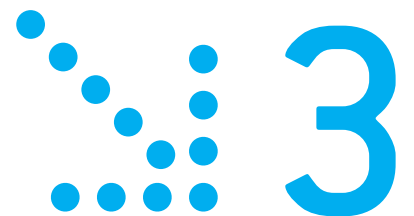


République Démocratique du Congo
PROJET D'APPUI AU REDRESSEMENT DU SECTEUR DE L'ÉDUCATION
(PARSE)

Stratégie nationale pour la réhabilitation et la construction des écoles de
qualité au moindre coût



Normes architecturales Normes techniques Coûts et Impacts

Décembre 2010



SOMMAIRE GÉNÉRAL

Résumé exécutif	5
Préface	9
I. NORMES ARCHITECTURALES	11
Introduction	13
Sommaire	15
I.1. Composition d'une école primaire	17
I.2. Le terrain d'implantation	19
I.3. Conception architecturale	23
II. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES	39
Sommaire	41
IV.1. Prescriptions techniques communes à tous les lots	43
IV.2. Démolitions	45
IV.3. Terrassements généraux pour les ouvrages - fondations	47
IV.4. Béton non armé et armé	49
IV.5. Maçonneries	53
IV.6. Poteaux	61
IV.7. Toiture	63
IV.8. Descente des eaux pluviales	65
IV.9. Faux-plafond	67
IV.10. Pavement et chape	69
IV.11. Revêtements muraux	71
IV.12. Menuiseries	73
IV.13. Vitrerie	75
IV.14. Egouttage	77
IV.15. Electricité	79
IV.16. Assainissement et sanitaire	81
IV.17. Peinture	83
IV.18. Nettoyage du chantier	85
Glossaire	87
III. TYPOLOGIES CONSTRUCTIVES, COÛTS ET IMPACTS	89
Sommaire	91
Avertissements	93
III.1. Secteurs 1 et 2	95
III.2. Secteurs 3 et 4	157
III.3. Options non retenues	215
IV. CONCLUSION - RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	
Analyse comparative des approches constructives (alternatives et conventionnelles)	309
Sommaire	311
IV.1. Comparatifs des typologies constructives entre elles	313
IV.2. Adéquation typologies / zones géographiques	315
IV.3. Conclusions - Recommandations générales	321
IV.4. Niveau de subvention nécessaire par salle de classe	325



Résumé exécutif

Afin de répondre au challenge de l'amélioration en matière d'accès à l'éducation, et plus particulièrement à l'enseignement au niveau primaire, le gouvernement de la République Démocratique du Congo (RDC) doit faire un effort considérable dans le domaine de la construction d'infrastructures scolaires dans les décennies à venir.

Pour répondre à ce challenge, les typologies constructives qui serviront de base à la conception de ces infrastructures doivent répondre à différents critères :

1. Elles doivent être valorisantes pour la communauté et répondre à ses critères sociaux et culturels (simples mais élégantes, attractives...).
2. Elles doivent être adaptées à la fonction des bâtiments (qualité, espaces, confort, sécurité...).
3. Elles doivent disposer des services minimums qui permettront leur utilisation dans de bonnes conditions (hygiène, intimité, sécurité...).
4. Elles doivent avoir une durée de vie minimale de 30 ans et permettre un entretien adapté à la capacité des acteurs locaux.
5. Dans des contextes géographiques donnés, elles doivent avoir un comportement correct face aux aléas existants (séismes, inondations, vents, sols gonflants...).
6. Elles doivent être adaptées aux capacités techniques des différents acteurs qui seront impliqués dans ce vaste chantier (entreprises nationales, régionales, locales, tacherons...).
7. Elles doivent être adaptés aux contraintes et spécificités des différents bailleurs de fonds qui aideront le gouvernement de la République Démocratique du Congo à mettre en place ce programme (délais, montant des financements disponibles, politique spécifique de mises en œuvre...).
8. Elles doivent permettre leur mise en œuvre sous différents modes opératoires (approche entreprise, approche communautaire, approche mixte entreprise/communautaire...).
9. Elles doivent permettre le meilleur usage de l'ensemble des ressources locales disponibles dans chacun des sites où elles seront mises en œuvre.

En marge des typologies, leur mise en œuvre peut également entraîner un impact important dans le développement socio-économique des populations

locales en participant notamment :

1. A la création d'emplois locaux.
2. Au renforcement des compétences locales (à tous les niveaux des filières impliquées).
3. A la diffusion de bonnes pratiques qui pourraient avoir une application dans le domaine de l'amélioration de l'habitat.
4. Au renforcement (ou développement) de filières de production et de construction existantes ou innovantes, et pertinentes pour les différentes provinces de la RDC.
5. Au renforcement des sociétés civiles et à l'amélioration de la cohésion sociale qui peut se mobiliser autour d'un projet commun.

Pour répondre à ces différents challenges, l'étude a choisi de privilégier les critères suivants :

1. Des solutions techniques qui permettent d'envisager la mise en œuvre de programmes de construction sous les approches classique, communautaire ou mixte.
2. Des choix techniques et architecturaux qui sont plus adaptés aux savoirs disponibles dans le secteur formel des métiers du bâtiment, et d'autres plus adaptés aux savoirs disponibles dans le secteur informel des métiers du bâtiment.
3. Des propositions de typologies constructives simples, et qui permettent plusieurs variantes de réalisation des différents éléments constructifs les composant, le choix se faisant en fonction des ressources effectivement disponibles sur chacun des sites de construction envisagé.
4. Des services et prestations qui peuvent varier, sans toutefois être préjudiciables à la qualité et à la durée de vie des options proposées, mais qui peuvent permettre d'adapter les montants des subventions allouées aux communautés locales aux capacités effectives des bailleurs de fonds qui investiront dans ce programme.
5. Des solutions spécifiquement recommandées pour certaines zones particulièrement exposées à certains types d'aléas.

Les principaux résultats de l'étude sont :

1. Une suggestion de révision des documents normatifs (normes architecturales et prescriptions techniques générales) régissant la construction des infrastructures scolaires en RDC, ceci afin de

permettre plus de souplesse quant aux choix des matériaux, techniques, et concepts applicables pour ce type de construction. Les propositions de révision de ces deux documents sont disponibles dans le présent rapport.

Ce travail est basé sur les éléments contenus dans le texte de 2007 et qui ont fait l'objet d'une réflexion et d'une analyse comparative, notamment en prenant comme référence les documents produits par l'UNESCO à ce sujet. De nouvelles suggestions ont été faites et validées par une large représentation nationale (Comité technique du PARSE). Les infrastructures conformes à ces normes de qualité minimales qui font l'objet du présent document contribueront non seulement aux besoins quantitatifs, mais aussi à l'instauration d'un environnement scolaire plus rassurant et plus agréable, prenant également en compte les contraintes à la fois nationales et locales, et inversement, mettant en valeur les ressources disponibles localement (matériaux, savoir-faire).

En ce qui concerne les normes techniques, l'existant a été complété de façon à élargir la palette des matériaux et solutions techniques possibles, notamment en vue de l'utilisation rationnelle, mais aussi raisonnée des matériaux locaux, en fournissant, pour chacun d'eux les spécifications minimales auxquelles ils devraient répondre.

2. Des variantes typologiques de base que les maîtres d'œuvre pourront utiliser pour la définition des projets situés dans des contextes particuliers. Outre le choix typologique qui sera fait en fonction des spécificités du territoire et de son environnement géophysique, les projets pourront être adaptés en fonction des spécificités du terrain (bâti existant, végétation, dimensions, forme, pentes,...), du site (urbain, rural, enclavé ou non...) et des matériaux effectivement disponibles à moindre coût à proximité.

Sur vingt modèles typologiques étudiés, six s'avèrent être plus pertinents dans le contexte de la RDC (disponibilité des savoirs et des matières premières, intérêt par rapport aux objectifs de l'étude). Ces modèles, s'ils ne représentent qu'une partie des approches envisageables, sont les plus communément rencontrés et donc les plus «simples» et les plus réalistes à utiliser dans le cadre d'un programme de l'ampleur de celui étudié.

Les modèles de construction en matériaux préfabriqués et de construction à étages sont parmi les modèles étudiés mais non retenus. Ils peuvent être pertinents en zone urbaine où la pression foncière est forte, mais leur coût devient rapidement prohibitif dès que des transports sont nécessaires pour acheminer matériaux et équipement sur site. Ils ne laissent aussi que peu d'espace à une réelle participation communautaire. Enfin, pour ce qui est des constructions à étage en zone sismique, ce qui est le cas de beaucoup de villes de la RDC (frange Est), ils ne pourraient convenir qu'au prix de renforcement spécifique dont le coût ne semble pas être adapté aux termes de référence fixés pour cette étude.

Les six modèles considérés les plus pertinents, garantissent une qualité de résultat identique, un même niveau de confort et une durée de vie similaire (qui répond aux termes de référence initiaux de l'étude : 30 ans au minimum), et ce bien sûr, s'ils sont réalisés dans les règles de l'art. Deux grandes familles structurelles ont été retenues. Des systèmes constructifs à murs porteurs (adaptés à des modes de mises en œuvre par entreprises ou par les communautés) et des systèmes constructifs à structures porteuses et murs de remplissages (qui peuvent plus facilement permettre d'envisager des mises en œuvre avec des approches mixtes entreprises / communautés). Les matériaux de base composant ces six modèles sont aussi à répartir en deux grandes familles. Des matériaux plus facilement adaptés au secteur formel de la construction et donc à une application en milieu urbain ou semi urbain, et des matériaux plus adaptés ou mieux connus par les artisans du secteur informel et donc à une application en milieu semi urbain enclavé ou rural.

Chacun des modèles proposés peut être décliné de différentes façons, les éléments qui les composent pouvant être réalisés en tirant le meilleur bénéfice des matériaux et savoir-faire locaux existants sur ou proche du lieu où la construction sera édifiée (cf. rapport 2, correspondance entre intrants et éléments constructifs). Chaque cas devra donc être étudié de façon plus détaillée, en fonction des spécificités de la demande, du lieu de mise en œuvre et de ses caractéristiques géophysiques, des ressources humaines impliquées (savoir, savoir-faire, organisation, encadrement).

Les trois modèles qui font le meilleur usage des matériaux locaux (T01, T03 et T06) sont aussi les solutions les plus économiques, ceci tous secteurs d'application confondus. Leur usage reste toutefois plus probable en zone rurale, ceci en lien avec les aspects relatifs à leur acceptation sociale et culturelle. Il est cependant recommandé de laisser ces options possibles pour tous les secteurs, ces solutions architecturales étant les plus à même de répondre aux objectifs de l'étude (économie, qualité, durée de vie).

Les systèmes constructifs à murs porteurs sont moins coûteux que les systèmes constructifs à ossature porteuse. Par contre, il est difficile de les mettre en œuvre en panachant approche classique et approche communautaire. L'avancement des tâches confiées à l'entreprise est ici trop tributaire des contributions attendues de la part des communautés. Ce choix sera donc privilégié pour des modes de mise en œuvre, soit exclusivement pris en charge par les entreprises, soit exclusivement pris en charge par les communautés. Dans ce dernier cas il faudra anticiper des délais de réalisation bien supérieurs à ceux obtenus via les approches classiques.

Les systèmes constructifs à ossature porteuse (poteaux) et murs de remplissage permettent de pouvoir dissocier la réalisation des éléments constructifs des bâtiments et présentent donc l'intérêt de séparer la partie qui peut être confiée à l'entreprise de celle confiée à la communauté, en combinant ainsi approche classique et approche communautaire. La partie structure (fondations/soubassements, poteaux, toiture) peut être confiée aux entreprises selon une approche classique (appel d'offre). La partie remplissage des murs et finitions peut être confiée aux communautés. Cela permet d'envisager l'atteinte des résultats escomptés, des points de vue quantitatifs (respect des délais pour les travaux confiés aux entreprises, réduction des coûts) et qualitatifs (qualité de la structure, appropriation par la population).

Dans les zones d'intervention soumises aux risques d'aléas exceptionnels, les préconisations suivantes sont faites :

- En zone inondable, et si on ne peut choisir de site alternatif présentant moins de risque, on préférera

les modèles T-02, T-06, T-07 et T-12.

- En présence de sols gonflants, on préférera les modèles T-06 et T-07, et il est recommandé ne pas construire des blocs de plus de 2 classes.
- En présence de risque sismique, seul le modèle T-06 avec remplissage en torchis ou en planches présente un risque quasiment nul. Toutefois les autres modèles à ossature présentent les meilleures capacités de résistance et surtout de limiter le risque d'effondrement. Si les modèles à maçonnerie porteuse sont choisis dans ces zones, ils devront faire l'objet de renforcement spécifique et dans tous les cas, les blocs construits ne devront pas excéder 2 classes attenantes.

Pour la bonne compréhension par tous les acteurs, puis de la mise en œuvre de nouvelles solutions techniques en respect des règles de l'art, il est suggéré de procéder à :

1. la construction de prototypes dans les différentes régions ou groupements de régions,
2. la préparation des outils de références,
3. la conception de guides techniques,
4. la réalisation de manuels d'opération (pour la Maîtrise d'Ouvrage et Maîtrise d'Œuvre),
5. la mise en place de formations adéquates aux différents niveaux nécessaires (voir la stratégie proposée dans le rapport 4).

Enfin, le montant total devant être alloué par école (éventuellement sous forme de subvention) varie en fonction de plusieurs facteurs :

1. Le coût des matières premières et de la main d'œuvre dans le secteur étudié.
2. Le type de modèle architectural mis en œuvre.
3. Le type de services accompagnant la construction des salles de classes (bureau, sanitaires, clôture, traitement des abords, mâts, accès à l'eau, etc).
4. Le mode opératoire de mise en œuvre (classique, communautaire).

Le facteur 1 découle de la situation d'enclavement de certaines zones du pays. La seule variable sur laquelle il est possible d'influer, dans la recherche d'un investissement minimal pour des réalisations de qualité, est le choix d'une typologie architecturale adaptée aux territoires concernés.

Le facteur 2 est le résultat d'une combinaison d'éléments quantitatifs (faisabilité technique, durée de vie...) et qualitatifs (acceptation sociale, confort...). Les différents modèles proposés répondent aux mêmes critères quantitatifs. Par contre, certains modèles pourraient être trop connotés « rural » pour une application en milieu urbain.

Le facteur 3 a une grande influence sur le montant de la subvention à accorder. Un complexe scolaire ne peut pas être complet sans un minimum de services appropriés, tel que bureau, sanitaires, eau pour les besoins d'hygiène, clôture dans certains contextes, etc. Mais cela dépend beaucoup des besoins réels qui doivent donc être vérifiés, de « l'acceptabilité » des services proposées dans chaque contexte étudié, et aussi de ce qui existe déjà à proximité ou de ce qui est réutilisable sur place.

Enfin le facteur 4 est lié aux types de communautés qui seront impliquées dans les différents projets. En milieu urbain, les approches communautaires semblent plus difficiles à mettre en place qu'en milieu rural.

En milieu rural, il sera essentiel de prendre en compte les limites des capacités des populations bénéficiaires, ce qui implique des réalisations en saisons favorables et, pour des programmes importants (6 classes + 1 bureau), des délais de réalisations qui pourront s'étaler sur plusieurs années (d'où l'intérêt des structures parapluies qui peuvent être réalisées par des entreprises, puis terminées par les populations, à leur rythme).

Il est enfin à noter que, si les approches communautaires permettent une réduction effective de la participation financière de l'état directement affectée à la réalisation de la construction, leur succès dépend de la qualité de l'implication de la communauté et donc de sa compréhension du projet. Le travail de responsabilisation, d'animation et d'accompagnement de ces communautés peut s'avérer être très important. Il ne faudra donc pas négliger le fait que le coût de la maîtrise d'ouvrage nécessaire à la mise en place de ce type d'approche est sensiblement supérieur à celui nécessaire pour la mise en place d'une approche conventionnelle. Il serait donc tout à fait pertinent que le gouvernement, afin de réduire ce coût, puisse s'appuyer sur les agences de MOD qui sont déjà actives au sein des communautés ciblées et qui trouveraient dans la mise en place d'un volet construction d'infrastructures scolaires, un moyen supplémentaire d'atteindre ses objectifs spécifiques.



Préface

En réponse au déficit important en matière d'accès à l'éducation et plus particulièrement à l'enseignement au niveau primaire, le gouvernement de la République Démocratique du Congo (RDC) a décidé de placer ce secteur dans ses priorités.

Pour cela, avec le soutien de l'Association Internationale de Développement (IDA), le Gouvernement a mis en place, en appui au Ministère de l'Éducation Primaire, Secondaire et Professionnelle (MEPSP), le Projet d'Appui au Redressement du Secteur de l'Éducation (PARSE) dont l'objectif principal est d'améliorer la performance du système éducatif et de créer des conditions favorables pour un développement durable du secteur.

Les coûts unitaires de construction en RDC sont très élevés par rapport aux coûts généralement observés en Afrique¹, du fait du maintien de normes coûteuses et de techniques sophistiquées, et d'un mode d'organisation pour la mise en œuvre peu économique.

De ce fait, le PARSE a entre autres objectifs de développer des normes architecturales et techniques plus adaptées, des modes opératoires plus efficaces, le tout placé dans le cadre d'une stratégie nationale devant permettre d'atteindre l'objectif du millénaire de l'éducation de base pour tous à l'horizon 2020.

Les infrastructures viables et conformes aux normes de qualité minimales doivent contribuer à l'instauration d'un environnement scolaire plus rassurant et plus agréable. Par ailleurs une approche méthodologique bien réfléchie et adaptée aux ressources locales (utilisation des matériaux locaux, implication des parents et des communautés locales, contraintes logistiques, maintenance, etc.) sera adoptée pour assurer la durabilité de l'action.

Dans ce cadre et cette perspective, et pour l'aider à définir sa stratégie, le PARSE a fait appel à un Bureau d'étude pour l'assister dans l'élaboration de normes et standards des constructions et de réhabilitation des écoles ainsi que de leurs modes opératoires en privilégiant l'approche « bonne qualité et à moindre coût ». Suite à l'appel d'offre international lancé, c'est le consortium CRAterre-Urbaplan qui a été sélectionné. Le travail a été réalisé en 6 mois, de mi-juin à mi-décembre 2010, en se basant sur les expériences passées, nationales et en Afrique, en récoltant des données auprès de professionnels du bâtiment de la RDC, et en concertation avec les responsables du PARSE et de son comité technique.

Les résultats de ce travail sont présentés en 4 rapports complémentaires :

- Rapport 1. Revues des expériences passées et en cours
- Rapport 2. Ressources disponibles
- [Rapport 3. Normes architecturales et techniques, coûts et impacts](#)
- Rapport 4. Modalités de mise en œuvre

Le présent rapport, N° 3, intitulé « Normes architecturales et techniques, coûts et impacts » présente les résultats de l'étude technique menée en vue notamment de minimiser au maximum les coûts de construction en mettant au mieux en valeur les ressources humaines et matérielles locales, en prenant au mieux en compte les conditions d'accès, tout en permettant d'obtenir des espaces éducatifs de qualité et adaptés aux spécificités locales.

¹ Extrait du texte introductif de l'appel d'offre lancé par PARSE en Janvier 2009



Normes Architecturales



Introduction

En réponse au déficit important en matière d'accès à l'éducation et plus particulièrement à l'enseignement au niveau primaire, le gouvernement de la République Démocratique du Congo (RDC) a décidé de placer ce secteur dans ses priorités.

Pour cela, il a mis en place, avec le soutien de l'Association Internationale de Développement (IDA) le Projet d'Appui au Redressement du Secteur de l'Éducation (PARSE) dont l'objectif principal est d'améliorer la performance du système éducatif et de créer des conditions favorables pour un développement durable du secteur.

Les coûts unitaires de construction en RDC sont très élevés par rapport aux coûts généralement observés en Afrique¹, du fait d'un mode d'organisation peu économique et du maintien de normes coûteuses et de techniques sophistiquées.

Un des objectifs du PARSE a donc été de revisiter les normes en vigueur en visant des références minimales mais permettant de créer des espaces éducatifs adaptés : une approche « bonne qualité, à moindre coût ». Le texte de 2007² a donc fait l'objet d'une réflexion, d'une analyse comparative notamment en prenant comme référence les documents produits par l'UNESCO à ce sujet, et de nouvelles suggestions ont été faites et validées par une large représentation nationale.

Les infrastructures conformes à ces normes de qualité minimales qui font l'objet du présent document contribueront non seulement aux besoins quantitatifs, mais aussi à l'instauration d'un environnement scolaire plus rassurant et plus agréable, prenant également en compte les contraintes à la fois nationales et locales, et inversement, mettant en valeur les ressources disponibles localement (matériaux, savoir-faire).

¹ Extrait du texte introductif de l'appel d'offre lancé par PARSE en janvier 2009

² Direction des Infrastructures Scolaires, Secrétariat Général, Ministère de l'Enseignement primaire, secondaire et professionnel, République Démocratique du Congo - Directives sur les normes des constructions scolaires en République Démocratique du Congo. 1ère édition, éd. Direction des Infrastructures Scolaires, Secrétariat Général, Ministère de l'Enseignement primaire, secondaire et professionnel, République Démocratique du Congo, Kinshasa (RDC), 2007, 22 p.



