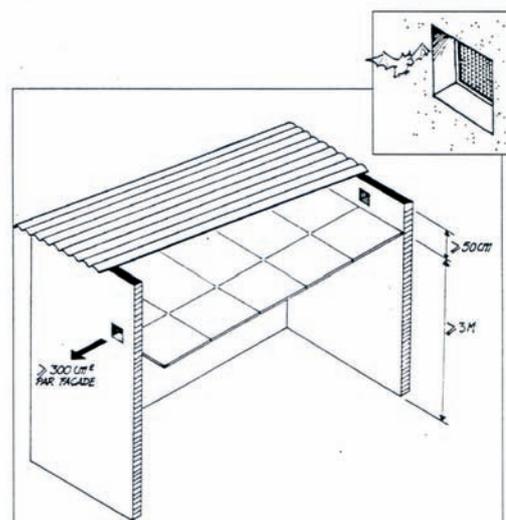
Hauteurs :

La hauteur libre en-dessous du faux plafond ou de la toiture doit être au minimum de 3m, et de 4m au maximum. La hauteur optimale sous plafond est de 3,5m.

Faux-plafonds :

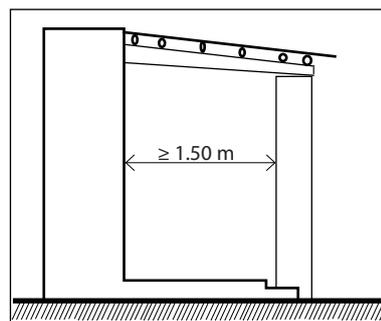
En cas de faux-plafond, la hauteur minimum des combles sera de 50 cm. Les combles doivent être aérés par des ouvertures totalisant 300 cm<sup>2</sup> par façade, et situées sur deux façades opposées.

Les ouvertures seront protégées contre la pénétration des chauves-souris.

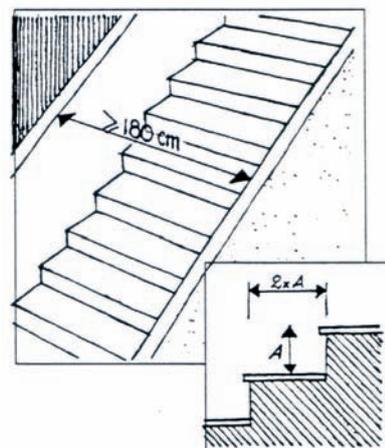


## les circulations

Les circulations couvertes auront une largeur libre de 150 cm au minimum



Dans le cas de bâtiments avec escaliers, ces derniers auront une largeur minimum de 180 cm, et l'on prévoiera un escalier par groupe de six classes. Le rapport hauteur/giron doit être de 15/30.



## les surfaces

Surface par élève :

L'encombrement physique (espace de travail) par élève est en moyenne de  $0,6\text{ m}^2$  ; par extrapolation ; l'espace utile (espace total, incluant dégagements, circulations, espace du professeur, etc.) est en moyenne de  $1,2\text{ m}^2$  par élève.

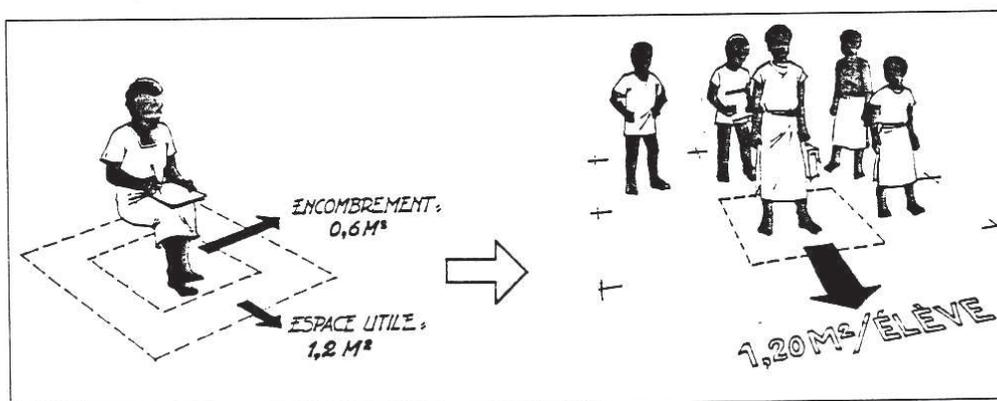
Cette moyenne tolère certains écarts. En aucuns cas, cependant, l'encombrement ne sera inférieur à  $1\text{ m}^2$  par élève ; de même, on évitera de dépasser le seuil supérieur de  $1,5\text{ m}^2$  par élève.

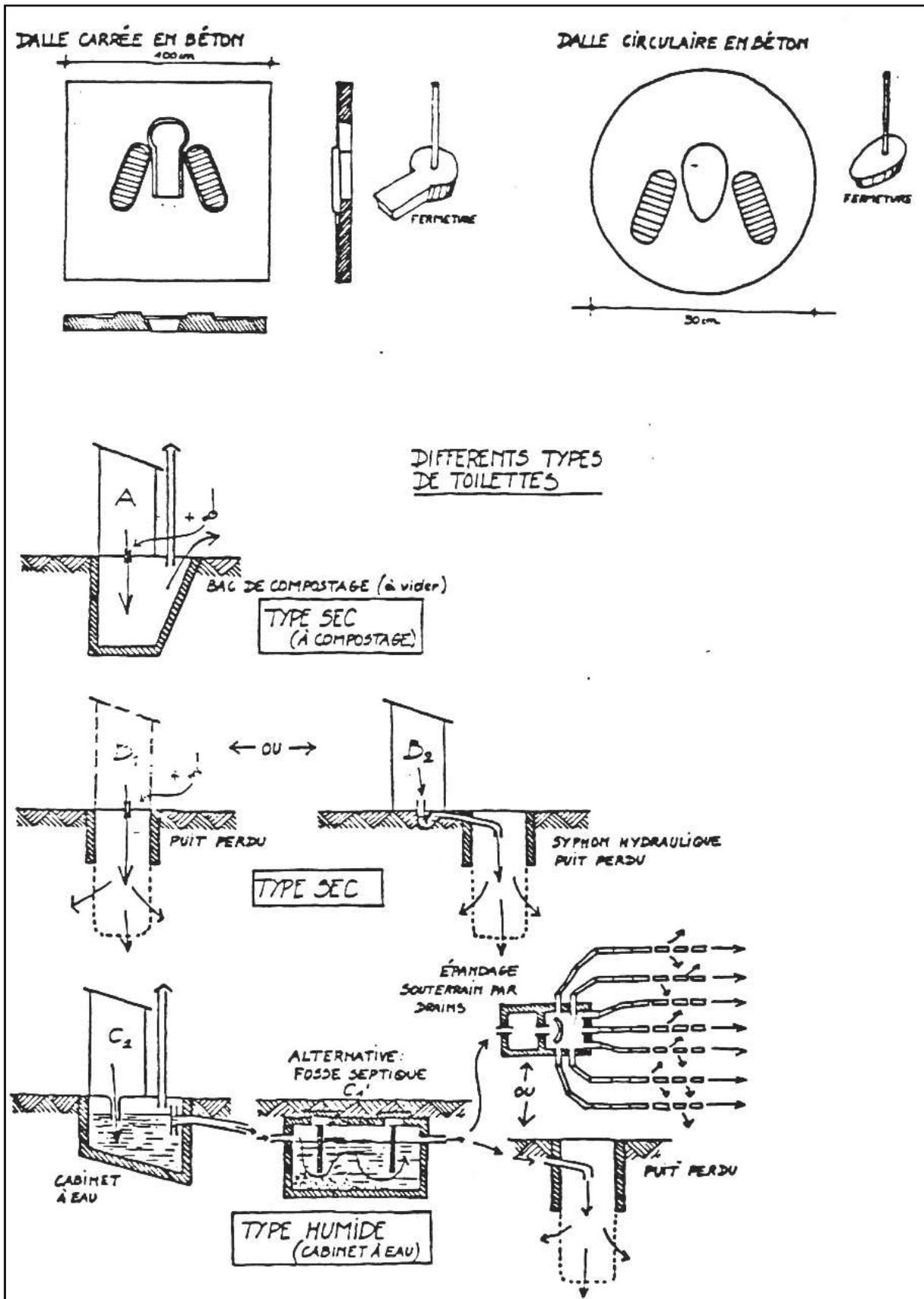
Les salles de classe, qui abritent un maximum de 70 élèves, doivent avoir un minimum de  $54\text{ m}^2$  en milieu rural (par exemple,  $6\text{ m} \times 9\text{ m}$ ), et de  $63\text{ m}^2$  en milieu urbain (par exemple,  $7\text{ m} \times 9\text{ m}$ ).