I.Sommaire

I.1. Composition d'une école primaire	17
I.2. Le terrain d'implantation	19
I.2.1. Localisation	19
I.2.2. Dimensions	19
I.2.3. Forme du terrain	19
I.2.4. Qualité du terrain	21
I.3. Conception architecturale	23
I.3.1. Style architectural	23
I.3.2. Disposition des bâtiments	23
I.3.3. Orientation et disposition des classes	25
I.3.4. Dimensions d'une salle de classe	27
I.3.5. Eclairage et ventilation	29
I.3.6. Bloc administratif	31
I.3.7. Sanitaires	33
I.3.8. Gestion des déchets	33
I.3.9. Mur de clôture	35
I.3.10. Aménagements de la cour	35
I.3.11. Système constructif et matériaux de construction	37



Composition d'une école primaire

Une école primaire de base comprend plusieurs éléments complémentaires :

- 6 salles de classe, correspondant aux six niveaux concernés ;
- 1 bloc administratif comprenant un bureau pour le directeur et une salle pour les professeurs ;
- 1 équipement sanitaire (toilettes, eau) ;
- 1 cour de récréation avec, autant que possible, des zones ombragées ;
- 1 clôture, nécessaire uniquement en milieu urbain dense.

Il est possible de créer des écoles primaires en commençant avec seulement 2 ou 3 classes tout en réservant l'espace nécessaire à la construction de l'école complète, ceci permettant déjà de combler le manque aux premiers niveaux.

Inversement, si les besoins locaux se renforçaient, certaines écoles pourraient être doublées et atteindre 12 classes. Dans ces cas, les données chiffrées ci-après seront doublées.

Pour des raisons de respect des coûts unitaires dans les zones les plus inaccessibles, certaines prestations pourraient être limitées a minima, voire supprimées, dès lors que la situation de l'environnement le permettrait.

Le terrain d'implantation

Le choix du terrain est un élément extrêmement important pour la réussite d'un projet, tant du point de vue économique, que de la qualité de la réalisation.

2.1 Localisation

On préférera un terrain :

- bien nivelé, bien drainé,
- proche des réseaux (accès aux routes secondaires et autres services), et proche d'un accès à l'eau existant et utilisable,
- bénéficiant d'un bon réseau d'assainissement,
- qui offre un accès rapide à un (ou des) terrain(s) de sport.

En milieu urbain :

Il faut être particulièrement attentif à ne pas positionner une école proche d'équipements ou structures pouvant apporter des nuisances ou des risques. Ainsi on portera une attention à :

- éviter que les enfants, en allant à l'école, ne traversent des rues dangereuses ou ne passent devant des lieux peu en rapport avec l'éducation (bars,...) ;
- ne pas avoir de façades donnant sur des lignes de chemin de fer ou des routes principales ;
- être localisé à au moins 200 m d'industries bruyantes ou nocives et à plus de 400 m sous le vent d'usines ;
- ne pas se trouver proche de décharges publiques.

En zone rurale :

La distance maximale devant être parcourue par un élève pour se rendre à l'école est de 5 km.

On portera une attention à :

- être localisé à plus de 100 m d'une route et de lieux d'activités bruyants ;
- éviter que les enfants, dans leur majorité, aient une route fréquentée à traverser ;
- éviter la proximité de puits à grand diamètre non gardés.

Il faut aussi préférer :

- la proximité de zones boisées ou connues pour leur fraîcheur ;
- les zones naturellement protégées des pluies ou vents violents.

2.2 Dimensions

La surface de terrain minimale pour une école de base (6 classes, donc 300 élèves) est de 2400 m² avec une répartition générale des surfaces allouées à chaque élément comme suit :

- Bâtiment des classes : 400 m² ;
- Bloc administratif : 60 m² ;
- Bloc sanitaires : 40 m² ;
- Cour de récréation : 1500 m² (soit environ 5 m² par élève) ;
- Espaces tampons (écartement minimal entre bâtiments et avec clôture, divers,...) : 400 m².

Pour les grands centres urbains dans lesquels le terrain est peu disponible, la construction en étage permettrait de réduire la surface totale nécessaire à 2000 m².

Si cela est possible, il est utile de réserver des surfaces annexes destinées à un terrain de sport. En référence, la surface nécessaire pour un terrain de football pour enfants est de 1750 m² (50 x 35 m).

2.3 Forme du terrain

La forme du terrain est libre, mais une surface rectangulaire reste la plus adaptée. On préférera une orientation de la grande dimension dans le sens est - ouest, ce qui permet de bien orienter les bâtiments dans ce même sens, évitant ainsi l'exposition des grandes surfaces au soleil et un ensoleillement direct dans les classes (voir orientation des classes).

La largeur minimale du terrain devrait être de 40 m de façon à ce qu'il puisse y avoir suffisamment d'espace entre les blocs de classe. La taille minimale idéale étant de 40 x 60 m.

Ces dimensions peuvent être adaptées pour bien s'intégrer aux trames d'urbanisme proposées, mais devront respecter cette largeur minimale de 40 m.



Figure 1

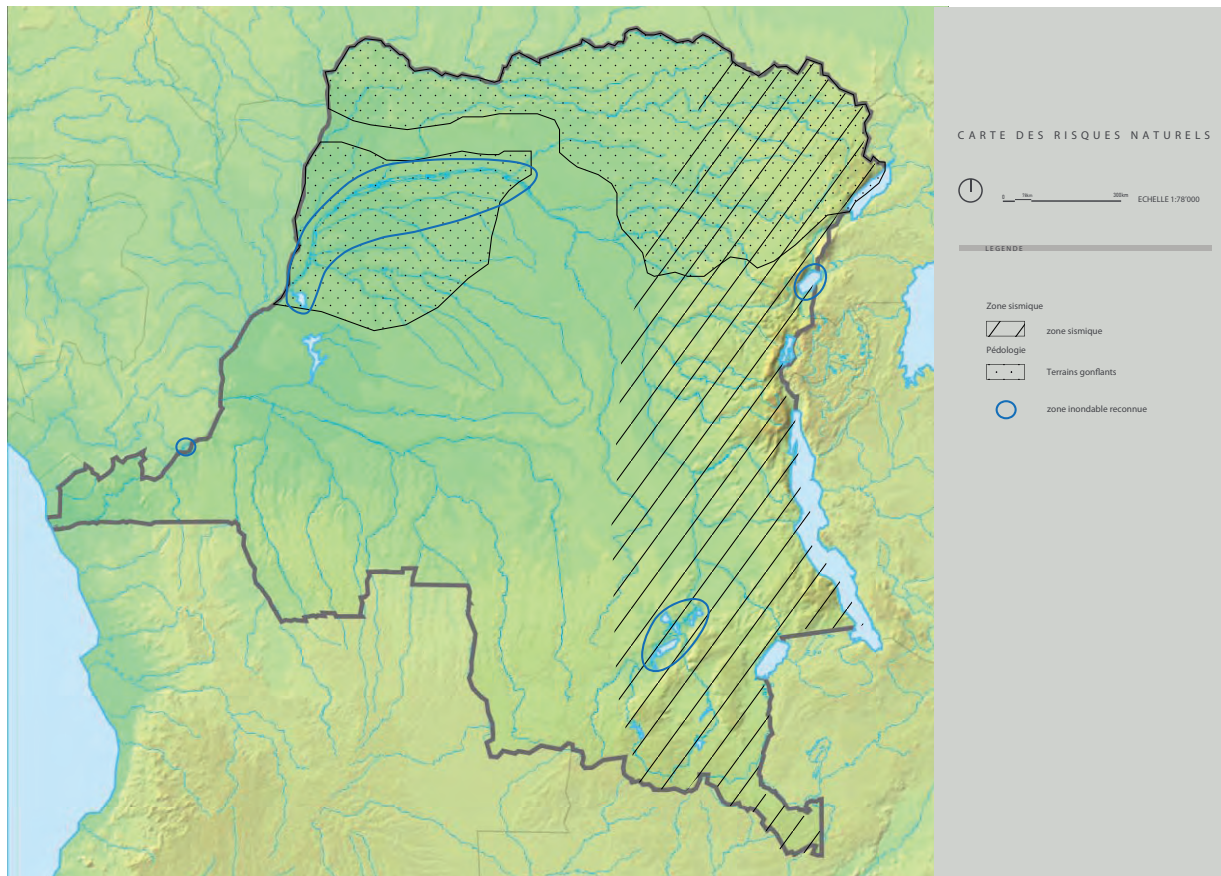


Figure 2

2.4 Qualité du terrain

Relief

Il faut s'assurer que le terrain n'est pas en zone inondable ou qu'il ne se situe pas dans une zone de bas-fond.

On préférera un terrain plat ou avec une légère pente (< 2%).

Si cela n'est pas possible, préférer un lieu où la pente est minimale (< 4%) et orientée dans le sens est-ouest de façon à pouvoir bâtir les blocs de classe en escalier, et non en travers de la pente ce qui pose des problèmes de drainage des eaux.

(Cf. *Figure 1 et photos*)

Eviter les zones proches de zones d'érosion marquées et proches de cours d'eau.

Qualité du sol

Attention aux sols instables. Pour s'assurer de la bonne qualité d'un sol, on peut observer les bâtiments aux alentours et demander aux populations locales qui souvent connaissent bien la question, notamment en zones rurales.

Certaines zones du pays sont reconnues comme plus sujettes aux risques de sols gonflants (Cf. *Figure 2*).

Il est aussi à noter que les risques d'évolution des érosions sont plus marqués lorsque l'on est en présence de sols sablonneux.

Végétation

La présence d'arbres est un avantage surtout si ceux-ci offrent de l'ombrage en saison chaude.

S'il n'y en a pas, vérifier que l'on pourra en planter.

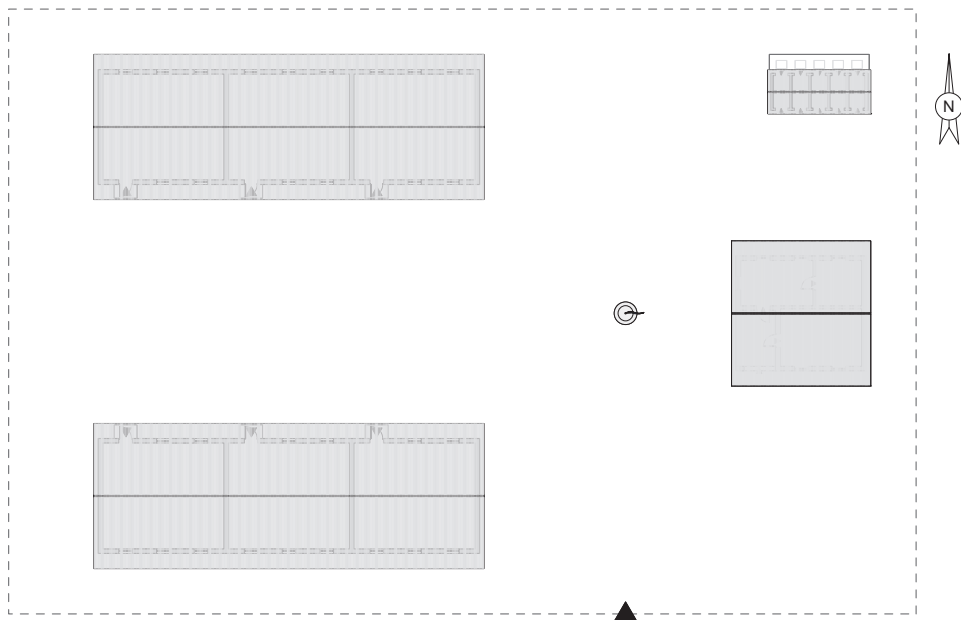


Figure 3

Conception architecturale

Chaque projet d'école doit faire l'objet d'une étude permettant d'adapter au mieux les plans types proposés aux spécificités du terrain (forme, pente, présence d'éléments particuliers comme des arbres, des rochers,...), du milieu (densité urbaine) ainsi qu'aux spécificités locales (climat, matériaux et savoir-faire locaux, accessibilité,...).

3.1 Style architectural

L'école est un bâtiment symbole. Outre son rôle éducatif, en tant que bâtiment, elle joue aussi un rôle important. Elle porte un message.

L'école doit donc être symbole de progrès social mais aussi d'un progrès social accessible et qui se base sur les forces existantes au sein de la société dans laquelle elle se trouve.

Pour cela, l'école ne devrait pas avoir un aspect trop monumental, ni de caractère trop officiel ou intimidant.

Au contraire, elle doit inspirer confiance, et au-delà, mettre les populations locales en confiance. L'école sera donc simple, mais élégante, et exprimer clairement son adaptation parfaite au milieu.

Ceci peut être facilement obtenu en utilisant avec pertinence (en respect de leurs qualités et de leurs faiblesses) les matériaux de constructions locaux, et en réinterprétant, si nécessaire avec des matériaux « modernes », des éléments de l'architecture traditionnelle permettant une meilleure adaptation aux spécificités locales (culture, environnement, climat,...) et une meilleure appropriation par les populations locales.

Au cours de sa visite initiale, qui permettra de prendre en compte les spécificités du terrain et de son environnement proche, le maître d'œuvre chargé de la conception devra pour cela passer par une observation attentive de la culture constructive locale :

- matériaux de construction ;
- systèmes constructifs ;
- savoir-faire ;
- orientations particulières des bâtiments et espaces attenants (p.e. vérandas) ;
- forme et type des ouvertures ;
- détails constructifs particuliers ;
- évolution des styles ;
- innovations récentes ;

3.2 Disposition des bâtiments

L'entrée dans l'école se fait plutôt côté bloc administratif.

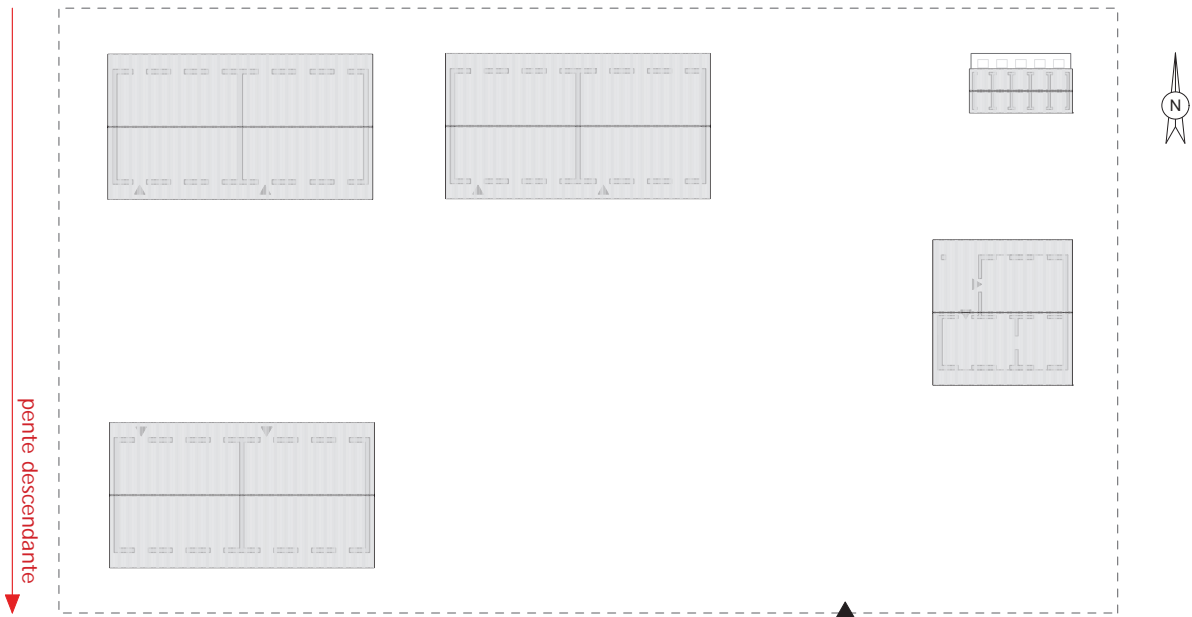
Le bloc administratif est de préférence positionné face aux deux blocs de 3 classes, dans l'axe, ce qui permet une surveillance de la cour de récréation située entre les deux blocs de classes. On fera attention à ce que la véranda du bloc administratif ne soit pas positionnée face aux vents de pluie (voir spécificités éventuelles de l'orientation de l'architecture traditionnelle dans la zone et/ou vérifier avec les représentants des populations locales).

L'orientation de l'ensemble dépend de :

- la protection du soleil (privilégier une orientation des fenêtres au nord et au sud, soit des blocs de plusieurs classes orientés est-ouest) ;
- la logique pour l'entrée ;
- les vents dominants pour ventilation des classes (attention aux risques d'odeurs depuis les latrines) ;
- la direction des vents de pluies dominants, s'il y en a.

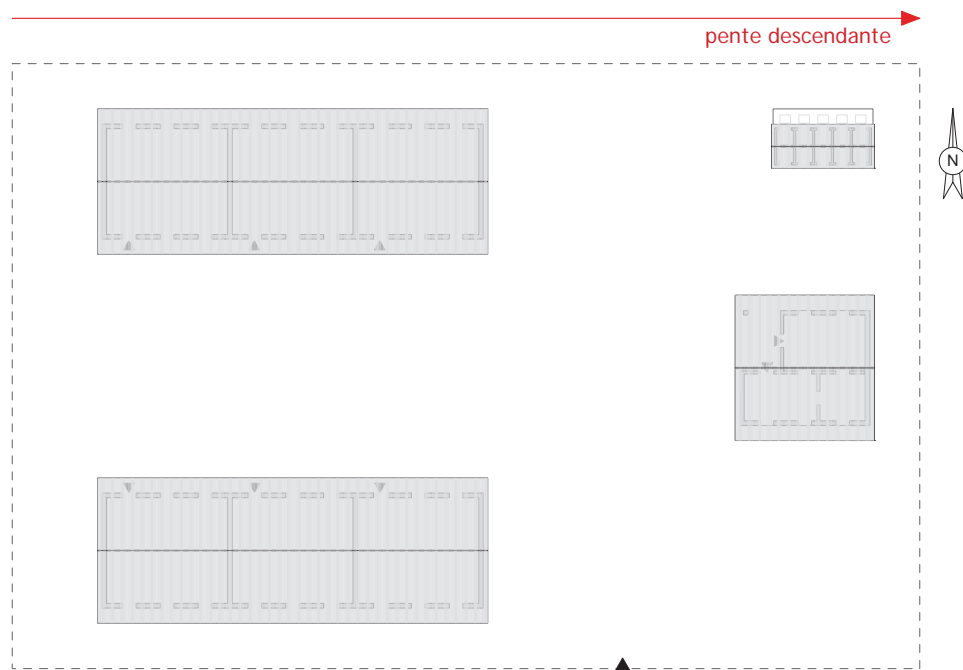
Le bloc sanitaire est positionné soit derrière un des blocs de classe, soit derrière le bloc administratif. En cas d'alimentation d'eau par un puits, le bloc toilette sera positionné à son opposé.

Par ailleurs, il sera prévu l'installation d'un mât porte-drapeau dans la cour, en principe face au bureau et avec un espace suffisant pour l'alignement en colonnes de tous les élèves (environ 12m de large et 20m de long). (Cf. *Figure 3*)



Attention à bien créer des contre-pentes aux abords des bâtiments, afin qu'ils ne retiennent pas l'eau

Figure 4



Attention à bien créer des contre-pentes aux abords des bâtiments, afin qu'ils ne retiennent pas l'eau

Figure 5

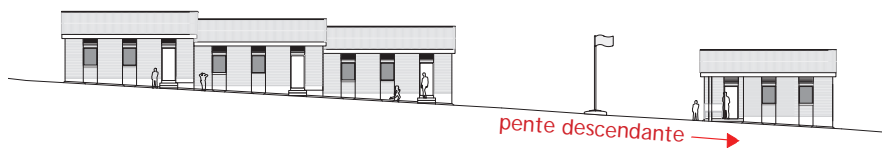


Figure 6

3.3 Orientation et disposition des classes

Les classes sont de préférence accolées par groupe de 3 pour diminuer les coûts. Les blocs ainsi constitués sont orientés dans le sens est-ouest (ou proche de cet axe) de façon à éviter au maximum l'ensoleillement des grandes surfaces et surtout pour éviter un ensoleillement direct à l'intérieur des classes.