Aucune nouvelle salle de classe ne sera plus longue de 10 m ou plus large de 9 m pour des raisons de lisibilité et de contact avec le tableau noir.

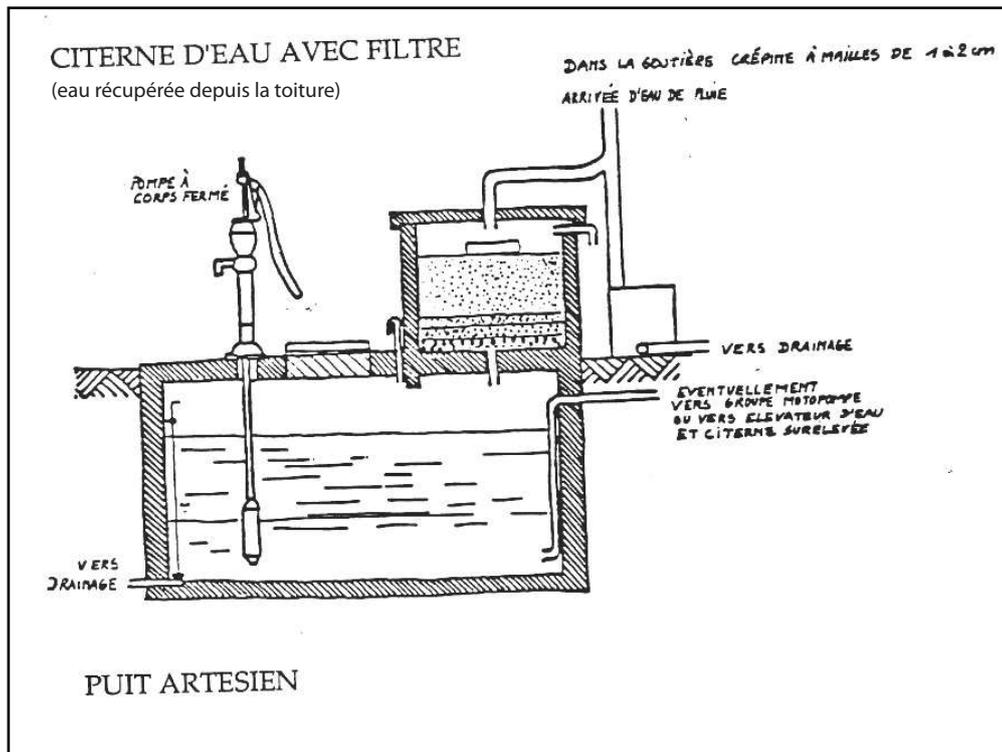
Forme :

On donnera à la salle de classe la forme la plus proche possible du carré ; le rapport entre les côtés n'excédera en aucun cas 1:1,5.

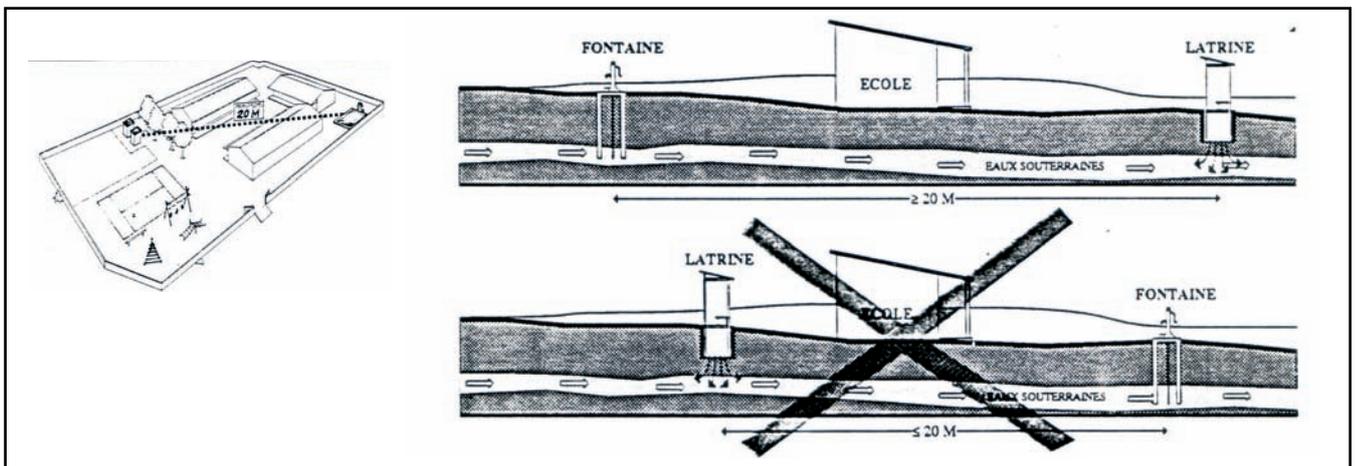




## alimentation en eau



## les sanitaires



Chaque école doit disposer d'une installation sanitaire, qui doit être située à une distance convenable des salles de classe, dans un endroit discret mais cependant facile à surveiller.

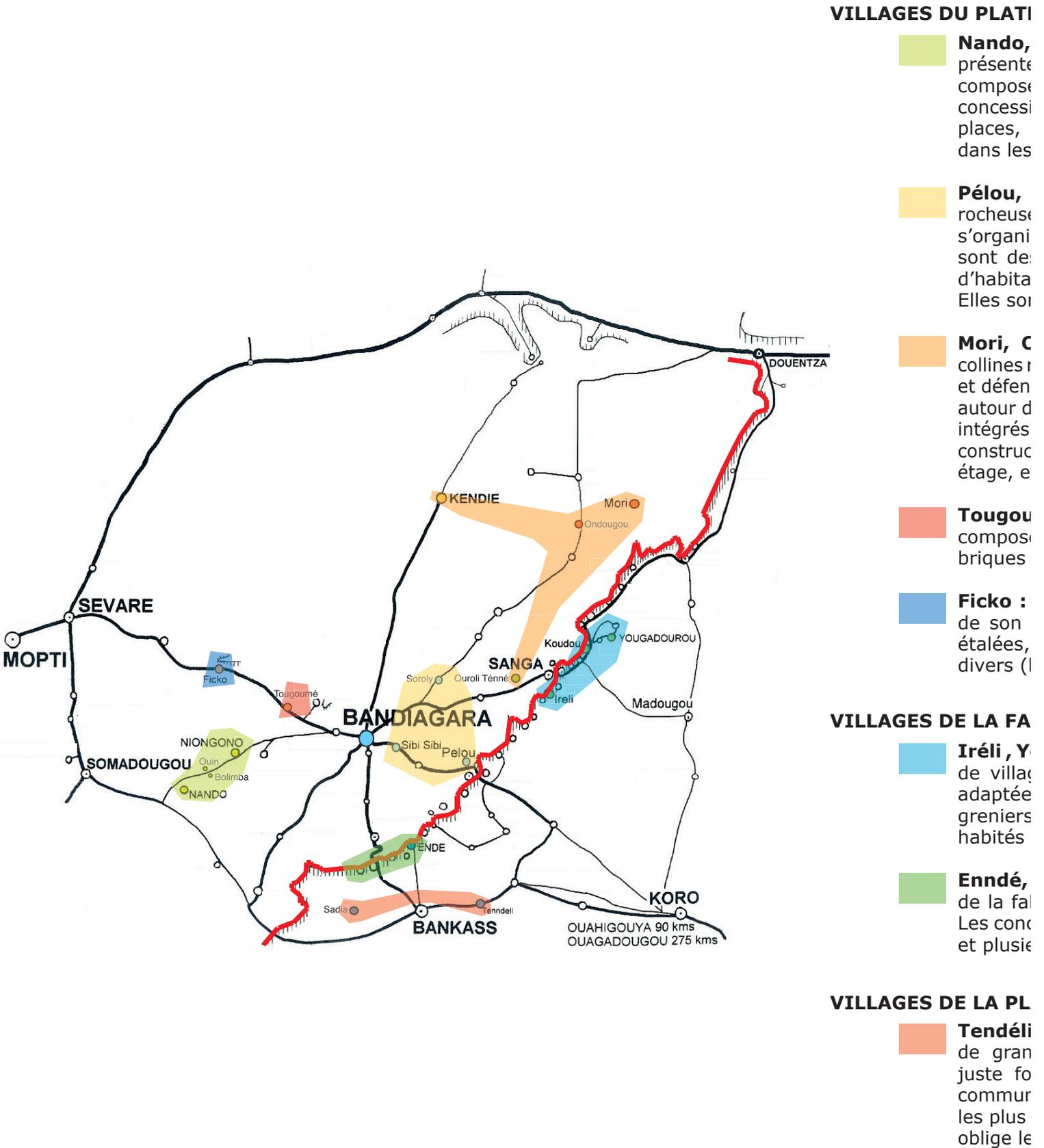
Excepté pour certains sites en milieu urbain, qui seront branchés directement sur le réseau d'égouts, les installations sanitaires de l'école seront constituées de latrines, construites dos à dos sur une fosse sèche.