Toutefois, dans les terrains qui offrent des pentes perpendiculaires à l'axe est-ouest, on privilégiera un groupement par 2 de façon à diminuer les quantités d'eau devant être drainées aux abords des bâtiments. De même, en zone sismique et sur les terrains peu stables (et s'il n'existe aucune autre alternative), la même disposition en blocs de 2 classes sera privilégiée. (Cf. *Figure 4*)

Pour les terrains dont la pente est orientée est-ouest ou inversement, la même disposition pourrait être prise. Mais on peut penser aussi à la solution d'une construction des classes en escalier. (Cf. *Figures 5 et 6*)



Figure 7

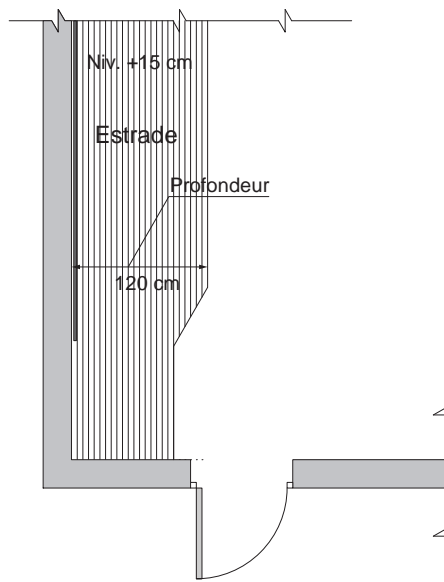


Figure 8

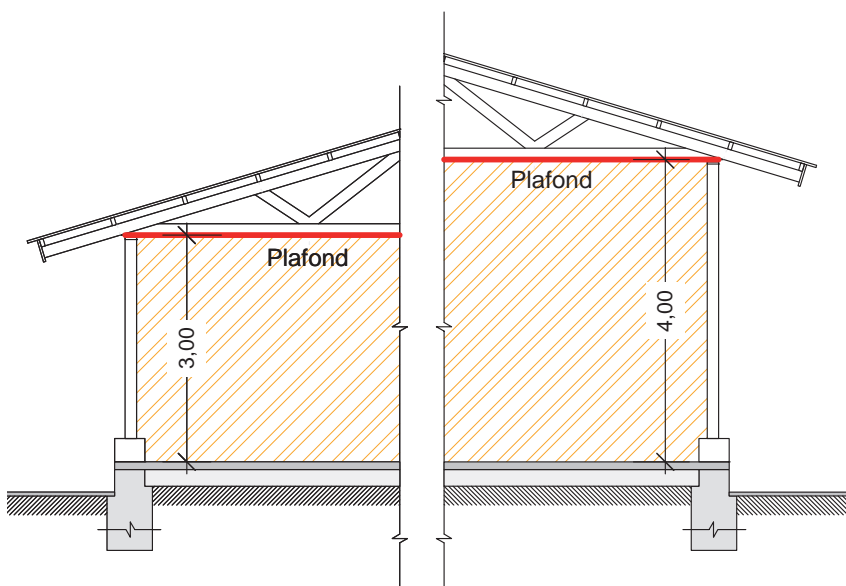


Figure 9

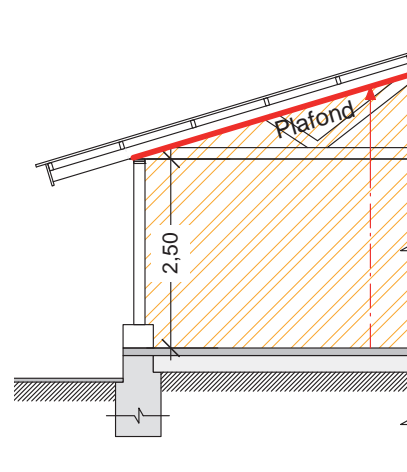


Figure 10

COUPE

COUPE

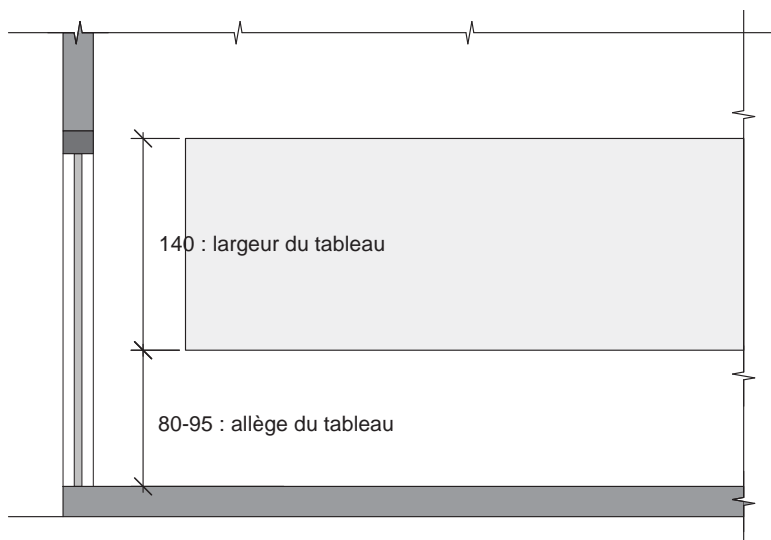
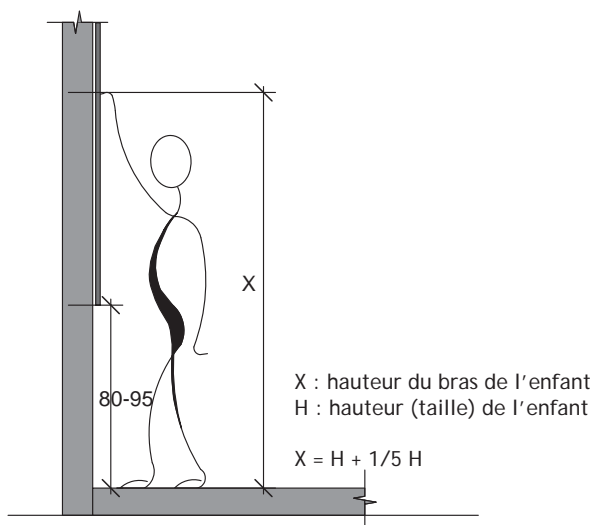


Figure 11

3.4 Dimensions d'une salle de classe

La salle de classe type a une surface de 56 m² ce qui permet de recevoir 50 élèves, au maximum. Les dimensions intérieures de 7 m pour la largeur et de 8 m pour la longueur sont actuellement privilégiées (mais dans certains cas, et si cela s'avérait pertinent, il serait possible d'adopter les dimensions de 6 m x 9 m). Elles permettent de recevoir les élèves tout en ouvrant un dégagement suffisant pour une bonne visibilité du tableau (les premières tables sont installées à 2 m du mur sur lequel se trouve le tableau).
(Cf. *Figure 7*)

La hauteur sous plafond minimale est de 3 m. Le maximum étant de 4 m. Préférence est donnée à une hauteur minimale dans les zones de climat frais (en altitude) ou de risques de vents violents, et inversement à une hauteur maximale en climat chaud et humide.
(Cf. *Figure 9*)

Si le faux plafond est positionné de façon rampante, il est possible de réduire la hauteur des murs latéraux (côté fenêtres) à 2,50 m car on retrouvera rapidement plus de hauteur à l'intérieur.
(Cf. *Figure 10*)

Il est bien entendu que les bâtiments les moins hauts sont plus accessibles économiquement, mais plus ou moins confortables suivant l'environnement où ils sont implantés.

L'estrade est installée dans la largeur de la classe. Elle a une largeur de 120 cm et sera surélevée d'une hauteur de 15 cm par rapport au niveau du sol de la classe.
(Cf. *Figure 8*)

La hauteur du tableau doit être fonction de la taille et donc de l'âge des enfants scolarisés. L'allège du tableau sera ainsi fixée à une hauteur allant de 80 à 95 cm à partir du niveau haut de l'estrade.

(Cf. *Figure 11*)

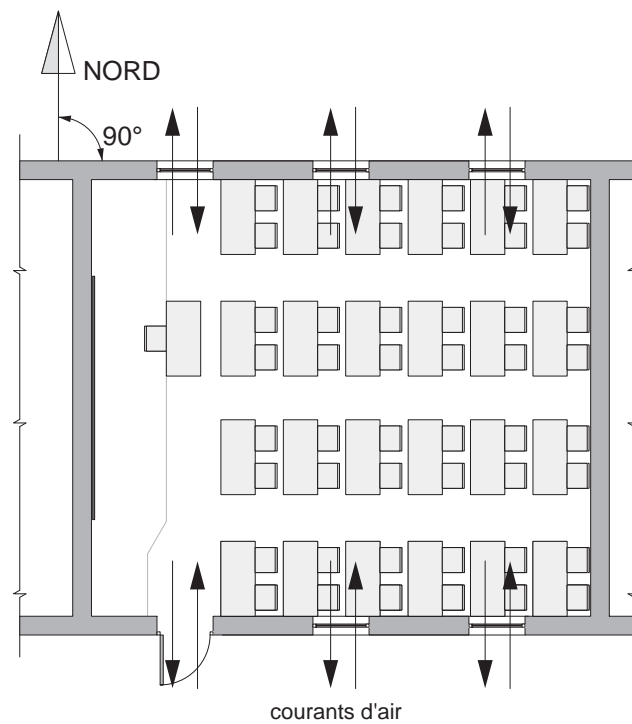


Figure 12

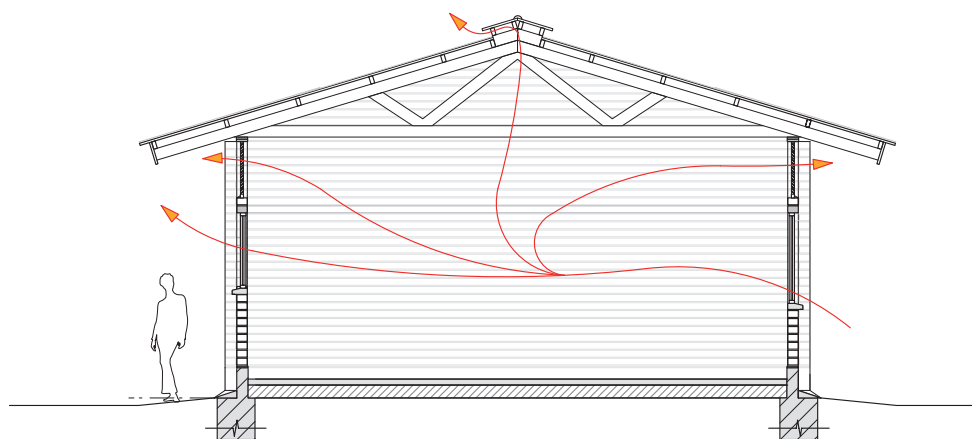


Figure 13



Figure 14

3.5 Éclairage et ventilation

Les ouvertures sont situées de chaque côté de façon à garantir un éclairage non éblouissant. Autant que possible, on respectera la norme habituelle d'une surface d'ouverture entre 1/5 et 1/6 de la surface de la classe, soit entre 9 et 11 m² pour une classe de 56 m². Dans ce sens, les fenêtres pourront être surmontées d'impostes, ouvertes ou fermées, capables de laisser passer la lumière et permettant une ventilation supplémentaire.

La hauteur des allèges des fenêtres se situe entre 80 et 120 cm au-dessus du niveau du sol. Côté cour, le minima de hauteur est de 100 cm de façon à éviter que les élèves aient une vision directe sur la cour. Pour les écoles en milieu urbain qui ne possèdent pas de clôture, on remontera ce minima à 120 cm.

Une hauteur d'allège basse est privilégiée en climat chaud et humide pour une meilleure ventilation. À l'inverse une hauteur d'allège plus haute est privilégiée dans les climats d'altitude, pour se protéger du froid. Dans ces mêmes climats, on essaiera de privilégier des ouvertures de type nacco vitrés qui permettent de réguler la ventilation. Ceux-ci étant fragiles on pourrait donc privilégier des volets simples, permettant, en fermant un seul côté, de couper la ventilation tout en gardant un niveau lumineux suffisant. Les ouvertures pourraient dès lors être plus grandes sur un des côtés (côté porte d'entrée).

Dans les zones chaudes et humides, les fenêtres peuvent être largement ouvertes, faites de simples grilles à grande maille, voire inexistantes si on les remplace par de grandes baies.
(Cf. *Figures 12 et 13*)

Dans les zones peu ventées, il est aussi envisageable de créer une ventilation en partie haute du toit, ce qui suppose de ne pas avoir recours à une protection par faux plafond.
(Cf. *Figures 13 et 14*)

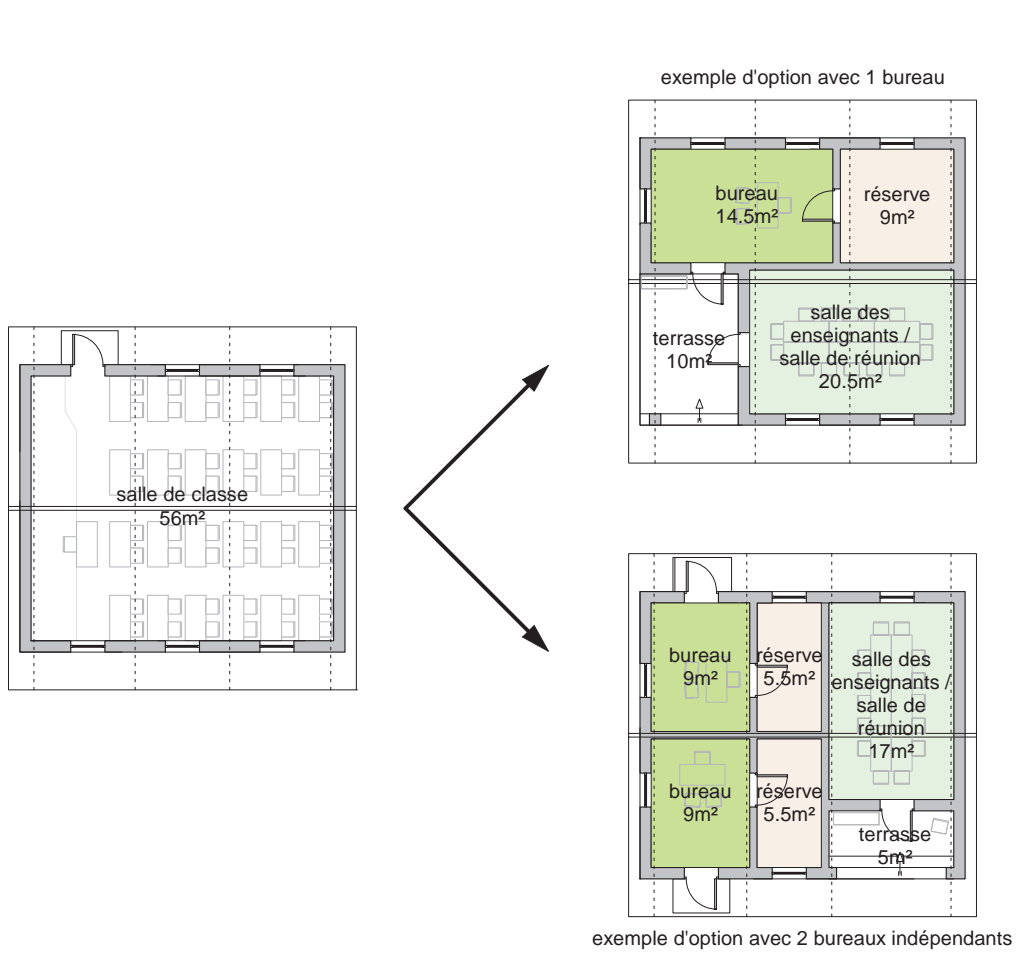


Figure 15

3.6 Bloc administratif

Il doit comporter un bureau d'environ 15 m², une réserve d'environ 10 m², et d'une salle pour les enseignants d'environ 20 m². Si l'on ajoute à cela une petite véranda, on arrive à une surface très similaire à celle d'une salle de classe. De ce fait, pour des raisons de simplicité structurelle, il est suggéré de réfléchir à un aménagement de ces différents espaces à l'intérieur d'un module de classe.

Le bureau du directeur doit avoir une fenêtre côté cour de récréation afin de contrôler les entrées et sorties des salles de classe. Cette fenêtre sera de petite taille, et/ou munie d'un système de auvent, brise-soleil, ou tout autre aménagement permettant de la protéger d'un trop fort ensoleillement.

(Cf. *Figure 15*)

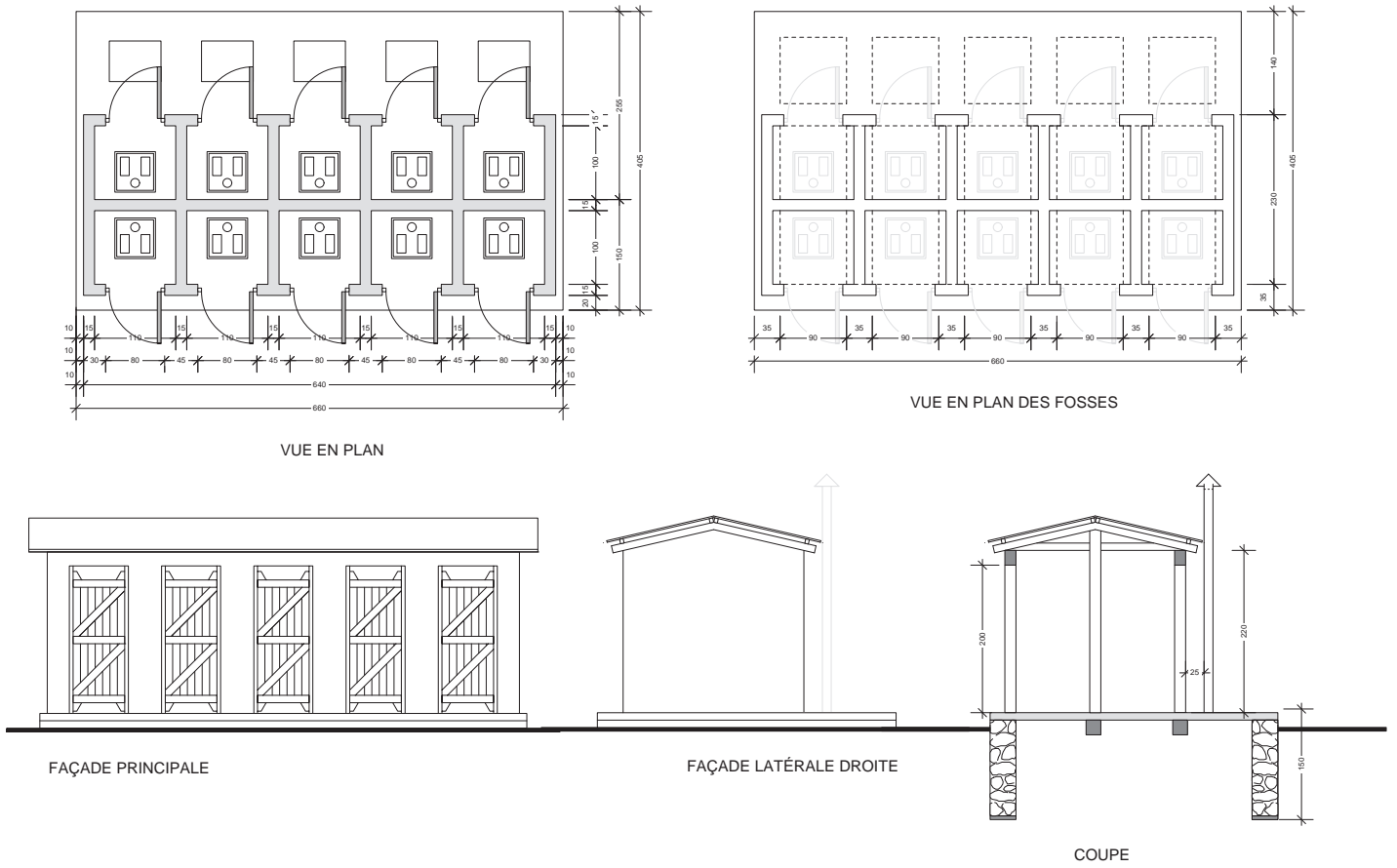


Figure 16

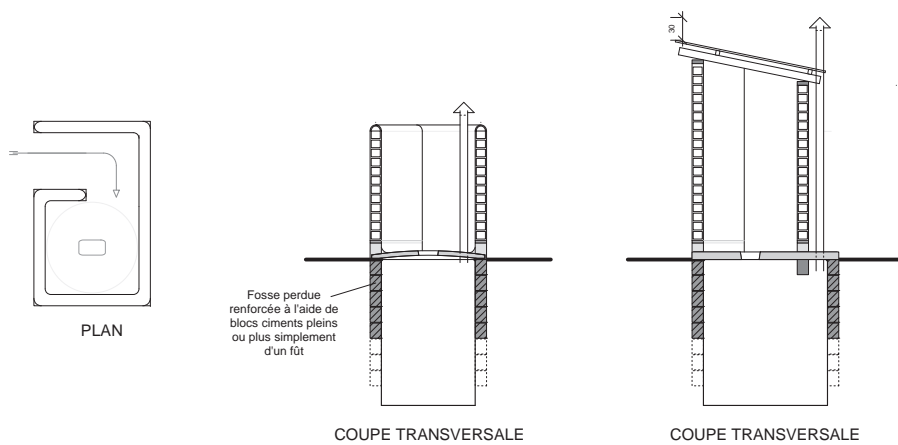


Figure 17

3.7 Sanitaires

Trois systèmes sont proposés :

- le système de bloc sanitaire avec fosse septique, adapté en milieu urbain avec accès à l'eau courante ;
- le plus courant, le système de sanitaire à fosse avec trappes de vidange pour des zones urbaines peu denses ;
(Cf. *Figure 16*)
- les toilettes à fosse perdue pour les zones rurales et difficiles d'accès.
(Cf. *Figure 17*)

Il faudrait prévoir 1 W.C. pour 20 filles ou 30 garçons. Les lieux d'aisance seront séparés pour chaque sexe et divisés en compartiments pour un seul enfant. Il y a lieu de prévoir en outre 2 W.C. (1 homme, 1 femme) pour le personnel, qui pourront être séparés ou non de ceux réservés à l'usage des élèves.