Il faudra prévoir au minimum une latrine par groupe de 50 élèves ; dans le même bloc, une latrine supplémentaire sera réservée pour le personnel enseignant.

Si le terrain de l'école comporte un point d'eau (puit, pompe,...), on veillera à ce que la distance entre les latrines et le point d'eau soit d'au moins 20 m. De plus, on s'assurera que le point d'eau est situé en amont des latrines par rapport au courant des eaux souterraines.

# Inventaire des pratiques courantes en matière de construction

## 1- Zones couvertes



## EAU

**Niongono, Ouin, Bolimba** : Sur des collines rocheuses, ces villages ont une architecture défensive, compacte, complexe, à étages, faite de pièces circulaires, avec des greniers-tours intégrés. Une concession correspond à un bâtiment. Du coup, les espaces publics, rues, sont aménagés pour les activités qui se déroulent habituellement dans les cours. Les murs sont en pierres maçonnées à la terre.

**Sibi-sibi, Soroly** : Dans ces villages implantés sur des collines rocheuses, les concessions sont composées de multiples petites boîtes qui sont situées autour d'une cour, pièce principale de la maison. Ces boîtes contiennent des greniers en terre façonnée couverts de paille et des bâtiments servant de cuisine ou des cuisines simples à un niveau de une ou deux pièces. Elles sont reliées par une clôture en pierre qui ferme la cour.

**Ondougou, Ningari, Ouroli-ténné, Kendié, Ogolda** : Sur des collines rocheuses, ces villages présentent une architecture compacte, complexe et défensive, composée de boîtes rectangulaires. Les concessions s'organisent autour d'une cour très fermée par des bâtiments à deux niveaux, aux greniers situés à l'étage, avec des bouches d'aération et des cheminées. Ces concessions sont constituées de hauts soubassements en pierre, parfois d'un étage d'une élévation en briques de banco.

**Yimé** : Le village est étendu sur un terrain plat. Les concessions sont constituées de grands bâtiments d'habitation complexes à deux niveaux en banco, et de grands greniers.

Ce village récemment constitué est descendu au bord de la route rocher où reste l'ancien village abandonné. Les concessions sont constituées de peu de clôtures. Les bâtiments sont simples, de matériaux locaux (latérite, banco, pierre, ciment...).

## LAISE

**Yougou-dougourou, Youga-Piri, Koundou-guina, Banani** : Il s'agit de villages situés dans la falaise encore habités. Les concessions sont petites, situées à la pente et aux rochers, composées de bâtiments simples et de greniers indépendants. Les greniers et habitats Tellems sont aujourd'hui encore utilisés et adaptés par les Dogons.