Un mur écran, plein ou éventuellement traité en bas avec un claustra, et recevant "l'abreuvoir", pourrait aussi prendre place :

- soit devant le bloc latrine, afin de matérialiser une séparation visuelle avec le reste de l'école ;
- soit en séparation entre les sanitaires des enseignants et les sanitaires des élèves.

3.8 Gestion des déchets

Une école ne produit pas beaucoup de déchets. Il est toutefois sain de prévoir des poubelles couvertes à proximité des classes, à côté des blocs sanitaires et vers l'entrée.

Il est aussi possible de simplement prévoir des endroits où des seaux pourraient être utilisés à cet effet, à côté de l'entrée de chaque classe.

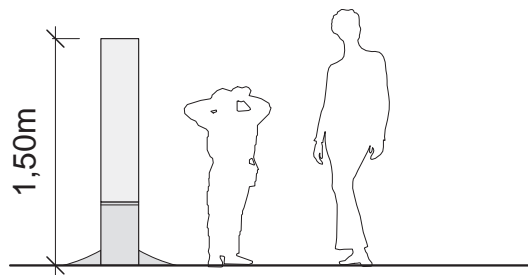


Figure 18

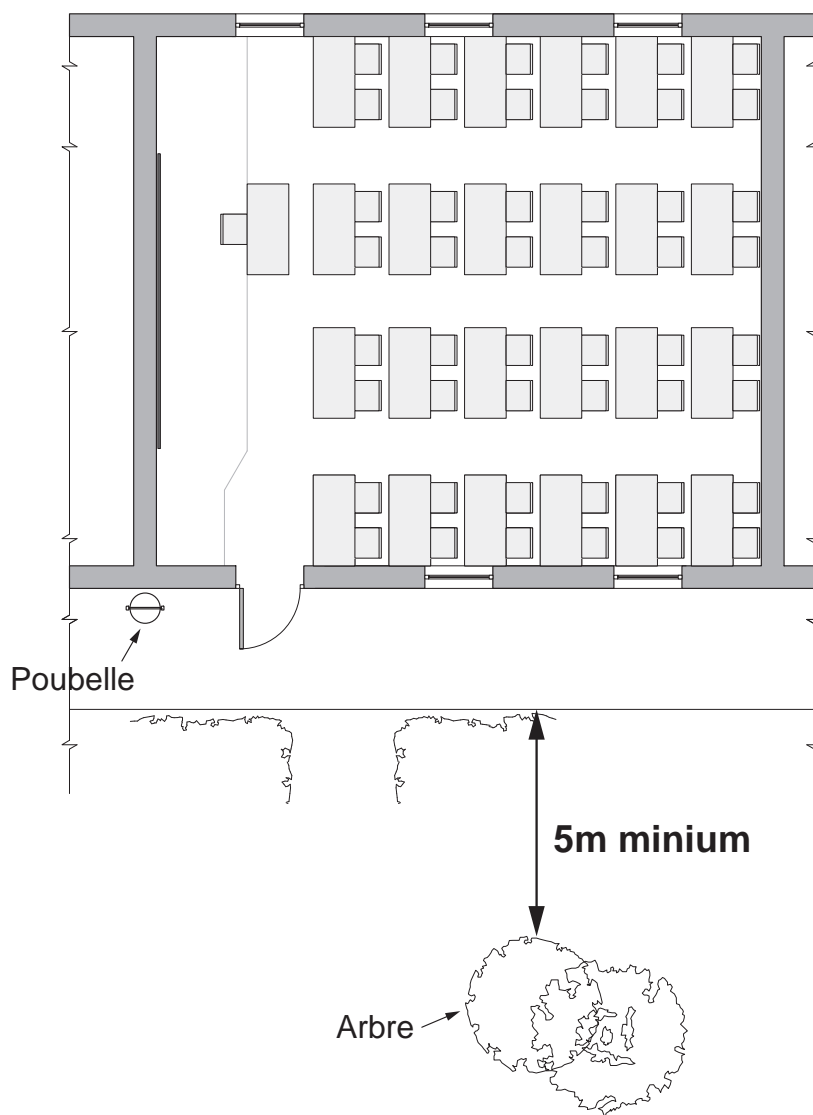


Figure 19

3.9 Mur de clôture

Le mur de clôture est nécessaire uniquement en zone urbaine assez dense. Il a pour vocation de créer et donc de protéger un espace bien délimité, mais aussi de permettre un certain niveau d'isolement des espaces éducatifs.

Pour cela, il n'y a pas besoin d'une hauteur supérieure à 1m 50, taille maximale que pourraient avoir les enfants du niveau du primaire, ce qui permet d'obtenir un isolement visuel.

Le mur est de préférence lisse, de façon à éviter que les enfants ne puissent y trouver des prises pour l'escalader. (Cf. *Figure 18*)

Dans les petites agglomérations et en zone rurale, on prévoiera des clôtures végétales (par exemple : bougainvilliers, euphorbes,...).

Dans le cas de terrain en pente, même légère, les zones d'écoulement doivent être repérées de façon à prévoir des orifices à la base du mur permettant à ces écoulements de se faire naturellement. Ceci est valable à la fois en aval et en amont du mur.

3.10 Aménagements de la cour

Une cour agréable contribue à éveiller l'enfant.

Pour cela, il est important de prévoir des éléments de végétation, raison pour laquelle la végétation existante, notamment les grands arbres, sera autant que possible gardée.

S'il n'existe aucun arbre, il en sera planté. Par ailleurs on prévoira des espaces gazonnés et un espace pouvant être transformé en jardin.

La distance entre les arbres (troncs) et les bâtiments est au minimum de 5 m.

(Cf. *Figure 19*)

Dans le cas de terrain en pente et de risques d'érosion (pentes supérieures à 4 %), il faudra étudier la nécessité d'établir des petits murets de soutènement, des caniveaux de récupération des eaux de pluies à l'amont des bâtiments, ou encore des puits drainants pour éviter la formation de flaques.

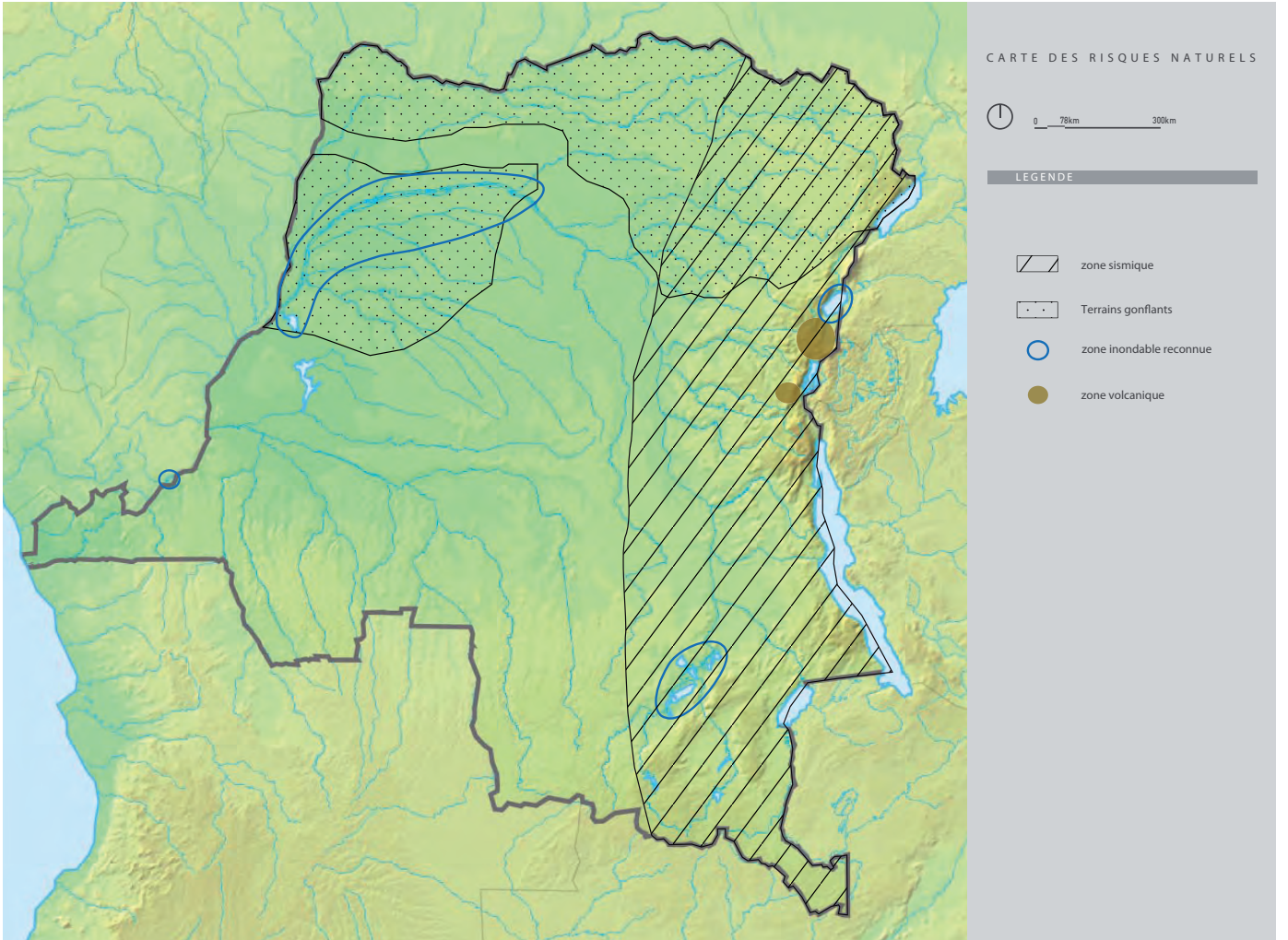


Figure 20

3.11 Système constructif et matériaux de construction

Afin de respecter les coûts d'objectif par classe, il est indispensable de privilégier au maximum l'utilisation des matériaux et savoir-faire locaux. Dans certains cas, les matériaux « conventionnels » sont si coûteux (du fait des coûts de transport) qu'il faudra aussi diminuer au maximum leur utilisation.

Plusieurs plans types sont disponibles.

Il s'agit de plans exprimant une certaine cohérence de l'utilisation des ressources locales, mais qui restent des plans de principes qui peuvent (et dans certains cas doivent) être adaptés en fonction :

- des spécificités locales fortes ;
- matériaux de construction de qualités spécifiques (pierre, terre, bois, roseaux,..) ;
- de savoir-faire particuliers (murs en pierre sèche, nattes de qualité utilisables pour les plafonds,...) ;
- de la présence d'initiatives de développement dans la région qui ont déjà donné des résultats positifs et méritent d'être promues :
 - . techniques de construction améliorées ;
 - . récupération d'eau ;
 - . sanitaires / assainissement.

Règles particulières :

- on privilégiera l'utilisation des matériaux locaux en faisant toutefois attention à leurs capacités.
- utiliser en complément les matériaux industriels pour les parties les plus sollicitées / exposées et ce notamment pour lutter contre l'eau et l'humidité.
- suivre le concept pour une bonne durabilité d'un bâtiment : « un bon chapeau et de bonnes bottes ».
- l'utilisation de matériaux à base d'amiante est interdite.

En zone sismique

- ne pas construire en étage (cher, risque critique de malfaçon avec des conséquences dramatiques)
- ne pas construire des blocs de plus de deux salles de classes (respect de la proportion de longueur < à 3 largeurs).

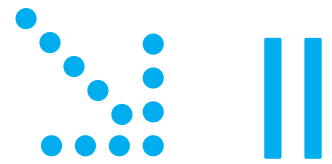
- les systèmes constructifs "parapluies à poteaux en bois et remplissage en torchis" sont les structures les moins dangereuses.

En zone de terrain gonflant :

- ne pas construire en étage (cher, risque de pathologie difficile et coûteuse à réparer)
- ne pas construire des blocs de plus de deux salles de classe. Le mieux étant de ne construire que des bâtiments à dimensions réduites, dissociés les uns des autres.
- les systèmes constructifs parapluies sont les structures les plus à même à accepter les déformations des structures en cas de mouvement des sols.

En zone inondable :

- ne pas construire dans ces zones
- (Cf. Carte des risques : *Figure 20*)



Prescriptions techniques générales



II. Sommaire

II.1. Prescriptions techniques communes à tous les lots	43
II.2. Démolitions	45
II.3. Terrassements généraux pour les ouvrages - fondations	47
II.4. Béton non armé et armé	49
II.5. Maçonneries	53
II.6. Poteaux	61
II.7. Toiture	63
II.8. Descente des eaux pluviales	65
II.9. Faux-plafond	67
II.10. Pavement et chape	69
II.11. Revêtements muraux	71
II.12. Menuiseries	73
II.13. Vitrierie	75
II.14. Egouttage	77
II.15. Electricité	79
II.16. Assainissement et sanitaire	81
II.17. Peinture	83
II.18. Nettoyage du chantier	85
Glossaire	87



Prescriptions techniques communes à tous les lots

Tous les matériaux employés doivent être de meilleure qualité et exempts de tous les défauts capables de compromettre la solidité, l'apparence, la durabilité, la performance ou la fonctionnalité des ouvrages.

Avant de les mettre en œuvre, l'Entrepreneur fournira à l'agrément du Délégué à Pied d'œuvre (DPO) et/ou du Fonctionnaire Dirigeant (FD), un échantillon des matériaux qu'il se propose de mettre en œuvre.

Les matériaux réellement employés sur le chantier doivent être de même qualité et composition que les échantillons retenus.

Prescriptions communes à tous les ouvrages en bois

Tous les bois utilisés doivent être du bois tropical de charpente ou de menuiserie avivé sur quatre faces, sauf dans le cas de poteaux en bois massifs (ronds) qui peuvent être utilisés bruts, bien secs et ayant au moins une vieillisse d'abattage de six (6) mois. Ils devront être droits de fil, exempts de piqûres, de brûlures, de gerces dues au retrait, de pourritures, de dégâts etc... Ils seront sciés de vives arêtes. L'entreprise tiendra compte dans la mise en œuvre, des distances réglementaires pour le feu.

Les essences de bois à utiliser pour les charpentes et menuiseries sont le LIFAKI et le KAMBALA. On ne peut utiliser qu'une seule essence pour une même catégorie d'ouvrage. L'emploi de bois divers est strictement défendu.

Stockage : les bois approvisionnés sur chantier sont stockés dans des endroits à l'abri de l'humidité et du soleil.

1.1 Installation de chantier

L'entrepreneur prend à sa charge les démarches et frais pour l'aménagement, avant le début des travaux, d'une baraque constituant le bureau de chantier. L'entrepreneur aura à sa charge la réalisation des installations des chantiers et leur entretien en cours d'exécution (voirie d'accès, clôture de chantier, dépôt pour le stockage des matériaux et matériels, magasins, réserves d'eau, tri et ramassage des déchets ; etc.).

Seront également supportés par l'entreprise, les travaux de remise en état des plates formes de voirie publique ou privées dont les dégradations seraient imputées au trafic du chantier.

1.2 Panneau de chantier

A front de voirie, l'Adjudicataire fait placer à ses frais, un panneau où figurent les indications relatives à l'ouvrage suivant les instructions qu'il obtiendra auprès du FD.

1.3 Protection du chantier

L'entrepreneur doit prévoir et rendre effectives toutes les mesures de sécurité suivant les normes édictées par la protection du travail et cela durant toute la durée des travaux.

1.4 Terrassements généraux

La terre arable est enlevée sur une profondeur de 10 cm sur toutes les parties du terrain destinées à former l'assiette des ouvrages. Elle est stockée à proximité afin d'être utilisée à la fin des travaux.

L'attribution prend toutes les dispositions utiles pour que des éboulements ne se produisent pas en cours de travaux. Les remblais sont exécutés par couches de 20 cm de terres humidifiées puis damées.

1.5 Tracés des ouvrages

L'entrepreneur procédera à l'implantation générale des ouvrages à construire, suivant les plans d'architecture en présence du DPO. Le tracé des ouvrages incombe à l'entrepreneur. Le FD vérifiera et approuvera ces opérations. Les implantations feront l'objet d'un procès-verbal établi au fur et à mesure de leur contrôle par le DPO, l'architecte - ingénieur et le Fonctionnaire Dirigeant.

L'Entrepreneur est responsable des erreurs commises.

1.6 Fin des travaux

Les travaux ne sont considérés comme achevés complètement qu'après le nettoyage du chantier, y compris le retrait des constructions temporaires (bureau de chantier, etc...) et après que les ouvrages aient été mis en état d'être utilisés par leur destinataire.

Les locaux qui ont servi au chantier sont mis en parfait état de propreté.

Démolitions

2.1 Démolition des constructions

Démolitions suivant indications aux plans avec soit évacuation des débris hors de chantier, soit mise en dépôt des matériaux récupérables qui seront à stocker dans un endroit à fixer par le FD ou le DPO. L'usage des produits des démolitions sera déterminé par le Maître de l'œuvre ou son DPO.

2.2 Evacuation des décombres

Tous les matériaux provenant des démolitions et qui ne sont pas destinés à être réemployés seront évacués à la décharge publique par l'Entrepreneur sur avis du FD ou du DPO.

2.3 Produits nocifs

Lors des opérations de réhabilitation, il sera fait très attention à la présence de matériaux de constructions reconnus nocifs ou polluants. Cela concerne plus particulièrement les toitures réalisées en plaques d'amiante-ciment, mais certaines peintures anciennes pourraient contenir du plomb.

Un diagnostic sera élaboré en amont des travaux de démolition, pour recherche de matériaux nocifs, de façon à ce que l'entrepreneur puisse être prévenu des dispositions particulières à prendre et qu'il en tienne compte dans son offre.

Les éventuels matériaux nocifs découverts devront être enlevés.

L'entrepreneur en charge de ces opérations est tenu de prendre toutes les dispositions et précautions nécessaires. Ces dispositions comprennent :

- la protection des ouvriers lors du démontage,
- l'enlèvement et le stockage dans des lieux appropriés.

Protection des ouvriers :

L'entrepreneur fournira aux ouvriers des éléments de protection, et plus particulièrement :

- des masques pare-poussière,
- des vêtements couvrants,
- des gants,
- des bottes.

Enlèvement :

Les opérations d'enlèvement des produits nocifs devront être exécutées suivant la réglementation en vigueur et l'évacuation sera effectuée avec les moyens et matériels adaptés à l'importance, à la nature des matériaux et à la situation des ouvrages à démolir : l'enlèvement se fait après conditionnement permettant d'éviter un épandage pendant le transport.

Stockage :

Le brûlage ou l'enfouissement de divers matériaux sur place n'est pas autorisé.

Le stockage des déchets dangereux se fait dans des décharges appropriées, reconnues par les autorités locales. Les déchets doivent impérativement être recouverts d'une couche de terre qui évite les possibilités de prélèvement inopportuns et tous risques de transport par le vent ou d'érosion. La décharge ne doit pas se trouver dans des zones inondables, ni se trouver à des niveaux atteignables par la nappe phréatique.

Terrassements - fondations

3.1 Décapage

Avant l'implantation de l'ouvrage, le terrain sera préparé afin de commencer les travaux sur une aire libre de tout arbre, souches, broussaille, débris végétaux ou minéraux abandonnés sur les lieux. L'abattage des arbres et le débroussaillage se feront dans la zone utile à l'implantation des constructions et dans un périmètre de 5 m autour d'eux, mais seront réalisés avec parcimonie et la végétation sera si possible préservée au-delà. Les éventuelles termitières seront également retirées.

3.2 Fouilles pour fondation

Les fouilles pour les fondations du bâtiment et du bureau seront en tout état de cause descendues jusqu'au bon sol et à une profondeur recommandée de 60 cm sous terre après terrassement général. Dans certains cas (caractéristiques des sols rencontrés), et sur avis du DPO ou du bureau d'étude chargé de définir les travaux à réaliser, il pourra être accepté de réduire la profondeur des fouilles.

Les fouilles pour les fondations de latrine sur fosse septique auront une profondeur de 2 m, pour autant que cette profondeur n'atteigne pas la nappe phréatique. Dans le cas contraire, il y aura lieu de consulter les CCTP spécifiques pour ce type d'ouvrages, afin de réaliser des fosses plus larges et moins profondes.

Les dimensions des fouilles seront définies sur les plans de fondation à fournir par l'entrepreneur avant le démarrage des travaux.

Les fonds de fouilles sont dressés horizontalement arrosés, et damés soigneusement. Les fonds de fouilles doivent toujours faire l'objet d'une réception par le DPO avec procès verbal.

Il est strictement interdit à l'Entrepreneur d'exécuter des fondations ou de fermer les fouilles avant de les avoir fait réceptionner par le DPO. Il est strictement interdit de remblayer les fouilles descendues trop bas, mêmes en damant soigneusement, à l'insu du DPO.

En cas d'emploi d'engins mécaniques, les mesures doivent être prises pour qu'en dessous du niveau définitif des fonds de fouilles, les sols ne soient pas défoncés et que leur cohésion reste parfaite.