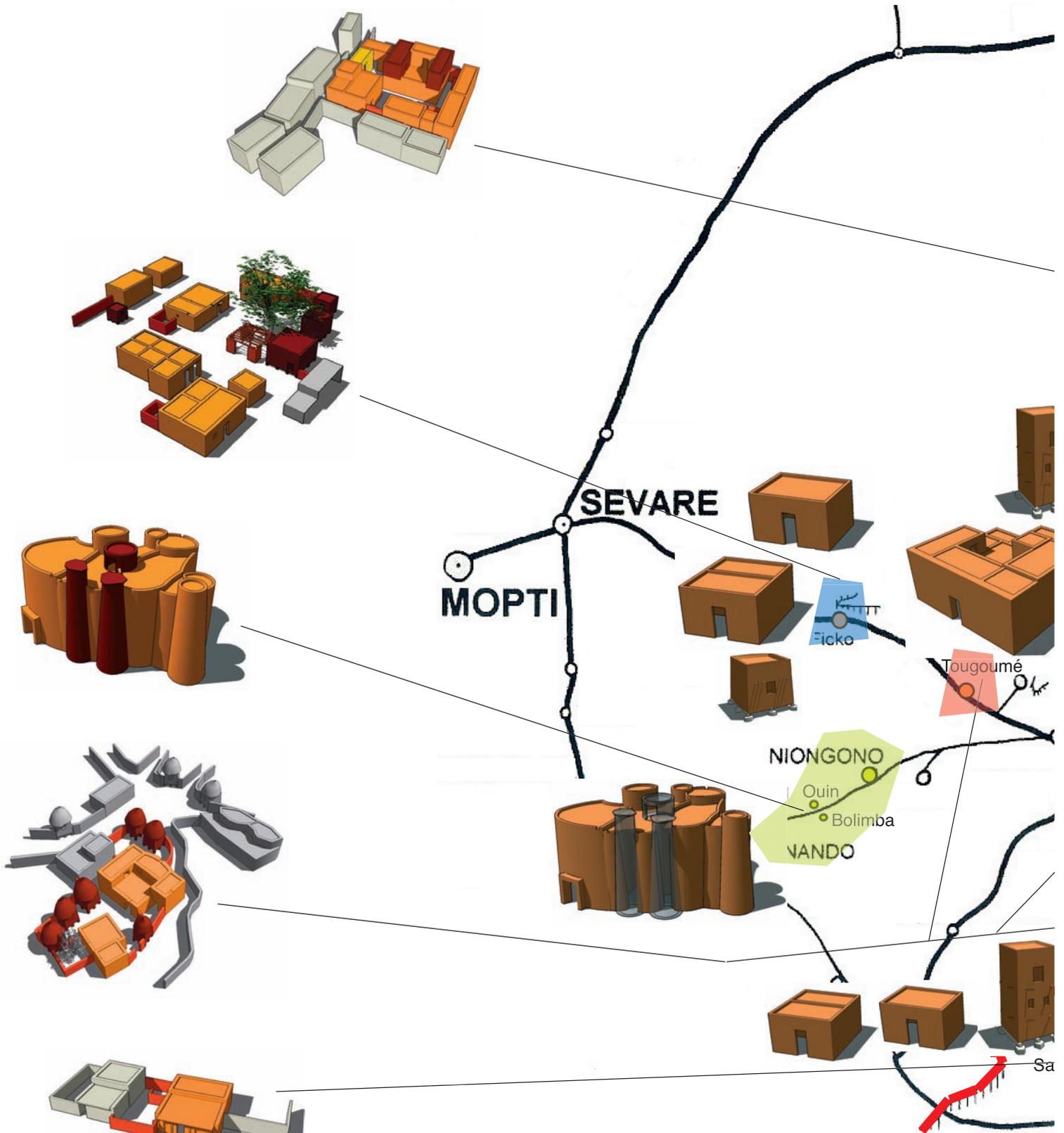
**Kani-bonzon, Kani-kombolé, Téli** : Ces villages sont descendus de la falaise à la fin de la période d'insécurité afin d'être plus accessibles. Les concessions sont plus vastes que dans la falaise avec de grands greniers et de nombreux bâtiments d'habitation simples.

## AINE

**Yimé, Sadia, Dimbal** : Les concessions sont étalées et composées de nombreux greniers et de bâtiments d'habitation simples, ou elles sont fermées par un bâtiment d'habitation simple et les greniers sont situés à l'extérieur. Toutes les constructions sont en banco. Le toit des maisons anciennes était soutenu par des poteaux en bois. La pénurie de bois a conduit à l'utilisation de nouveaux murs de banco à être porteurs.



2- Synthèse des typologies de bâtiments et de concessions par zone

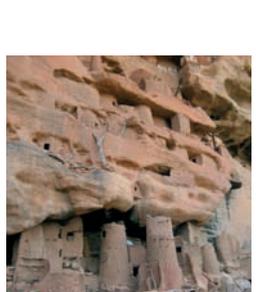
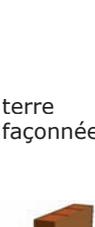
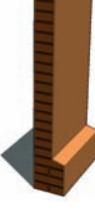
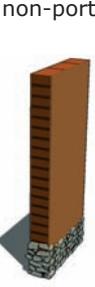
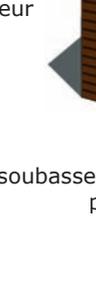
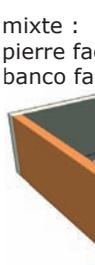