3.3 Déblais

Les terres provenant de déblais peuvent être conservées pour réemploi éventuel en remblais, pour autant que ces terres répondent aux caractéristiques des terres de remblais : la terre végétale, première couche de terre provenant du décapage, ne pouvant pas être réutilisée comme matériau de remblai.

3.4 Remblais des fouilles

Après exécution des ouvrages en fondation, il sera procédé aux remblais à l'aide des produits des déblais de bonne qualité, au besoin expurgés de tout élément végétal.

Le remblayage s'effectuera par couches successives horizontales d'une épaisseur de 15 cm maximum.

Chaque couche sera soigneusement arrosée et compactée à l'aide de dames d'un poids minimum de 5 Kg.

Le tassement à l'eau n'est pas permis.

Béton non armé et armé

4.1 Généralités

4.1.1 Granulat

Les dosages en granulats indiqués dans ces prescriptions sont donnés pour des sables (roulés ou concassés) de granulométrie régulière 0/5 mm et des graviers de granulométrie régulière 5/20 mm (roulés ou concassés). Des ajustements aux dosages proposés seront nécessaires pour obtenir les mêmes caractéristiques granulométriques que celles proposées pour le mélange final, ceci à partir des sables et graviers disponibles localement.

4.1.2 Eau de gâchage

Les eaux destinées au gâchage des bétons et mortiers ne devront pas contenir de matières en suspension, de sels dissous et de déchets industriels au-delà des normes usuelles en RDC. En cas de doute, l'architecte - ingénieur ou le DPO pourra prescrire des analyses nécessaires au frais de l'entrepreneur par un laboratoire agréé.

4.1.3 Malaxage

Le béton est malaxé le plus près possible du lieu d'emploi, sur des surfaces propres, humides, exemptes d'eau, de feuilles mortes, et jamais sur la boue ou de la terre sèche.

4.1.4 Réservations

L'entrepreneur doit assurer la fourniture et la pose aux emplacements nécessaires, des fourreaux en PVC ou similaires pour permettre le passage de canalisation. Les réservations nécessaires au passage des câbles, tubes et autres sont positionnées avec précision. Les éléments de réservation doivent permettre un démoulage facile, net et sans balèvres ou épaufures.

4.2 Béton non armé

4.2.1 Béton de propreté

Le béton de propreté sera coulé sur une épaisseur de 5 cm comme indiquée sur les plans.

Le dosage du béton de propreté répondant à celui du béton prévu pour les ouvrages non armés, s'établit comme suit pour chaque mètre cube :

- 150 Kg de ciment / m3 de béton
- 400 litres de sable
- 800 litres de pierrailles de granulométrie 5/30 mm
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

En zone où la pierraille ne serait pas disponible, le béton de propreté pourra être remplacé par un mortier de propreté.

Le dosage du mortier de propreté répondant à celui du mortier prévu pour les ouvrages non armés, s'établit comme suit pour chaque mètre cube :

- 150 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Le béton ou mortier de propreté sera réalisé sous les fondations des murs et d'une manière générale, sous tous les ouvrages dont la base est en contact avec le sol.

4.2.2. Béton de fond de la fosse septique

Le béton de fond sera coulé sur une épaisseur de 10 cm comme indiquée sur les plans.

Le dosage du béton de fond répondant à celui du béton prévu pour les ouvrages non armés, s'établit comme suit pour chaque mètre cube :

- 250 Kg de ciment / m3 de béton ;
- 400 litres de sable ;
- 800 litres de pierrailles de granulométrie 5/30 mm ;
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage.

Le béton de fond sera réalisé sur toute la surface inférieure de la fosse.

4.2.3 Béton de pavement

L'épaisseur du béton est de 10 cm. Il est coulé sur le remblai compacté, non végétal ; il est damé après mise en place. La face supérieure du béton est tirée pour être parfaitement nivelée ou dressée, ou bien mise en oeuvre avec une légère pente si indiquée.

Le dosage du béton de pavement s'établit comme suit :

- 250 Kg de ciment / m3 de béton
- 400 litres de sable
- 800 litres de pierrailles 8/15 mm
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage.

4.3 Béton armé

4.3.1 Dosage du béton armé

Le dosage du béton armé, pour tous les ouvrages en béton armé s'établit comme suit pour chaque mètre cube de béton :

- 350 Kg de ciment / m3 de béton
- 400 litres de sable
- 800 litres des pierrailles de granulométrie 5/20 mm
- 200 à 300 litres d'eau de gâchage

4.3.2 Armatures / ferrailage

Il existe deux types d'acier pour armer le béton :

- les aciers lisses
- les aciers à haute adhérence dont la surface présente des saillies ou des creux inclinées par rapport à l'axe de la barre et qui favorisent l'adhérence des armatures au béton.

L'armature doit être capable de s'adapter à des formes diverses, impliquant parfois courbures et pliages ; l'acier doit donc présenter une bonne aptitude au pliage, celle-ci est satisfaisante si et seulement si elle n'entraîne ni cassure ni fissure dans la zone de pliage et dépliage.

Des cadres, étriers, épingles, des ancrages par courbure ou encore les coudes viennent renforcer une armature rectiligne basique pour répondre à des sollicitations et des efforts plus particuliers :

- Cadres, étrier et épingles forment des armatures transversales assurant une des fonctions suivantes :
 - résistance à des sollicitations tangentés,
 - coutures de recouvrements,
 - maintien du flambement de barres comprimées,
 - maintien d'armatures soumises à une poussée au vide,
 - frettage.
- L'ancrage par courbure assure la transmission des efforts par adhérence entre le béton et l'acier.

Mise en oeuvre :

Le positionnement correct des armatures pour assurer la reprise des efforts conformément aux calculs impose des précautions particulières durant toute la phase de bétonnage et de vibration..

D'autre part, pour la qualité de l'ouvrage, un bon enrobage des armatures doit être garanti, afin d'assurer la protection de l'acier contre la corrosion, une bonne transmission des efforts d'adhérence et une résistance au feu convenable. L'enrobage des armatures est un paramètre fondamental permettant de maîtriser la pérennité des ouvrages face à la corrosion, donc leur durée d'utilisation.

Des cales de divers modèles et présentant des caractéristiques adaptées au béton, peuvent être utilisées pour faciliter la mise en place correcte des armatures et leur maintien.

4.3.3 Dispositions relatives aux coffrages

Les coffrages sont contreventés et raidis par étaçons, en vue de résister sans déformations appréciables et sans l'aide du béton en exécution, aux tensions sur la construction, y compris la pression du vent, le poids propre et le poids du béton lui-même.

Ils doivent présenter une étanchéité suffisante. Si le béton armé présente des déformations importantes après coulage, il doit être démolé et reconstruit aux frais de l'entrepreneur. Un soin particulier doit être apporté à l'exécution des coffrages qui doivent être conçus de manière à ne subir aucune déformation par suite de la vibration du béton.

D'autre part, les coffrages doivent être jointifs pour ne pas laisser couler la laitance du ciment, phénomène qui risque de s'aggraver à la suite de l'utilisation des vibreurs mécaniques.

Les soubassements seront arasés au niveau des longrines basses pour les surfaces découvertes, toutes les précautions seront prises au cours de la pose du coffrage et pendant le coulage du béton, pour que les parements présentent au décoffrage une surface dressée et un aplomb rigoureux.

Il est entendu que si cette prescription n'est pas respectée, l'entrepreneur devra sans supplément corriger cette mal façon et la faire approuver par le DPO.

4.3.4 Mise en œuvre

Toutes les surfaces reprises doivent être nettoyées et humidifiées auparavant. Le béton est mis en œuvre immédiatement après mélange et avec toutes les précautions nécessaires, pour éviter toute détérioration due aux pertes de temps ou pertes d'eau, au facteur eau-ciment et à la main d'œuvre employée à la confection des ouvrages en béton armé.

Le béton armé ne peut tomber dans le coffrage d'une hauteur libre de plus de 1 m. Si une telle chute ou une plus grande est nécessaire, il sera fait usage d'une goulotte ou d'un tuyau placé avec pente de 1/2.

Les coffrages sont légèrement frappés à coups de marteau en vue de libérer les bulles d'air vers la surface. Le béton coulé sera arrosé fréquemment jusqu'à l'âge de 15 jours.

4.2.6 Décoffrage

Les ouvrages en béton ne peuvent être décoffrés avant que le béton n'ait atteint le durcissement suffisant. Il faut attendre au moins 15 jours avant de décoffrer les éléments coulés.

Après décoffrage, les parois en béton ne doivent présenter aucun défaut compromettant la résistance et/ou la solidité (c'est-à-dire nids de graviers, armatures apparentes ou insuffisamment enrobées). Dans pareils cas, les reprises sont indispensables avec ragréage au grain de riz, de manière à avoir une surface à ragréer de rugosité suffisante.

4.2.7 Colonnes, poutres, linteaux en béton armé

Les colonnes, poutres et linteaux sont réalisés en béton armé. Les linteaux sont préfabriqués ou coulés sur place selon les facilités apportées dans l'exécution par l'entrepreneur. Leur béton est dosé à 350 kg/m³ de ciment CPA.

Maçonneries

5.1 Généralités

5.1.1 Eau de gâchage

Les eaux destinées au gâchage ne devront pas contenir de matières en suspension, de sels dissous et de déchets industriels au-delà des normes usuelles en RDC.

5.1.2 Malaxage

D'une manière générale, le malaxage doit s'effectuer le plus près possible du lieu d'emploi du mélange, sur des surfaces propres, humides, exemptes d'eau, de feuilles mortes, et jamais sur la boue ou de la terre sèche.

5.1.3 Mise en oeuvre

Les maçonneries sont exécutées suivant les règles de l'art.

L'avancement de la maçonnerie se fait uniformément d'aplomb et de niveau.

Les joints sont verticaux et alternés, ils respectent un appareillage de qualité.

Les maçonneries à enduire sont exécutées à joints ouverts d'une profondeur de 1 cm.

Les reprises, après arrêt, se font sur maçonnerie nette, nettoyée et humidifiée.

5.1.4 Tolérances

Les plans sont cotés pour la maçonnerie.

Les tolérances, par rapport aux dimensions indiquées sur plans, notamment en ce qui concerne les baies des fenêtres, des portes, d'appel d'air et claustras ne peuvent dépasser le centimètre près (soit 5 mm en plus ou en moins).

5.2 Massif de fondation

Les massifs de fondations des bâtiments en rez-de-chaussée seront exécutés :

- soit en moellons (béton cyclopéen ou pierres maçonnées)
- soit en maçonnerie de briques cuites de dimensions 22/10/6 (ou s'en approchant)
- soit en maçonnerie de blocs pleins de ciment de dimension 20/20/40
- soit en couches successives de sable-ciment soigneusement damées.

D'autres options pertinentes pourront être proposées par la maîtrise d'œuvre ou par l'entreprise. Avant mise en œuvre, elles devront être validées par le DPO.

5.2.1 Utilisation de moellons

Dans le cas d'éléments en béton cyclopéen, ceux-ci devront être exécutés avec des moellons de granulométrie 100/400 mm. Attention sera portée pour éviter que les moellons ne soient en contact direct dans l'ouvrage réalisé. Les moellons devront être appareillés tant horizontalement que verticalement.

Le dosage du béton par chaque mètre cube s'établit comme suit :

- 150 Kg de ciment /m3 de béton
- 400 litres de sable
- 800 litres des pierrailles de granulométrie 5/20 mm
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Dans le cas des maçonneries en moellons, ceux-ci devront être exécutés avec des moellons de granulométrie 200/400 mm. Attention sera portée pour éviter que les moellons ne soient en contact direct dans l'ouvrage réalisé. Les moellons devront être appareillés tant horizontalement que verticalement.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 200 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1000 litres de sable
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux avec une profondeur minimale de 20 mm de façon à recevoir un rejointoiement au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le dosage du mortier de maçonnerie pour le rejointoiement s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.2.2 Utilisation de briques cuites de dimensions 22/10/6 (ou s'en approchant)

Attention sera portée pour éviter que les briques cuites ne soient en contact direct dans l'ouvrage réalisé. Les briques cuites devront être appareillées tant horizontalement que verticalement.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 200 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1000 litres de sable
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux avec une profondeur minimale de 20 mm de façon à recevoir un rejointoiement au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le dosage du mortier de maçonnerie pour le rejointoiement s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.2.3 Utilisation de blocs de ciment pleins

Dans le cas des blocs pleins, ceux-ci devront être exécutés avec des agglomérés vibrés mécaniquement et dosés à 300 Kg de ciment au minimum par m3 et présenter une résistance, à l'écrasement de 80 Kg/cm² (8 MPa) ou 80 bars de résistance nominale.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.2.4 Utilisation de mortier de sable-ciment compacté en pleine fouille

Dans ce cas, le mortier de sable-ciment sera mis en place dans la fouille par couches successives d'épaisseur maximale de 15 cm et ceci jusqu'à atteindre le niveau du terrain décapé. Chaque couche sera soigneusement compactée à l'aide d'une dame d'une masse minimale de 5 Kg.

Le tassement à l'eau n'est pas permis.

Le dosage du mortier s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 150 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 100 à 150 litres d'eau de gâchage

5.3 Maçonnerie de fondation de la fosse septique

La maçonnerie de fondation de la fosse septique sera exécutée en blocs pleins de ciment de dimension 20/20/40. Les blocs pleins seront vibrés mécaniquement et dosés à 300 Kg de ciment au minimum par m3 et présenter une résistance à l'écrasement de 80 Kg/cm² (8 MPa) ou 80 bars de résistance nominale.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.4. Maçonnerie de borne fontaine

La maçonnerie de la borne fontaine sera exécutée en blocs pleins de 20/20/40. Les blocs pleins seront vibrés mécaniquement et dosés à 300 Kg de ciment au minimum par m3 et présenter une résistance à l'écrasement de 80 Kg/cm² (8 MPa) ou 80 bars de résistance nominale.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier.

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Les tuyaux d'alimentation seront en P.V.C ou en matériaux galvanisés.

5.5 Mur de soubassement

Le mortier utilisé a la composition ci-après : 250 kg de ciment par mètre cube de sable.
L'épaisseur des joints est de 1 cm

Les murs de soubassement des fondations des bâtiments seront exécutés :

- soit en moellons (pierres maçonnées)
- soit en maçonnerie de briques cuites de dimensions 22/10/6 (ou s'en approchant)
- soit en maçonnerie de blocs pleins de ciment de dimensions 20/20/40.
- soit en maçonnerie de blocs creux de ciment de dimensions 20/20/40 qui seront comblés à la terre lors de leur mise en oeuvre.

5.5.1 Utilisation de moellons

Dans le cas des maçonneries en moellons, celles-ci devront être exécutées avec des moellons de granulométrie 200/300 mm. Attention sera portée pour éviter que les moellons ne soient en contact direct dans l'ouvrage réalisé. Les moellons devront être appareillés tant horizontalement que verticalement.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 200 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux avec une profondeur minimale de 20 mm de façon à recevoir un rejointoiement au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.5.2 Utilisation de briques cuites de dimensions 22/10/6 (ou s'en approchant)

Attention sera portée pour éviter que les briques cuites ne soient en contact direct dans l'ouvrage réalisé. Les briques cuites devront être appareillées tant horizontalement que verticalement.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 200 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 150 à 200 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux avec une profondeur minimale de 20 mm de façon à recevoir un rejointoiement au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le dosage du mortier de maçonnerie pour le rejointoiement s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.5.3 Utilisation de blocs de ciment pleins

Dans le cas des blocs pleins, ceux-ci devront être exécutés avec des agglomérés pleins ou creux, vibrés mécaniquement et dosés à 300 Kg de ciment au minimum par m³ et présenter une résistance à l'écrasement de 80 Kg/cm² (8 MPa) ou 80 bars de résistance nominale.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m³ de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, les blocs ciments utilisés pourront être creux et vibrés manuellement. Ces blocs seront alors maçonnés les vides vers le haut de façon à permettre leur remplissage à l'aide de mortier de terre graveleuse.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m³ de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.6 Barrière capillaire

Afin d'éviter les remontées d'eau par voie capillaire dans les murs d'élévations, et si l'élévation des murs de soubassement est inférieure à un niveau de + 0,4 m par rapport au terrain naturel, les murs d'élévation seront isolés des murs de soubassement par l'interposition d'une barrière capillaire.

La barrière capillaire sera réalisée en film plastique étanche posé sur un lit de mortier de ciment finement lissé afin d'éviter sa perforation lors de la mise en œuvre. Le feutre bitumineux (roofing, disponible localement), pourra venir remplacer le film plastique. Elle pourra aussi être réalisée avec un mortier de sable-ciment fortement dosé et mis en œuvre en deux couches successives de 15 mm d'épaisseur.

D'autres options pertinentes pour réaliser ce détail technique pourront être proposées par la maîtrise d'œuvre ou par l'entreprise. Avant mise en œuvre, elles devront être validées par le DPO.

5.7 Mur extérieur et intérieur

Sans précautions structurelles particulières (contreforts, raidisseurs, murs de refends, chaînage, etc...), les élévations des murs ne pourront pas avoir une hauteur libre supérieure à 10 fois leur épaisseur.

Les murs extérieurs pourront être réalisés :

- En maçonnerie enduite
 - en blocs de ciment creux de 15/20/40
 - en briques cuites alvéolées ou de dimensions supérieures à la brique cuite apparente
 - en brique de terre crue
 - en blocs à chaux
- En maçonnerie apparente
 - en moellons
 - en briques de terre cuite de 22/10/6 (dimensions +/- 1,5 cm)
 - en BTCS après validation des caractéristiques techniques, pour un comportement au moins égal aux minimums attendus pour les blocs de ciment creux (résistance mécanique, comportement en immersion) et des briques cuites (érosion à l'eau de pluie)

(Nota : ces maçonneries pourront aussi être enduites si cela est le choix du maître d'ouvrage)

- Autres type de partition extérieure :
 - en planches
 - tout autre matériau alternatif qui pourrait être pertinent dans un site donné, ceci dans la mesure où les caractéristiques des murs proposés répondent aux attentes de la DPO. Cependant, la mise en œuvre de ces alternatives devra préalablement être validée par la DPO.

5.7.1 Maçonnerie en blocs de ciment creux :

Ces maçonneries seront réalisées en blocs de béton creux vibrés à 300 kg de ciment pour 400 litres de sable et 800 litres de gravillons 4/8.

Les joints seront laissés creux, destinés à recevoir un enduit. Les épaisseurs sont fixées aux plans.

Les blocs sont hourdés au mortier de sable-ciment. Le dosage du mortier s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m³ de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.7.2 Maçonnerie en brique cuite alvéolée ou en briques cuites pleines de dimensions supérieures à 22/10/6

Les briques cuites qu'il est possible d'utiliser ont des caractéristiques très différentes les unes des autres. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces briques permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression sèche). Sur leurs faces les plus exposées (pluies dominantes), ces murs de briques cuites devront nécessairement être protégés des intempéries.

Les blocs sont hourdés au mortier de sable-ciment dosé à 250 kg de ciment / m3 de mortier. Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 250 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de murs épais, pour des constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux destinés à recevoir un enduit au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le dosage du mortier de maçonnerie pour le rejointoiement s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 300 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier.

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

5.7.3 Maçonnerie en brique de terre crue

Les briques de terre crue qu'il est possible d'utiliser ont des caractéristiques très différentes les unes des autres. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces briques permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la

compression sèche). Dans chaque contexte donné, les dimensions locales usuelles des briques de terre crue seront privilégiées. Sur leurs faces les plus exposées (pluies dominantes), ces murs de briques crues devront nécessairement être protégés des intempéries.

Les briques sont hourdées au mortier de sable argileux ne présentant que peu de risques de retrait / gonflement. D'autres types de mortiers locaux, s'ils ont déjà fait leurs preuves dans les constructions locales, pourront aussi être acceptés après validation par le DPO.

Les joints seront laissés creux, destinés à recevoir un enduit. Les épaisseurs sont fixées aux plans.

5.7.4 Maçonnerie en blocs à chaux

Les blocs à chaux qu'il est possible d'utiliser ont des caractéristiques très différentes les uns des autres. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces blocs permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression sèche). Sur leurs faces les plus exposées (pluies dominantes), ces murs de blocs à chaux devront nécessairement être protégés des intempéries.

Les blocs sont hourdés au mortier de sable-ciment ou au mortier bâtard.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 250 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de murs épais, pour des constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux, destinés à recevoir un enduit au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

5.7.5 Maçonnerie en moellons de pierre

Les moellons qu'il est possible d'utiliser ont des caractéristiques très différentes selon leur nature. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces moellons permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression).

Les moellons sont hourdés au mortier de sable-ciment ou au mortier bâtard.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 250 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de murs épais, pour des constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux destinés à recevoir un enduit au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

5.7.6 Maçonnerie en briques cuites de 22/10/6 (ou s'en approchant)

Les briques cuites disponibles sur le marché ont des caractéristiques très différentes selon leur nature. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces briques permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression sèche).

Les briques cuites sont hourdées au mortier de sable-ciment ou au mortier bâtard.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 250 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

Dans le cas de murs épais, pour des constructions en rez-de-chaussée, et en zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux destinés à recevoir un enduit au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

5.7.7 Maçonnerie en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée (BTCS)

Les BTCS disponibles sur le marché ont des caractéristiques très différentes selon leur nature. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces blocs permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression sèche, érosion à la pluie).

Les BTCS sont hourdées au mortier de terre-ciment. Le mortier devra avoir les caractéristiques les plus proches possibles de celles des BTCS eux-mêmes. Certains modèles de BTCS sont autobloquants et ne nécessitent donc pas de mortier de liaison. Il faudra veiller à ce que les produits soient de qualité pour assurer une bonne étanchéité de l'ensemble de la maçonnerie.

5.7.8 Parements extérieurs en planche, en structure de panneaux en bois

En zone difficile à approvisionner en ciment et/ou en déficit d'élément de maçonnerie appropriés, les murs pourront être réalisés en planches ou en panneaux de bois remplis de terre ou de pierre, ceci en attendant une amélioration des conditions d'accès du site en question.

Les éléments en bois seront traités contre les insectes et seront disposés de façon à ne favoriser ni la pénétration de l'eau dans l'ouvrage, ni la rétention d'eau sur les éléments constructifs en bois.

5.8 Chaînages

Si la garantie de la stabilité des murs d'élévation le nécessite (murs fins sans contrefort, terrain à risque particulier, etc.), il sera prévu d'intégrer des chaînages dans les murs d'élévation.

Ces chaînages pourront être réalisés en béton armé ou en bois moisés. Ils seront dimensionnés par les bureaux d'études chargés de l'étude des constructions à réaliser.

Cependant, dans les zones infestées de termites et où l'accès aux produits à base de ciment est rendu difficile du fait de l'enclavement, il sera recommandé de privilégier des solutions constructives sans chaînage telles que : murs porteurs épais ou murs fins avec contreforts.

Pour assurer leur rôle de stabilité et si les chaînages reposent simplement sur la maçonnerie dont ils doivent garantir la stabilité, il sera pris soin de les positionner de façon à ce qu'ils soient chargés par un minimum de 40 cm de maçonnerie sur leur partie supérieure.

5.9 Linteaux

Les linteaux sont préfabriqués ou coulés sur place selon les facilités apportées dans l'exécution par l'entrepreneur. Leur béton est dosé à 350 kg/m² de ciment CPA. Dans la mesure du possible et si un chaînage est prévu, il sera préférable que le chaînage puisse aussi jouer le rôle de linteau.

Si l'entreprise possède les compétences requises, il sera possible de produire les linteaux à partir d'éléments de maçonnerie (arcs de décharge).

Les linteaux peuvent aussi être réalisés en bois. En zones infestées par les termites et si les bois locaux ne présentent pas les garanties de durabilité nécessaires, il sera recommandé de faire usage de bois provenant d'autres provinces du pays et de les traiter contre les insectes, ou de privilégier les systèmes de linteaux maçonnés.

Poteaux

6.1 Généralités

Les poteaux sont réalisés sur des fondations ponctuelles. Ils peuvent être :

- en béton armé pour des structures en Rez-de-Chaussée ou en étage,
- en bois pour des structures en RdC,
- en piliers maçonnés pour des structures en RdC.

6.2 Poteaux en béton armé

Les poteaux en béton armé viendront prendre place dans la continuité des semelles ponctuelles en béton armé préfabriquées auxquelles ils sont liés.

Le dosage du béton armé des poteaux s'établit comme suit pour chaque mètre cube de béton :

- 350 Kg de ciment / m3 de béton
- 400 litres de sable
- 800 litres de graviers 5/15 mm
- 300 à 350 litres d'eau de gâchage

L'armature des poteaux sera calculée par le bureau d'étude en fonction de la charge qu'ils auront à supporter.

Les poteaux en béton armé seront réalisés suivant les règles de l'art (notamment les règles de mise en oeuvre du béton armé, telles qu'indiquées dans le chapitre 4. béton non armé et armé).

6.3 Poteaux en bois

Les poteaux en bois prendront place sur des massifs de fondation/soubassement isolés, dont la surface supérieure est finie de façon à obtenir une surface arrondie ne permettant pas la stagnation d'eau à cet endroit.

Il sera prévu dès la réalisation du massif de fondation/soubassement d'y intégrer des fers feuillards (2 unités) pliés et ancrés à la base du massif et dont les extrémités en attente ressortiront d'une longueur de 30 cm minimum, afin de permettre l'ancrage du pilier bois qui reposera sur le massif.

La structure pourra être réalisée en bois de scierie, ou en bois brut suivant les disponibilités locales. Les bois sera sélectionné parmi les essences disponibles localement, ceci en fonction de leurs caractéristiques mécaniques et de leur capacité à résister aux attaques des termites. Les bois seront traités contre le pourrissement et contre les insectes. En zones infestées par les termites et si les bois locaux ne présentent pas les garanties de durabilité nécessaires, il sera recommandé de faire usage de bois provenant d'autres province du pays.

6.4 Piliers maçonnés en briques cuites 22/10/6 (ou s'en approchant)

Les piliers maçonnés sont réalisés suivant les règles de l'art (notamment les règles de mise en oeuvre d'éléments maçonnés, telles qu'indiquées dans le chapitre 5. Maçonneries). L'avancement de la maçonnerie se fait uniformément d'aplomb et de niveau. Les joints sont verticaux et alternés, ils respectent un appareillage de qualité.

Les reprises, après arrêt, se font sur maçonnerie nette, nettoyée et humidifiée.

Les briques cuites disponibles sur le marché ont des caractéristiques très différentes selon leur nature. Le bureau d'étude en charge de la définition du projet devra s'assurer que les caractéristiques de ces briques permettront de garantir la qualité et la durabilité de l'ouvrage envisagé (résistance à la compression sèche).

Les briques cuites sont hourdées au mortier de sable-ciment ou au mortier bâtard.

Le dosage du mortier de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 250 Kg de ciment / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Le dosage du mortier bâtard de maçonnerie s'établit comme suit pour chaque mètre cube de mortier :

- 70 Kg de ciment / m3 de mortier
- 250 Kg de chaux / m3 de mortier
- 1 000 litres de sable
- 250 à 300 litres d'eau de gâchage

En zone difficile à approvisionner en ciment, le mortier de maçonnerie pourra être réalisé en sable argileux ne présentant pas de risque de retrait / gonflement. Les joints seront laissés creux destinés à recevoir un enduit au mortier de ciment ou au mortier bâtard (chaux-ciment).

Le pilier maçonné sera surmonté d'une dalette préfabriquée en ferro-ciment qui accueillera la sablière, ou toutes autres solutions pertinentes qui pourront être proposées par la maîtrise d'œuvre ou par l'entreprise. Avant mise en oeuvre, elles devront être validées par le DPO.

Toiture

7.1 Ouvrages en béton armé

Dans les cas où la toiture existante est en béton armé : l'ancienne membrane d'étanchéité sera remplacée par les membranes en « DERBIGUM » posées sur un béton ayant une pente convenable et dirigeant toutes les eaux vers les crapaudines de 20x20 constituant les têtes des descentes des eaux pluviales en PVC. Ces membranes seront posées à chaud.

L'amiante de ciment est strictement interdite dans la construction.

7.2 Charpente

Les charpentes pourront être réalisées en bois ou en métal, ceci en fonction de l'impact qualitatif et financier du choix de l'une ou l'autre option. Les bois de charpente seront sélectionnés parmi les essences disponibles localement, ceci en fonction de leurs caractéristiques mécaniques et de leur capacité à résister aux attaques des termites. Les bois de charpentes seront traités contre le pourrissement et contre les attaques de termites. Dans le cas de l'absence de produits chimiques spécifiques et non dangereux pour la santé humaine, un traitement à l'huile de vidange sera appliqué. Les charpentes métalliques seront traitées contre les risques de corrosion.

En zones infestées par les termites et si les bois locaux ne présentent pas les garanties de durabilité nécessaires, il sera recommandé de faire usage de bois provenant d'autres provinces du pays et de les traiter contre les insectes, voire de privilégier les systèmes de charpente métallique.

7.2.1 Panne

Les pannes pourront être réalisées en bois ou en métal, ceci en fonction de l'impact qualitatif et financier du choix de l'une ou l'autre option. Les bois de pannes seront sélectionnés parmi les essences disponibles localement, ceci en fonction de leurs caractéristiques mécaniques et de leur capacité à résister aux attaques des termites. Les bois de pannes seront traités contre le pourrissement et contre les insectes. Dans le cas de l'absence de produits chimiques spécifiques et non dangereux pour la santé humaine, un traitement à l'huile de vidange sera appliqué. Les pannes métalliques seront traitées contre les risques de corrosion.

Les systèmes mixtes, charpente métalliques et pannes en bois, sont acceptées dans les présentes prescriptions techniques.

7.2.2 Planche de rive

Les planches de rives seront réalisées en bois, ceci en fonction de l'impact qualitatif et financier du choix de l'une ou l'autre option. Les bois de rives seront sélectionnés parmi les essences disponibles localement, ceci en fonction de leurs caractéristiques mécaniques et de leur capacité à résister aux attaques des termites. Les bois de rives seront traités contre le pourrissement et contre les insectes. Dans le cas de l'absence de produits chimiques spécifiques et non dangereux pour la santé humaine, un traitement à l'huile de vidange sera appliqué. En matière de finition, une peinture à l'huile pourra être appliquée sur les planches de rives.

7.2.3 Couverture

La couverture doit être réalisée en tôle de BG 28 ou éléments de couverture de qualité équivalente (longévité en milieu équivalent). L'introduction d'éclairage zénithal par le biais de tôle spéciale est possible.

A preuve de la maîtrise d'exécution par l'entreprise et de la qualité des produits proposés, d'autres matériaux seront acceptés (bacs aluminium, tuiles cuites, Tuiles Mortier Vibré, etc...). Ces alternatives devront être préalablement validées par le DPO.

Les couvertures en matières végétales ne seront pas acceptées à moins qu'il soit démontré qu'elles ne présentent pas de risque humain en cas d'incendie.

Dans les zones à risque de vents violents, et pour éviter les risques de surpressions qui provoqueraient l'arrachement des toitures, il est recommandé de prévoir des cheminées d'aération au faîte de la toiture. Cette recommandation est aussi valable pour les salles de classe à faible hauteur sous toiture, où l'introduction de ce détail technique ainsi que la mise en place d'un faux-plafond rampant (ou la non mise en place de faux-plafonds) permettra de dégager un volume habitable suffisant pour garantir un confort minimum de l'utilisation des salles de classe.

7.2.4 Ancrage des toitures

L'ancrage des toitures devra être réalisé de telle façon à garantir que les pressions des vents ne puissent en aucun cas soulever la toiture.

Descente des eaux pluviales

Dans les cas où où les descentes d'eaux pluviales sont métalliques : elles seront remplacées par des descentes en PVC fixées au mur avec des colliers métalliques.

Dans le cas de constructions neuves, les descentes seront également réalisées en PVC, suivant les règles de l'art. Il conviendra pour cela de se rapporter au CCTP relatif à ce type d'ouvrages.

Faux-plafond

L'entrepreneur devra exécuter le faux-plafond en stricte conformité avec les plans.

Les faux-plafonds sont :

- en Timberit de 5 mm d'épaisseur pour les salles des classes et le bureau,
- l'utilisation de solutions de faux-plafonds en utilisant d'autres matériaux manufacturés (tels que triplis ou contreplaqués), ou encore en utilisant des ressources locales (nattes, bambou, rafia, etc.) est possible. Avant mise en oeuvre, ces options devront avoir été validées par le DPO.

Les gîtages supportant le faux-plafond seront dimensionnés par le bureau d'étude en charge de l'étude des constructions à réaliser.

Les faux-plafonds pourront être horizontaux ou inclinés (rampants) ou mixtes.

Pavement et chape

10.1 Carrelage en grès cérame

Lorsque le bloc sanitaire mis en place le justifiera, tout le pavement de la zone sanitaire sera carrelé avec des carreaux en grès cérame.

10.2 Pavements

10.2.1 Béton avec chape intégrée

Le béton avec chape intégrée est mis en oeuvre en une seule couche, de l'épaisseur du pavement ordinaire. Le coulage se fait sur une surépaisseur de remblai d'une valeur égale au pavement avoisinant (chape comprise).

Un joint de retrait sera prévu pour toutes les longueurs supérieures à trois mètres (largeur et longueur). Le joint entre un pavement existant et une reprise de pavement est toujours marqué. L'entreprise s'assurera de l'esthétique des reprises qu'elle sera amenée à réaliser.

Des précisions quant à la mise en oeuvre et aux dosages du béton pour le pavement sont indiquées en chapitre 4. Béton non armé et armé (4.2.3 Béton de pavement).

10.2.2 Pavement en matériaux locaux

De très bons résultats de pavement peuvent être obtenus à moindre coût à travers l'utilisation de matériaux tels que les pierres plates, les briques cuites, etc... Ces solutions locales devront retenir toute l'attention des bureaux d'études lors de l'analyse du potentiel des sites où il s'agira d'intervenir.

10.2.3 Autres pavements

A preuve de la maîtrise d'exécution par l'entreprise et de la qualité des produits proposés, d'autres matériaux seront acceptés (petites dalles de mortier de ciment ou de béton, pavés autobloquants, BTCS, etc...). Ces alternatives devront être préalablement validées par le DPO.

10.3 Dalle intérieure

Les dalles qui constituent le sol intérieur des salles de classe sont désolidarisées des murs. Des joints de pré-fissuration sont prévus au maximum tous les 9 m² de surface de dalle sans qu'aucun côté n'excède une longueur de 3 mètres linéaires.

La dalle est constituée d'une chape ciment intégrée (non armée) et réalisée sur un remblai compacté.

La chape ciment a une épaisseur d'environ 7 cm ; elle est dosée à 250 Kg de ciment / m³. Le dosage d'une telle chape s'établit comme suit pour chaque mètre cube :

- 250 Kg de ciment / m³ de produit fini
- 1 000 litres de sable
- 200 à 250 litres d'eau de gâchage

Revêtements mureaux

11.1 Faïences

Les faïences seront posées sur tous les murs des toilettes à une hauteur de 180 cm et les joints seront fermés avec du ciment blanc ou gris.

11.2 Enduits intérieurs et extérieurs

11.2.1 Préparation du support

La préparation comprend obligatoirement les travaux suivants :

- le décapage des matériaux dépassant le plan du parement,
- le grattage des joints souillés ou peu résistants,
- le bouchage des trous existants dans les parements,
- le dépeussierage des murs,
- l'humidification du support par aspersion d'eau, sauf s'il est suffisamment humide,
- le remplissage et le recouvrement par des bandes adhésives des joints entre différents matériaux.

Les échafaudages doivent être placés sans enlever les matériaux du support. Aucun trou ne peut être pratiqué à cet effet dans les murs et parois sans l'autorisation du FD ou DPO ; de tels trous ne sont admis que dans des cas exceptionnels.

Les réparations doivent être strictement invisibles.

11.2.2 Composition des mortiers d'enduits

Les compositions des mortiers d'enduits à employer sont les suivantes :

- Pour les maçonneries en blocs de ciment, et éventuellement en BTCS ou en briques cuites :
 - pour enduits intérieurs : 300 Kg de ciment par m³ de sable,
 - pour enduits extérieurs : 350 Kg de ciment par m³ de sable.

- Pour les maçonneries en terre crue :

Plusieurs solutions pertinentes d'enduits extérieurs sur des murs en terre crue existent en milieu enclavé et pourraient être appliquées de façon plus large. Ces solutions locales devront retenir toute l'attention des bureaux d'études lors de l'analyse du potentiel des sites où il s'agira d'intervenir. Ces solutions seront tout a fait recevables après avoir été validées par le DPO. Si le choix d'un enduit ciment est retenu notamment en extérieur, et malgré son manque d'adhérence sur ce type de maçonnerie, un détail technique devra être prévu pour renforcer la liaison murs-enduits (mise en place de grillage, de maillage en fil de fer, de pierre dans les joints des briques, etc.). Il conviendra pour cela de se référer au CCTP concernant ce type d'ouvrages. Le système proposé devra être validé par le DPO.

Autres solutions d'enduits extérieurs sur terre crue : A preuve de la maîtrise d'exécution par l'entreprise et de la qualité des produits proposés, d'autres solutions seront acceptées (mortier bâtard à la chaux, bardage, détails architecturaux, etc.). Ces alternatives devront être préalablement validées par le DPO.

11.2.3 Mise en œuvre

L'enduit est projeté à la truelle sur le support humide, puis dressé à la latte. L'enduit a une épaisseur totale de ± 15 mm, quelque peu variable suivant la nature de l'enduit. Il est appliqué en deux ou trois couches.

Réparation :

L'entrepreneur doit effectuer avec le plus grand soin les réparations nécessaires après le passage des corps de métier qui le suivent et la reprise des fissures éventuelles constatées pendant la période de garantie fixée à un an à dater de la réception provisoire ou de l'occupation du bâtiment.

Les réparations doivent être strictement invisibles.

Menuiseries

12.1 Menuiseries métalliques

12.1.1 Nature des travaux

Les travaux faisant l'objet du présent paragraphe comprennent :

- la fourniture et la pose des portes et fenêtres métalliques avec imposte,
- la fourniture et la pose des treillis moustiquaires métalliques,
- la fourniture et la pose des protections antivols en acier.

12.2 Exécution et mise en œuvre

Toutes les menuiseries sont exécutées suivant les règles de l'art. Les menuiseries métalliques sont protégées par un antirouille appliqué avant la pose et recevront une peinture à l'huile.

Toutes protections étant prises, les pièces qui viendraient à se déformer sous l'action des facteurs atmosphériques ou sous tout autre facteur quelconque seront reprises en atelier pour être remises en état ou remplacées suivant l'avis du DPO ainsi que du Maître d'Ouvrage Délégué.

12.3 Menuiserie pour châssis de fenêtres

Les modèles et les dimensions de fenêtres du projet sont repris aux plans du dossier.

L'entrepreneur fait exécuter le montage des fenêtres par les ouvriers qualifiés dans le respect des règles de l'art.

Il apportera un soin particulier à ce qui concerne la battée pour la tablette et la rainure de placement d'ébrasement, les dispositifs à exécuter par réplique aux endroits exposés aux infiltrations, etc.

12.4 Menuiserie de porte

Les portes métalliques doivent être fabriquées d'une manière rigide, le constructeur veillera spécialement à éviter tout voilement.

Chaque porte reçoit trois solides charnières qui sont fixées par des vis appropriées.

12.5 Quincaillerie et serrureries

Les objets de quincailleries et de serrureries seront d'un label de bonne qualité et doivent répondre aux exigences des normes en la matière. Un échantillon de chaque modèle à poser sera soumis à l'appréciation et à l'approbation préalable du DPO ainsi que du MOD. Les quincailleries et serrureries sont comprises dans le prix proposé par l'entrepreneur.

Les serrures et poignées de portes sont entièrement noyées dans le support des portes isoplanes. Il est prescrit l'utilisation de paumelles en acier laminé, plus robustes que les paumelles en acier roulé ou bien de paumelles électriques.

Chaque serrure comportera trois (3) clefs à fournir par l'entreprise. De toutes les clefs livrées, aucune ne doit pouvoir ouvrir une autre porte que celle pour laquelle elle est destinée.

12.2 Menuiseries en bois

12.2.1 Exécution et mise en œuvre

Toutes les menuiseries sont exécutées suivant les règles de l'art. Les menuiseries en bois recevront une couche de protection, appliquée sur toutes les surfaces des menuiseries extérieures avant la pose.

12.2.2 Traitement du bois

Les contreplaqués employés à la fabrication des portes doivent avoir été collés au moyen de produits contenant des agents de protection contre l'attaque des insectes.

Les bois massifs sont protégés avant montage par immersion totale dans un bain de produit approprié de première qualité. La durée du trempage doit permettre une imprégnation de 200 g minimum de produit par m² de face vue.

12.2.3 Portes en bois massif

Les portes en bois doivent être fabriquées d'une manière rigide, le constructeur veillera spécialement à éviter tout voilement.

Chaque porte reçoit trois solides charnières qui sont fixées par des vis appropriées.

12.2.4 Quincaillerie et serrureries

Les objets de quincailleries et de serrureries seront d'un label de bonne qualité et doivent répondre aux exigences des normes en la matière. Un échantillon de chaque modèle à poser sera soumis à l'appréciation et à l'approbation préalable du DPO ainsi que du MOD. Les quincailleries et serrureries sont comprises dans le prix proposé par l'entrepreneur. Pour la menuiserie en bois, il est souhaitable que l'équipement en fermeture et en rotation soit assuré par un petit appareillage consistant principalement en des ferrures de fermeture et des ferrures de rotation.

Les serrures et poignées de portes, consistent en des serrures à larder ou à mortaiser. Elles sont entièrement noyées dans le support des portes. Des serrures en applique ou entaillées peuvent être utilisées pour les toilettes extérieures.

Les ferrures de rotation consistent principalement en paumelles métalliques à bois, dont les lames de grande longueur sont percées chacune de quatre (4) trous pour vis, pour assurer une bonne liaison avec le bois. Il est prescrit l'utilisation de paumelles en acier laminé, plus robustes que les paumelles en acier roulé, ou bien de paumelles électriques.