types de concession

types de grenier et habitation



## 4- Synthèse des systèmes constructifs

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">banquettes</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">clôtures</p>	<p>aménagements extérieurs</p>      	<p>soubassement</p> <p>couverture</p> <p>soubassement et couverture</p> <p>paroi verticale</p> <p>abri</p>	<p>rocher naturel</p>       	<p>soubassements</p> <p>pierres</p>  <p>rondins de bois</p>  <p>pilotis "Y"</p>  <p>étais "Y"</p>  <p>lit de pierres</p>  <p>soubassement banco</p> 	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">pilotis</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">soubassements pleins</p>	<p>murs</p> <p>2 types de briques : façonnées à la main</p>   <p>moulées</p>   <p>terre façonnée</p>  <p>soubassement briques de banco</p>  <p>non-porteur</p>  <p>soubassement pierre</p>  <p>mixte : pierre faces exposées banco faces protégées</p>  <p>soubassement haut en pierre</p>  <p>terre maçonnerie à la terre</p>  <p>terre maçonnerie à la terre</p> 	<p>simples</p> <p>travaillées</p> <p>serrures</p> <p>gonds</p> <p>protections</p> <p>pré-porte</p> <p>habitation</p>    <p>sculptée</p>  <p>trou et c dans le r</p>  <p>tout en b</p>  <p>contrefort</p>  <p>auvents b</p>  <p>maçonnerie découpée</p> 

portes	charpentes	toitures	gouttières	cheminées
<p>ns greniers</p> 	<p>poutres, poutrelles, petits bois ou perchettes, parfois feuilles</p> 	<p>puits de lumière</p> 	<p>bois</p> 	<p>foyer</p> 
<p>éléments de charpente d'un toit plat</p> 	<p>souvent bois fumés à cause du feu : bonne protection contre les termites</p> 	<p>toit en paille</p> 	<p>tôle</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 
<p>lenche mur</p> 	<p>planche de répartition sous les poutres</p> 	<p>pierres en protection du banco</p> 	<p>terre cuite</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 
<p>bois</p> 	<p>poteaux</p> 	<p>bois en biais</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 
<p>bois maçonnés</p> 	<p>bois dans les greniers</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 
<p>bois, banco, tôle</p> 	<p>planchers (poutres, perchettes)</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 
<p>erie pré-e et pré-linteau</p> 	<p>planchers (poutres, perchettes)</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>bois droits</p> 	<p>ouvertures de ventilation</p> 



# Bibliographie - sources des images

## Références bibliographiques

Documents concernant la construction des écoles :

guide des normes pour les salles de classe de l'enseignement fondamentale  
ministère de l'éducation nationale, bureau des projets éducatifs, septembre 1989

manuel de construction pour les salles de classe de l'enseignement fondamentale  
ministère de l'éducation nationale, bureau des projets éducatifs, septembre 1989

Construction Guidelines for primary Schools in Uganda  
Papsca primary education rehabilitation project, Ministry of education - PIU - Kampala in collaboration with A/S (Ltd) KOOPERATIVE ARKITEKTER MAA - COPENHAGEN, May 1991

Cortilla de autoconstrucción para escuelas rurales  
Centro regional de construcciones escolares para América Latina y la región del Caribe, août 1978

Conception des écoles secondaires selon les normes de confort  
matériels didactiques en planification et administration de l'éducation et constructions scolaires, Division des politiques et de la planification de l'éducation - UNESCO, 1984

Normes et standards des constructions scolaires  
matériels didactiques en planification et administration de l'éducation et constructions scolaires, Division des politiques et de la planification de l'éducation - UNESCO, 1986

Documents concernant la construction en terre :

Traité de construction en terre  
H. Houben et H. Guillaud, CRATerre, éd. Parenthèses, 2006

Documents concernant le Pays Dogon :

L'Architecture dogon, construire en terre au Mali  
Wolfgang LAUBER, éd. Adam Biro, Paris, 1998

De Evolutie van een West-Afrikaanse vernaculaire Architectuur  
Wolf H.M. SCHIJNS, 2005

Modes d'habiter, cultures constructives et habitat de demain au Pays Dogon  
Basile Cloquet et Mathilde Chamodot, mémoire de DSA, ENSAG 2008

Le Pays Dogon, Entre tradition, change et danger  
Peeyush SEKHSARIA, CEA 00096, ENSAG 2004

## Sources des images

P. 12 photo-panorama de Niongono : CRATerre  
P. 17 photos école de Sanga : CRATerre  
P. 18 photo Youga Na : MCB  
P. 19 photos écoles de Djiguibombo et Téli : CRATerre, photo Koundou : Laure Cornet  
P. 20 photo de l'école de Sibi-Sibi : MCB  
P. 21 photos écoles Yendouma Ato et Tekrou : MCB  
P. 22 photos école de Sanga : CRATerre  
P. 23 photo école de Begnemato : MCB  
P. 24 musée de Enndé : photo véranda, dessins plans et coupe : W. Lauber  
P. 25 musée de Soroly : photos, dessin façade : MCB  
P. 27 photo ciment : MCB, photo pierre : L. Cornet  
P. 34 photo d'une cheminée à Niongono : MCB  
P. 35 photo école Yendouma Ato : MCB  
P. 39 photo de l'école de ??? : Laure Cornet  
P. 42-43 photo pierre taillée irrégulière, ciment : MCB  
P. 62 dessin mur pierre en plan : Peeyush Sekhsaria  
P. 63 photos mur en pierre : CRATerre

P. 64 dessins appareillages briques : Traité de construction en terre, H. Houben et H. Guillaud, CRATerre, éd. Parenthèses, 2006

P. 66 première photo de charpente : CRATerre  
P. 68 photo haut de mur en terre : CRATerre  
P. 69 photo de l'école de Tekrou : MCB

P. 72-77 normes : guide des normes pour les salles de classe de l'enseignement fondamentale  
ministère de l'éducation nationale, bureau des projets éducatifs, septembre 1989

P. 78-83 fiches : Modes d'habiter, cultures constructives et habitat de demain au Pays Dogon  
Basile Cloquet et Mathilde Chamodot, mémoire de DSA, ENSAG 2008

Les autres images sont de Mathilde Chamodot et Basile Cloquet





## Recommandations pour la construction d'écoles en Pays dogon

Ce guide a pour ambition de contribuer à l'amélioration de la qualité technique et architecturale des écoles en Pays dogon et à leur meilleure intégration dans le paysage culturel des « Falaises de Bandiagara » classé Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Il est conçu comme une aide à la décision (maîtrise d'œuvre et d'ouvrage, porteurs de projets et acteurs locaux) afin de préserver ce patrimoine unique, tout en favorisant l'accès à l'éducation pour tous (deuxième Objectif du Millénaire pour le Développement).

A l'origine de ce travail, une préoccupation forte et un constat : « l'altération de l'environnement architectural causée par les constructions anarchiques, perçues comme des corps étrangers et qui gâchent l'harmonie du paysage ».

Ce diagnostic établi en 2005 par les parties prenantes au cours de l'élaboration du Plan de Conservation et de Gestion du Site des Falaises de Bandiagara a conduit à préconiser le renforcement du contrôle de la qualité des constructions nouvelles avec :

- La mise en place d'un groupe de travail avec le Ministère chargé de l'Urbanisme et l'Ordre des Architectes du Mali
- Le développement de propositions et de normes architecturales types pour les petits équipements collectifs (en fonction des aires culturelles et géographiques, plateau, plaine,...)
- La définition d'un mécanisme permettant le contrôle de la qualité architecturale des bâtiments à usage public (autorisation préalable ou permis de construire)
- L'établissement d'une réglementation d'urbanisme visant à protéger les villages anciens et de façon plus large à protéger la qualité paysagère du site classé
- La sensibilisation et l'information des responsables locaux, notamment au niveau des Mairies

Ce guide a été réalisé en réponse à ces préoccupations et suggestions. Il comprend donc des recommandations pour la construction et/ou la rénovation des écoles existantes, depuis le choix du site jusqu'aux aspects architecturaux et techniques, et propose aussi quelques dispositions constructives importantes. Au-delà, il propose une démarche "située", permettant une adaptation aux contextes particuliers, à partir d'une méthode de "diagnostic village" et d'une grille d'évaluation prenant en compte 3 contextes principaux: plateau, falaise, et plaine.

Ce document est le résultat d'un travail collectif des parties prenantes et acteurs du pays dogon, facilité et coordonné par la Mission Culturelle de Bandiagara. Il a été transmis aux plus grandes instances, locales et nationales, qui ont pu faire part de leurs observations, puis participer à l'atelier national de validation organisé à Bandiagara le 25 juillet 2009 qui a donc réuni : les Directions Nationales et Régionales de l'Urbanisme, de l'Education Nationale et de la Culture, les Ordres des architectes, des urbanistes, et des géomètres, des entrepreneurs et techniciens du bâtiment locaux, et enfin des représentants des collectivités territoriales et de la décentralisation (Maires, Conseils de Cercle et Conseillers Municipaux, ANICT...).

Bien que ce document ne porte que sur un type de bâtiment particulier, les écoles, l'approche, les informations et conseils qu'il contient peuvent être utilisés pour la conception d'autres types d'infrastructures bâties sur le site classé, et dans d'autres contextes similaires.

L'ensemble des contributeurs remercie le CAP de Bandiagara et la Commission Européenne, et en particulier sa Délégation à Bamako pour le soutien essentiel qu'ils ont apporté à cette initiative.