Toute la quincaillerie sera mise en place avec le plus grand soin. Les entailles nécessaires auront la profondeur voulue, pour ne pas altérer la force du bois. Elles présenteront les dimensions précises de la ferrure en largeur et en longueur et seront exécutées de façon à ce que la quincaillerie affleure exactement les bois.

Chaque serrure comportera trois (3) clefs à fournir par l'entreprise. De toutes les clefs livrées, aucune ne doit pouvoir ouvrir une autre porte que celle pour laquelle elle est destinée.

12.2.5 Impostes barreaudés (avec barres de diamètre 16)

Les impostes sont en bois avec barres de protection contre le vol, d'un diamètre de 16 mm minimum, fixées dans un encadrement tous les 15 cm. Ces barres de protection reçoivent deux couches de peinture à l'huile couleur noire.

15.7 Ancrage des menuiseries

Les menuiseries seront mise en oeuvre selon les règles de l'art et ancrées dans les murs de façon à éviter tout risque d'arrachement. Une attention particulière sera portée aux ancrages des menuiseries dans les ouvrages en terre crue.

Vitrerie

Toutes les vitres devront être des vitres claires d'une épaisseur requise de 5 mm pour les fenêtres posées avec du mastic à vitres sur des châssis métalliques.

Dans les châssis mobiles, les verres sont collés du côté du pivot. Tout verre fendu par une pointe doit être remplacé.

Le vitrier ne dépose jamais son mastic sur les planches, pavements ou sur tout objet susceptible d'être tâché. Son travail achevé, il prend soin d'évacuer les décombres hors des lieux de mise en œuvre.

Égouttage

Tous les réseaux d'égouttage seront vérifiés et réparés à partir des installations sanitaires jusqu'à la fosse septique et puits perdu.

Des nouveaux puits seront réalisés pour recueillir les eaux de pluies.

Dans le cas de constructions neuves, l'égouttage se fera suivant les règles de l'art et en respectant les prescriptions du CCTP relatif à ce type d'ouvrages.

Électricité

15.1 Généralités

L'entrepreneur fournira un schéma complet de raccordement avant le démarrage des travaux, lequel sera approuvé par le FD.

L'installation sera conforme à la dernière édition de règlement technique édité par l'Union des Exploitations Electriques.

Les qualités d'une bonne installation électrique sont :

- le fonctionnement correct à la satisfaction de l'utilisateur,
- l'absence de risque d'électrocution, d'incendie ou d'explosion,
- l'accessibilité, l'entretien, le dépannage, le remaniement et l'extension possibles et faciles,
- l'économie d'exploitation.

15.2 Points lumineux et prises de courant

Les appareils sont fournis complètement équipés. Les interrupteurs à encastrer seront à 120 cm au-dessus du pavement tandis que les prises à encastrer seront à 50 cm au-dessus du pavement. La réception du tubage sera réceptionnée par le FD.

Echantillonnage

Avant toute pose, l'entrepreneur devra fournir au FD un échantillon complet des fileries, fourreaux, points lumineux, prises, etc., pour appréciation et agrément.

15.3 Canalisation - Appareils et Matériels

15.3.1 Mesures générales

Le tracé des canalisations sous tubes sera établi de manière à éviter que ces tubes ne forment des cuvettes de condensation de l'humidité.

15.3.2 Type et placement

Sauf prescriptions plus sévères prévues par les règlements, tous les conducteurs seront du type VOB et placés dans les tubes en matières thermoplastiques. Le tubage de chaque canalisation doit être fixé sur toute sa longueur préalablement à l'introduction des fils. Les

croisements des tubes seront évités.

Le passage en coude sous d'autres canalisations est interdit, un pont peut à la rigueur être accepté, pour autant qu'il ne gêne pas la pose du revêtement de sol. Le tirage des fils se fera par aiguille ou ressort en acier. Les fils et les câbles à tirer seront tous d'une seule pièce (donc sans ligature, ni joint, ni soudure). Il sera laissé une longueur de 40 cm de fil en réserve aux tableaux, de 15 cm aux points lumineux et de 10 cm aux boîtes de dérivation, aux interrupteurs et aux prises de courant.

15.3.3 Boîtes de jonction, de dérivation et de tirage

Les boîtes de tirage ou de dérivation :

Elles seront de même nature que les canalisations auxquelles elles seront raccordées. Elles doivent être accessibles et font sur le nu des maçonneries, une saillie qui ne dépassera pas l'enduit de finition. Les raccords en forme de T et de L sont interdits dans le montage encastré s'ils sont recouverts par un revêtement (crépi, ciment). Les boîtes raccordées aux tubes sous un revêtement et les extrémités libres de ces tubes seront bourrés de papier durant le plafonnage. Il sera prévu, au moins, une boîte de tirage tous les 8 m et tous les 3 coudes.

Les jonctions :

Les jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutés dans des boîtes de dérivation ou aux bornes d'interrupteurs ou des prises de courant. Les conducteurs raccordés doivent être serrés exclusivement entre pièces métalliques ou l'un sur l'autre dans des pièces métalliques. Un bon contact doit être assuré sans que les conducteurs ne soient endommagés.

Raccords de conducteurs aux tableaux ou appareils :

Le raccordement des fils et câbles aux tableaux et appareils est effectué au moyen de dispositifs assurant en permanence un contact parfait. Les raccords des sections de plus de 10 mm² se réalisent obligatoirement par des souliers de câble ou des terminales équivalents.

Tubes encastrés :

Les canalisations (conducteurs et leurs tubes) seront encastrées et non apparentes, sauf dans les faux plafonds et locaux non plafonnés. Autant que possible, les canalisations suivent un parcours composé de sections verticales et horizontales et dans ce dernier cas, perpendiculairement aux

murs de manière à faciliter le repérage ultérieur de la position des tubes. Les tubes encastrés dans les murs seront protégés sur toute leur longueur par un recouvrement de mortier composé d'une mesure de ciment et trois mesures de sable. Le recouvrement des premiers nommés sera gaufré de manière à faciliter le plafonnage. Ce mortier ne pourra faire saillie sur le nu de maçonnerie de façon à ne pas gêner le crépissage.

15.3.4 Interrupteurs

Tous les interrupteurs sont du type à encastrer. Ils sont de forme carrée en matière synthétique. Ce sont des interrupteurs silencieux à bascule. Unité d'éclairage 220 V.

15.3.5 Prises de courant

Les prises de courant sont du même type que les interrupteurs monophasé 10/161-250 V. Monophasé plus terre 10/161-250 V.

L'entrepreneur soumet plusieurs modèles de chaque type au Maître d'ouvrage qui en fixe le choix.

15.3.6 Points lumineux

Emplacement des points lumineux :

L'emplacement des points lumineux est celui indiqué aux plans et descriptions de l'installation électrique. Si certains emplacements ne sont pas signalés avec précision ou encore si l'emplacement prévu est jugé peu adéquat par l'installateur, celui-ci le signalera au maître de l'ouvrage qui indiquera sur place le nouvel emplacement ou précisera celui-ci.

Réglette lumineuse à rayonnement libre :

Armature câblée avec ballast, starter et douilles.

Tôle de production.

T.L. équipé de 1x40 W

T.L. équipé de 2x40 W.

Lampe ordinaire :

Lampe de 60 W montée sur socket, fil de rosace.

Assainissement et sanitaire

16.1 Généralités

16.1.1 Assainissement

Les travaux d'assainissement comprennent l'ensemble des ouvrages nécessaires à l'acheminement et à l'évacuation des eaux de toutes natures, soit vers le réseau d'assainissement, soit vers les fosses septiques et puits perdus. Les travaux comprennent toutes les canalisations extérieures au bâtiment, y compris tous les travaux préparatoires (terrassment, etc.). Les travaux prévus sont exécutés dans les règles de l'art et avec soin. Les raccords, soudures et branchements doivent être esthétiques. Les sections indiquées sont maximales, l'attributaire en a la responsabilité et doit réaliser une installation répondant aux remarques du FD ou du DPO.

16.1.2 Mise en œuvre du matériel et des matériaux

Les appareils ou dispositifs brevetés qui sont employés par l'attributaire n'engagent que sa seule responsabilité. Tout préjudice pouvant être causé dans l'exécution ou la jouissance de l'installation pourra conduire à des poursuites dont l'attributaire pourrait être l'objet du fait de l'emploi abusif de dispositifs ou d'appareils brevetés.

16.2 Appareils sanitaires

Les W.C. turcs avec chasse dorsale fournis seront posés dans le bloc sanitaire de chaque bâtiment.

Les urinoirs défectueux seront déposés et remplacés par des urinoirs neufs.

Des lavabos sur colonnes avec robinet à levier seront posés dans le bloc sanitaire de chaque bâtiment.

Peinture

17.1 Généralités

Les vernis et couleurs à employer seront d'une bonne marque et de toute première qualité.

Les claustras, les faux-plafonds, les murs extérieurs et la partie haute des murs intérieurs recevront deux couches de peinture latex, teintes à déterminer par l'Architecte - ingénieur FD et le DPO.

Les menuiseries, planches de rive à peindre et les murs intérieurs et extérieurs sur une hauteur de 1,50 m, recevront deux couches de peinture à l'huile de toute première qualité, les teintes étant déterminées par l'architecte-ingénieur et le DPO.

Murs en briques cuites et en blocs de ciment :
Les murs intérieurs et extérieurs sur une hauteur de 1,50 m, recevront deux couches de peinture à l'huile de toute première qualité, les teintes étant déterminées par l'architecte-ingénieur et le DPO.

Murs en terre crue :
Les murs extérieurs sur une hauteur de 1,50 m, pourront recevoir deux couches de peinture acrylique de toute première qualité, les teintes étant déterminées par l'architecte-ingénieur et le DPO. Il sera cependant préférable d'éviter de créer toute barrière étanche entre le mur et sa surface extérieure.

17.2 Qualité des peintures

L'attributaire doit joindre à sa disposition une notice indiquant la marque, la qualité et le mode d'emploi des produits proposés pour chaque genre d'ouvrage.

Si les produits sont acceptés, il ne sera plus question d'employer d'autres produits sur le chantier. Les produits employés sont livrés sur chantier dans leurs emballages d'origine et fermés. Aucun produit d'une autre marque, diluant ou autre, ne peut être stocké sur le chantier. Des prélèvements et analyses peuvent être prescrits, à la charge de l'entrepreneur, afin de vérifier la qualité des matériaux employés.

17.3 Mise en œuvre des produits

L'attributaire doit fournir l'ensemble de la mise en œuvre de la peinture à exécuter conformément aux règles en vigueur et aux prescriptions des fabricants des produits, sans pouvoir à ces points de vue considérer comme limitatives pour ces fournitures et leur mise en œuvre, les indications contenues dans le présent document et notamment sur la superposition des matériaux d'origine et/ou de qualités différentes.

17.4 Travaux préparatoires

Fourniture et livraison à pied d'œuvre des matériaux et produits nécessaires à l'exécution de cette prestation :

- préparation des supports enduits : grattage, rebouchage, égrenage, bossage, repassage nécessaire,
- protection des sols, plafonds, parois, menuiseries, meubles, agencements, divers, etc.,
- nettoyage des tâches au fur et à mesure des travaux.

17.5 Teinture et ton

Pour le choix de la nuance, l'entrepreneur présentera la carte de ses teintes courantes. Il échantillonne les teintes cassées jusqu'à la complète satisfaction de l'Architecte ou du DPO et du Maître de l'Ouvrage Délégué.

La mise au point de la nuance se fait exclusivement par le mélange des peintures préparées de même marque et déclarées miscibles par le fabricant ou par l'addition de pigments broyés en pâte portant la marque du fabricant de la peinture et déclarés par lui miscibles à cette peinture. L'addition de tout autre pigment ou colorant est interdite.

17.6 Garantie

L'entrepreneur est tenu de décaper et de refaire à ses frais tout ouvrage ou partie de l'ouvrage qui présenterait dans un délai de deux (2) mois prenant cours à l'achèvement effectif des travaux de peinture l'un des défauts suivant : cloque, écaillage ou pèlage, fissuration jusqu'au support, altération prononcée de la teinte.

Il en est de même pour les peintures qui présentent avant la fin du troisième mois de leur mise en œuvre, un degré appréciable de farinage.

17.7 Peinture sur faux-plafonds

Après les travaux préparatoires, les faux-plafonds recevront :

- 1 couche de brûlage de fond à la chaux,
- 1 première couche de peinture latex ou similaire,
- 1 deuxième couche de finition de latex ou similaire.

Peinture au latex :

Le travail comporte la réparation des trous et défauts au moyen d'enduit à l'eau, le ponçage à sec du support, l'application d'une couche de fond et d'une couche de finition sur les plafonds (intérieurs et extérieurs).

Vernis sur bois :

Outre la couche d'imprégnation qui peut être appliquée à l'atelier, le ponçage à sec et les deux couches de vernis de finition sont effectués après la pose.

17.8 Peinture sur menuiseries métalliques

Les châssis de fenêtres, les grilles métalliques ainsi que des portes métalliques pleines seront protégées par un antirouille et peintes avec de la peinture à l'huile.

Nettoyage du chantier

A la fin des travaux, l'entreprise est tenue de faire disparaître toutes les tâches de peinture ou de vernis et d'évacuer après nettoyage complet de l'ensemble du chantier avant son repli.

Le site doit être laissé après travaux dans un parfait état de propreté.



Glossaire

- BTCS : Blocs de Terre Comprimée Stabilisée
- DPO : Délégué à Pied d'Oeuvre
- FD : Fonctionnaire Dirigeant
- MOD : Maître d'ouvrage délégué



Typologies constructives, Coûts et Impacts



III.Sommaire

Avertissements	93
III.1. Secteurs 1 et 2	95
Définition des différents secteurs d'intervention	95
Descriptif technique commun des salles de classe	97
Descriptif technique commun des services annexes	101
III.1.1. Murs porteurs fins en RdC	105
T-02 : Murs en BTCS fins + contreforts	105
T-12 : Murs en briques cuites fins + contreforts	123
III.1.2. Structures poteaux (parapluie) en RdC	139
T-08 : Poteaux béton armé - remplissage blocs ciment	139
III.2. Secteurs 3 et 4	157
Définition des différents secteurs d'intervention	157
Descriptif technique commun des salles de classe	159
Descriptif technique commun des services annexes	163
III.2.1. Murs porteurs fins en RdC	167
T-01 : Murs en adobe fins + contreforts	167
III.2.2. Murs porteurs épais en RdC	183
T-03 : Murs en adobe épais	183
III.2.3. Structures poteaux (parapluie) en RdC	199
T-06 : Poteaux bois - remplissage torchis	199
III.3. Options non retenues	215
Définition des différents secteurs d'intervention	215
Descriptif technique commun des salles de classe	217
Descriptif technique commun des services annexes	221
III.3.1. Murs porteurs épais en RdC	225
T-04 : Murs en BTCS épais	225
III.3.2. Structures poteaux (parapluie) en RdC	239
T-05 : Poteaux briques cuites - sans remplissage	239
T-09 : Poteaux béton armé - remplissage briques cuites	251
T-13 : Poteaux béton armé - remplissage BTCS	265
III.3.3. Murs porteurs en RdC+étage	279
T-10 : Murs en BTCS	279
III.3.4. Structures poteaux (parapluie) en RdC+étage	293
T-11 : Poteaux béton armé - remplissage blocs ciment	293



Avertissements

Typologies architecturales et constructives

Les typologies présentées dans ce documents sont des modèles de principes qui devront être adaptés aux différents contextes.

Coûts

Les prix présentés dans ce document donnent des valeurs indicatives établies à partir de moyennes par zone d'approvisionnement (les tableaux de coût des matériaux et éléments de constructions figurent dans le rapport 2 de cette étude). Ces valeurs seront à finaliser une fois les plans définitifs établis.

A l'intérieur de chaque zone des écarts de prix existent également.

Les valeurs données ont donc seulement pour but de permettre une comparaison des différentes typologies afin d'aider le maître d'ouvrage dans son choix en fonction de la zone d'implantation du projet.

Ces tableaux n'ont pas valeur de devis et ne fixent en aucun cas le coût réel du bâtiment selon les différents contextes.

Pour chacune des typologies retenues comme ayant une pertinence par rapport aux attentes du PARSE, les consultants ont étudié des approches permettant de réduire le montant du coût pris en charge par l'Etat ou ses partenaires (hors communautés locales).

La logique des consultants a été de réduire progressivement l'appui apporté à la communauté au minimum de l'infrastructure à réaliser, sans toutefois prendre le risque de réduire la durée de vie de l'investissement réalisé.

Ainsi, les coûts des bâtiments ont été calculés en retirant progressivement les prestations suivantes :

- Le bâtiment complet moins l'équipement électrique ;
- Solution précédente moins les faux plafonds ;
- Solution précédente moins les estrades ;
- Solution précédente moins les huisseries et les finitions des murs (dans le cas des structures à ossatures porteuses, c'est l'ensemble des murs de remplissages qui a été enlevé) ;
- Solution précédente moins la dalle de sol ;
- Solution précédente moins la fondation des murs des remplissage (seulement dans le cas des structures à ossature porteuse : poteaux). Cette solution est indicative, elle n'est pas recommandée du fait qu'elle hypothèquerait de façon importante la durée de vie de l'investissement réalisé par la communauté.

L'expérience d'IRC (Cf. Rapport 1) indique qu'une subvention qui n'aiderait à réaliser que la toiture, sans garantie sur la mise en place de systèmes constructifs permettant à cette toiture d'être liée au sol de façon pérenne, entraîne très rapidement des défauts structurels qui peuvent réduire à néant les efforts consentis.

De même, une recherche de réduction des coûts de l'investissement via le choix de matériaux de moindre qualité (matériaux de couverture en particulier) n'est pas plus recommandée, la durée de vie des bâtiments étant réduite dans une proportion bien plus importante que le montant nécessaire à la réalisation du bâtiment :

- Investissement moyen par année de durée de vie et pour un bâtiment (3 salles de classes) couvert en tôle BG28 (durée de vie de 30 ans) :
 - Secteur 3 = 550 US\$ / an ;
 - Secteur 4 = 900 US\$ / an.
- Investissement moyen par année de durée de vie et pour un bâtiment (3 salles de classes) couvert en tôle BG32 (durée de vie de 15 ans) :
 - Secteur 3 = 950 US\$ / an
 - Secteur 4 = 1450 US\$ / an

Secteurs 1 et 2

Définition des différents secteurs d'intervention :

Pour rappel, les coûts et impacts socio-économiques ont été estimés pour quatre secteurs distincts :

- **SECTEUR 1 :**
Urbain, lieu d'approvisionnement national connecté au commerce international.



- **SECTEUR 2 :**
Urbain, facilement desservi à partir du secteur 1.

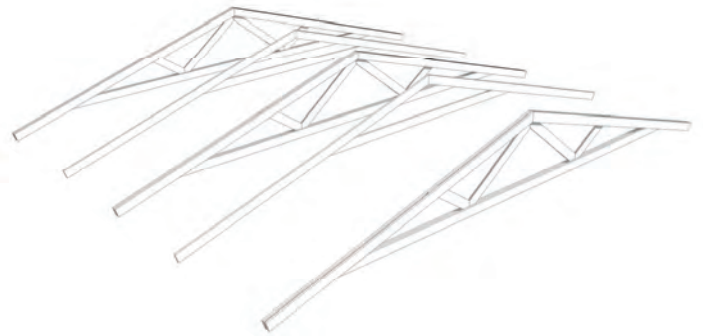


- **SECTEUR 3 :**
Difficile d'accès, l'approvisionnement doit se faire par petit véhicule ceci à partir des secteurs 1 ou 2 (en fonction de l'éloignement et de l'état des voies de communication).

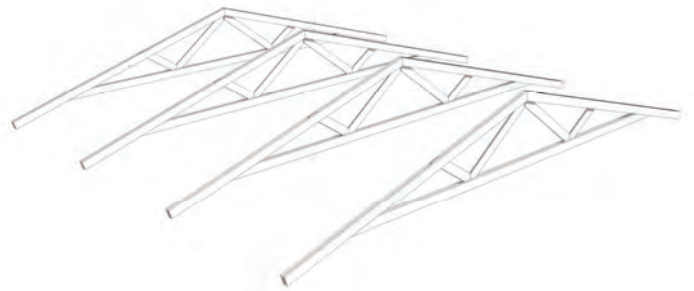
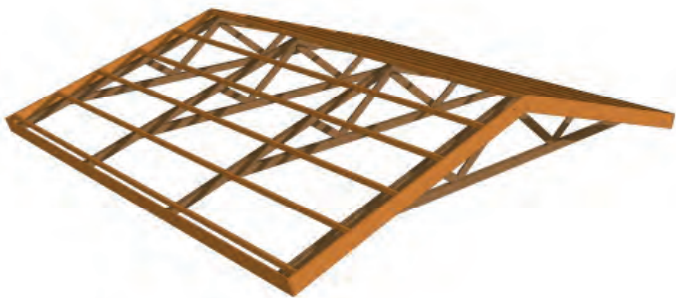


- **SECTEUR 4 :**
Très difficile d'accès, l'approvisionnement doit se finir à pied à partir des secteurs 2 ou 3, voir 1 dans certains cas.





Sur murs porteurs :
5 fermes en alternance (3 fermes W et 2 demi-fermes)



Sur structure poteaux :
4 fermes W

Figure 1

Descriptif technique commun des salles de classe :

Ce descriptif technique concerne les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives développées dans l'étude, il est donc valable pour toutes. Un descriptif spécifique vient le compléter ; il concerne les éléments qui varient d'une typologie à l'autre et apparaît donc dans les sous-chapitres propres à chacune d'entre elles.

Préparation du terrain :

- Le terrain est nettoyé et décapé sur toute l'emprise du bâtiment et sur sa périphérie extérieure (2 mètres).
En fonction de la topographie du terrain, ce décapage pourra être fait par terrasses de différents niveaux.
- Après finition de l'ouvrage, le terrain sera remblayé pour créer des pentes naturelles qui assureront un écoulement des eaux de pluies non préjudiciable ni aux bâtiments ni aux espaces de récréation des élèves.

Fouilles pour fondations :

- La profondeur moyenne des fouilles prise en compte pour cette étude est de 0,50 m. Dans la réalité, la profondeur des fouilles devra être définie en lien avec la nature des sols présents sur le site.

Barrières capillaires :

- La barrière capillaire est constituée d'un film plastique.
- Elle peut aussi être réalisée en mortier de sable ciment mis en oeuvre en deux couches de 1 cm d'épaisseur chacune.

Toitures :

- Fermes :
 - Dans cette étude, les fermes sont triangulées et réalisées en planches. (Cf. figure 1 ci-contre).
 - Par soucis d'économie, elles peuvent éventuellement être réalisées en bois rond. Cela peut avoir une influence sur la qualité et l'esthétique de l'ouvrage. Si le travail est réalisé correctement et les bois choisis de qualité, cela n'aura pas d'influence sur la durée de vie de l'ouvrage.
- Pannes :
 - Dans certains cas, il pourra être pertinent de privilégier des charpentes métalliques (par exemple dans la région de Lubumbashi, dans le cas où le bois de charpente ne serait pas disponible,...).
 - Dans cette étude, les pannes sont en bois scié. Cela est lié au choix de privilégier la tôle comme matériau de couverture (disponibilité, qualité, savoir-faire).
 - Il peut être envisagé l'usage de matériaux différents pour réaliser les pannes si le matériau de couverture vient à être différent de la tôle.
- Couverture et faîtières :
 - Dans cette étude, la couverture est réalisée en tôle BG28 (qualité, durabilité). Pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Dans cette condition de réalisation de qualité, les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans. Si, pour des raisons économiques, le critère de durée de vie des bâtiments est ramené à 15 ans ou moins de 10 ans, le poste le plus pertinent sur lequel il y a lieu de travailler est le poste couverture. Dépendant des conditions climatiques et atmosphériques des sites envisagés, le choix de couvrir les constructions avec des tôles de qualité inférieure ramènera la durée de vie des constructions à une quinzaine d'années (BG32) ou inférieure à 10 ans (BG36).
 - Dans certains contextes, les populations locales maîtrisent la production de tuiles cuites. Ce matériau pourrait alors faire partie des contributions demandées aux communautés locales. Il y aura cependant lieu de prendre en compte la nécessité de renforcer la charpente et la structure qui composera la toiture.
 - D'autres matériaux de couverture (tuiles micro

béton, tuiles béton, couvertures végétales...) existent en RDC et présentent des avantages (création d'emplois, économies dans certains contextes, réduction des risques de vols, etc...). La pertinence de ces options n'est pas remise en question par l'étude et il est même recommandé que ces options puissent être proposées par les porteurs de projet le désirant, mais il a été jugé que leur application demandait plusieurs pré-requis qui n'étaient pas existants de façon assez large en RDC pour justifier ici leur étude spécifique.

- Rives :
Dans cette étude, les rives sont réalisées en bois scié de bonne qualité (pris en compte dans le prix du m³ de bois considéré).

Dalles de sol :

- Dans le cadre de cette étude, les remblais sous les dalles sont réalisés en terre de bonne cohésion et sans risque de gonflement et retrait. Ces terres sont considérées comme étant disponibles sur site. Le choix de l'étude a été de considérer la réalisation de ces dalles en béton (la chape est intégrée à la dalle), ceci en lien avec « l'universalité » de la connaissance de cette technique en RDC.
- D'autres solutions techniques ou un panachage de solutions techniques peuvent être tout à fait pertinents dans le contexte de la RDC (dallage en briques cuites, en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée, en pierres plates, plancher bois,...). Ces solutions peuvent générer des économies conséquentes sans diminuer la qualité de la réalisation envisagée ; elles sont cependant dépendantes de l'existence effective des équipements, matériaux et compétences nécessaires à leur bonne mise en œuvre. C'est en lien avec cela que ces solutions n'ont pas été retenues dans l'étude. Il est cependant recommandé de les étudier si elles sont proposées par certains maîtres d'œuvre.

Estrade :

L'estrade est installée dans la largeur de la classe. Elle a une largeur de 120 cm et sera surélevée d'une hauteur de 15 cm par rapport au niveau du sol de la classe.

Électricité :

Chaque salle de classe dispose de points d'éclairage. Chaque bloc de trois salles de classe dispose d'un compteur électrique spécifique.



Figure 2



*Latrines 10 trous,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 3



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 4



*Dalle de latrine,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 5

Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service :

Complexe scolaire très haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :

Ce type de clôture d'une hauteur de 2 ml au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15 x 15 cm, espacés de 4,00 ml et ancrés sur une semelle en béton armé (40 x 40 x 15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel ;
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture.

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 ml.

- Sanitaires avec fosse septique :

Le modèle pris en compte dans cette étude est celui mis en œuvre par le PARSE dans le cadre de sa phase 1 (Cf. illustration en figure 2).

- Accès à l'eau :

Il est considéré que dans les secteurs où ce type de service (très haute qualité) est fourni, le réseau d'eau potable est existant. L'accès à l'eau dans ce type de contexte consiste donc à assurer le branchement du réseau de l'école au réseau du quartier dans lequel elle est implantée.

Complexe scolaire haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :

Ce type de clôture d'une hauteur de 2ml au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15 cmx15 cm, espacé de 4,00 ml et ancré sur une semelle en béton armé (40*40*15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel,
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture.

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 ml.

- Sanitaires avec fosse à vidanger :

Il s'agit d'un système de sanitaires à fosses avec trappes de vidange pour des zones urbaines peu denses (cf. Chapitre I- Normes Architecturales, section 3.7. Sanitaires).

(Exemple illustré : Cf. figure 3).

- Accès à l'eau :

Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau (citerne de 12 m3) alimentée par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières).

Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs.

(Exemple illustré : Cf. figure 4).



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre
Figure 6*



*Aménagement d'un point d'eau,
principe © IRC
Figure 7*

Complexe scolaire qualité de service basique :

- Clôture végétale :

Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaires avec puits perdu :

Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 ml par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissés à la charge de la communauté bénéficiaire.

(Exemple illustré : Cf. figure 5).

- Accès à l'eau :

Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau constituée de fûts de 200 litres alimentés par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières). Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs. La subvention devra permettre d'acheminer le matériel nécessaire à récupérer l'eau des toitures (gouttières et quincaillerie). La mise à disposition des fûts est laissée à la charge des communautés bénéficiaires.

(Exemple illustré : Cf. figure 6).

Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau :

- Clôture végétale :

Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaire avec puits perdu :

Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 ml par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissées à la charge de la communauté bénéficiaire.

(Exemple illustré : Cf. figure 5).

- Accès à l'eau :

Il s'agit soit d'aménager une source, soit de creuser un puit traditionnel.

(Exemple illustré : Cf. figure 7).

Murs porteurs fins en RdC

T-02 : Murs en BTCS fins + contreforts

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit réalisé		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 1	Secteur 2
1 salle	7 879,00	9 081,00	158	182
2 salles attenantes	14 497,00	16 585,00	145	166
3 salles attenantes	21 115,00	24 089,00	141	161
Bureaux	10 040,00	11 680,00		
2*3 salles attenantes	42 230,00	48 178,00	141	161
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	99 314,00	108 902,00	331	356
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	83 314,00	90 902,00	278	303
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	53 670,00	61 258,00	179	204
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	57 020,00	64 608,00	190	215

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris	
	au ml	par complexe
Complexe scolaire très haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse septique		23 000,00
Branchement eau		700,00
Complexe scolaire haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse à vidanger		6 700,00
Eaux de pluies et citernes		1 000,00
Complexe scolaire qualité de service basique		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Eaux de pluies et fûts		150,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Création de puits		3 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés.

Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 101).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-02 : murs en BTCS fins + contreforts) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

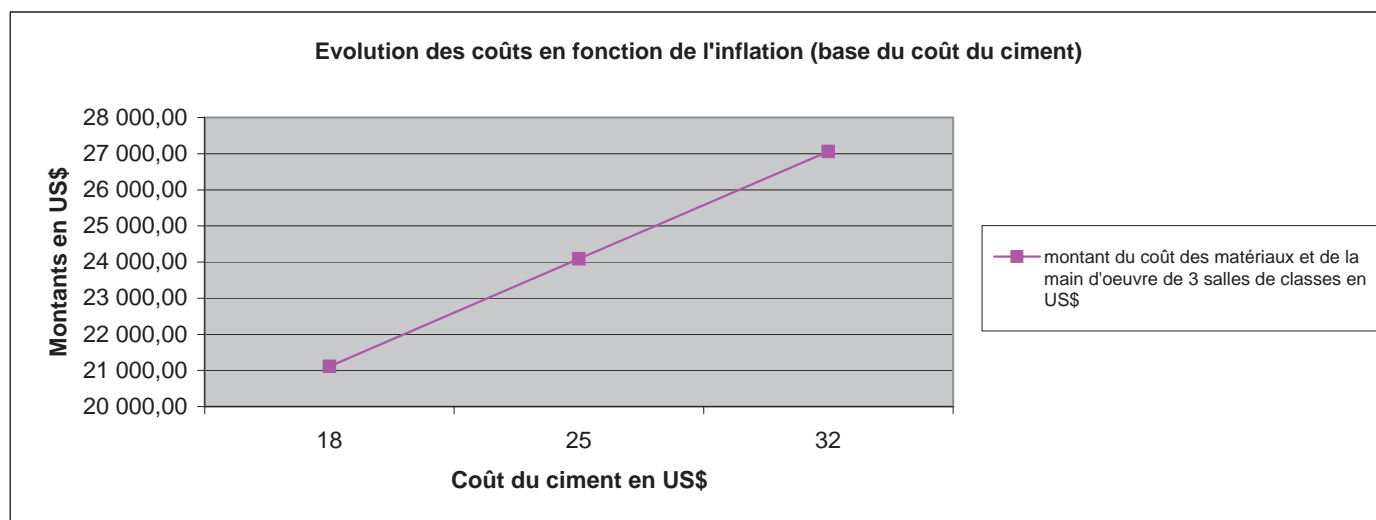
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-02 : murs en BTCS fins + contreforts) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	21 115,41	100,00%	24 088,98	100,00%	28 793,58	100,00%	61 358,08	100,00%
Main d'œuvre directe	2 023,70	9,75%	1 739,13	7,33%	1 739,13	6,12%	1 761,82	2,89%
Investissement de proximité	10 431,54	50,26%	8 909,36	37,55%	5 301,98	18,65%	4 550,95	7,46%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 1, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-02) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. II.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 97).

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en béton cyclopéen sur un béton de propreté.
- Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site. Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment,
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en Blocs de Terre Stabilisée Comprimée hourdée au mortier de terre stabilisée. Les murs ont une épaisseur de 14 cm et intègrent des contreforts pour assurer leur stabilité.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs en briques de terre crue.

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en BTCS sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	265,04
Main d'œuvre qualifié	Jours	159,30
Supervision très qualifié	Jours	11,35
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	190,68
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	19,20
Gravier	m3	21,49
Sable	m3	18,98
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	0,00
Terre pour enduit	m3	11,76
Terre pour torchis	m3	0,00
Éléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	2 745,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	7 580,60
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	145,52
Eau	m3	34,52
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	14,51
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	81,60
acier FE 6 6 ml	barre	31,50
fil d'attache 2mm	kg	12,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	1,48
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	21,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	19,10
Peinture eau	litre	34,24
Diluant	litre	6,30
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	16
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0,96
Fondations en béton cyclopéen	m3	16
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rez de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rez de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	261,4

Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	21
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 1

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en BTCS			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		29 561	25 338	21 115	23 361
	moins électricité	29 057	24 906	20 755	22 893
	moins faux plafond	28 575	24 493	20 411	22 463
	moins estrade	27 936	23 945	19 954	22 073
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	20 859	17 879	14 899	15 739
	moins dalle	18 883	16 186	13 488	14 554

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		175,96	150,82	125,68	139,05
	moins électricité	172,96	148,25	123,54	136,27
	moins faux plafond	170,09	145,79	121,49	133,71
	moins estrade	166,28	142,53	118,77	131,39
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	124,16	106,42	88,68	93,68
	moins dalle	112,40	96,34	80,29	86,63

Secteur géographique 2

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en BTCS			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		33 725	28 907	24 089	27 648
	moins électricité	33 221	28 475	23 729	26 635
	moins faux plafond	32 616	27 956	23 297	26 100
	moins estrade	31 850	27 300	22 750	26 100
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	24 279	20 810	17 342	19 290
	moins dalle	21 948	18 812	15 677	17 675

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		200,74	172,06	143,39	164,57
	moins électricité	197,74	169,49	141,24	158,54
	moins faux plafond	194,14	166,41	138,67	155,36
	moins estrade	189,58	162,50	135,42	155,36
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	144,52	123,87	103,23	114,82
	moins dalle	130,64	111,98	93,32	105,21

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise :

application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME :

application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre :

sans application de marge

Approche participative :

application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 1 566 US\$ en secteur 1,
- 1 801,50 US\$ en secteur 2.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG 32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir d'ajouter un trottoir périphérique autour des salles de classes.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

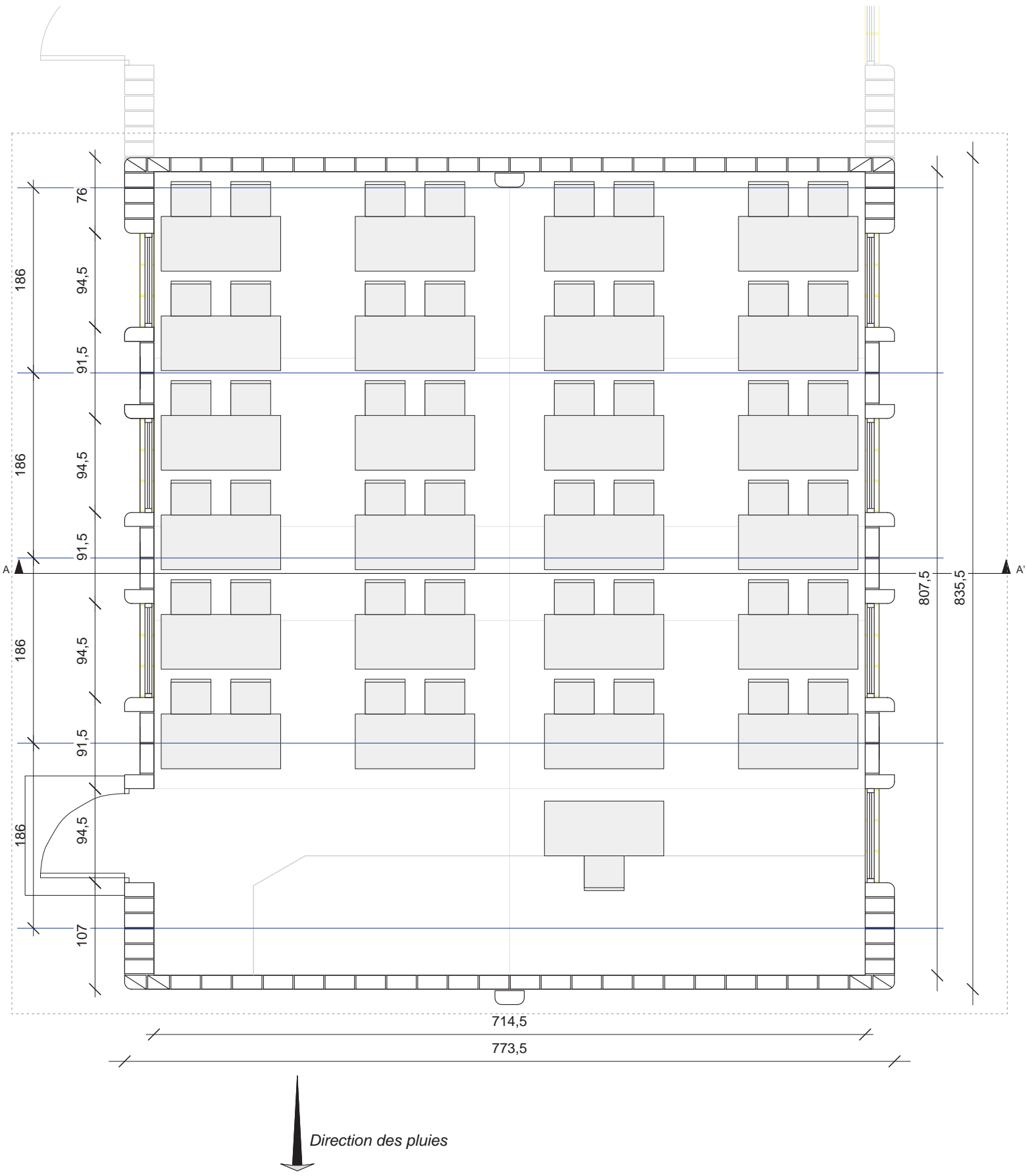
- pour le secteur 1 : de 10 US\$ / m², soit environ 660 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 14 US\$ / m², soit environ 930 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

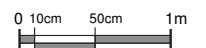
- pour le secteur 1 : de 1,3 US\$ / ml, soit environ 90 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 1,1 US\$ / ml, soit environ 73 US\$ / 3 salles de classes.

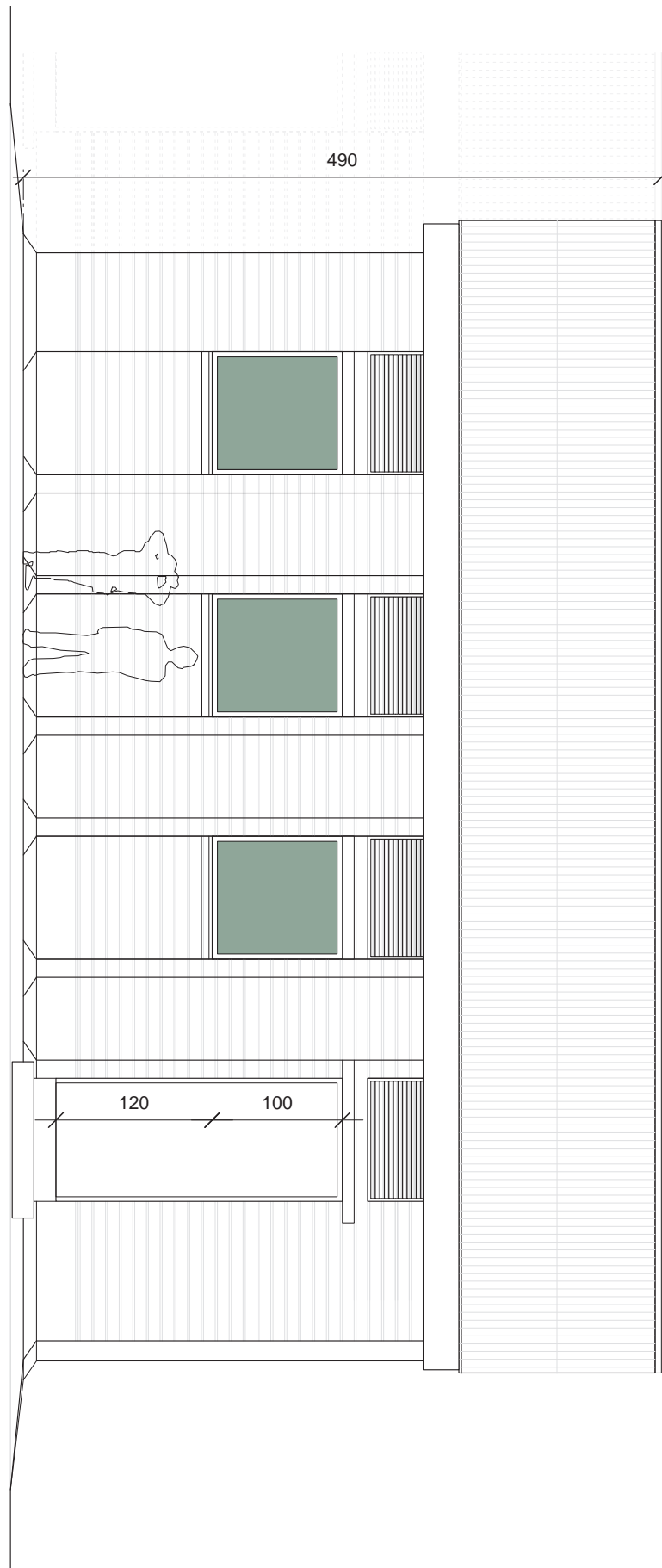
Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.

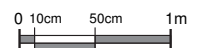


1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS fin + contreforts
 Plan assise a - échelle 1/50





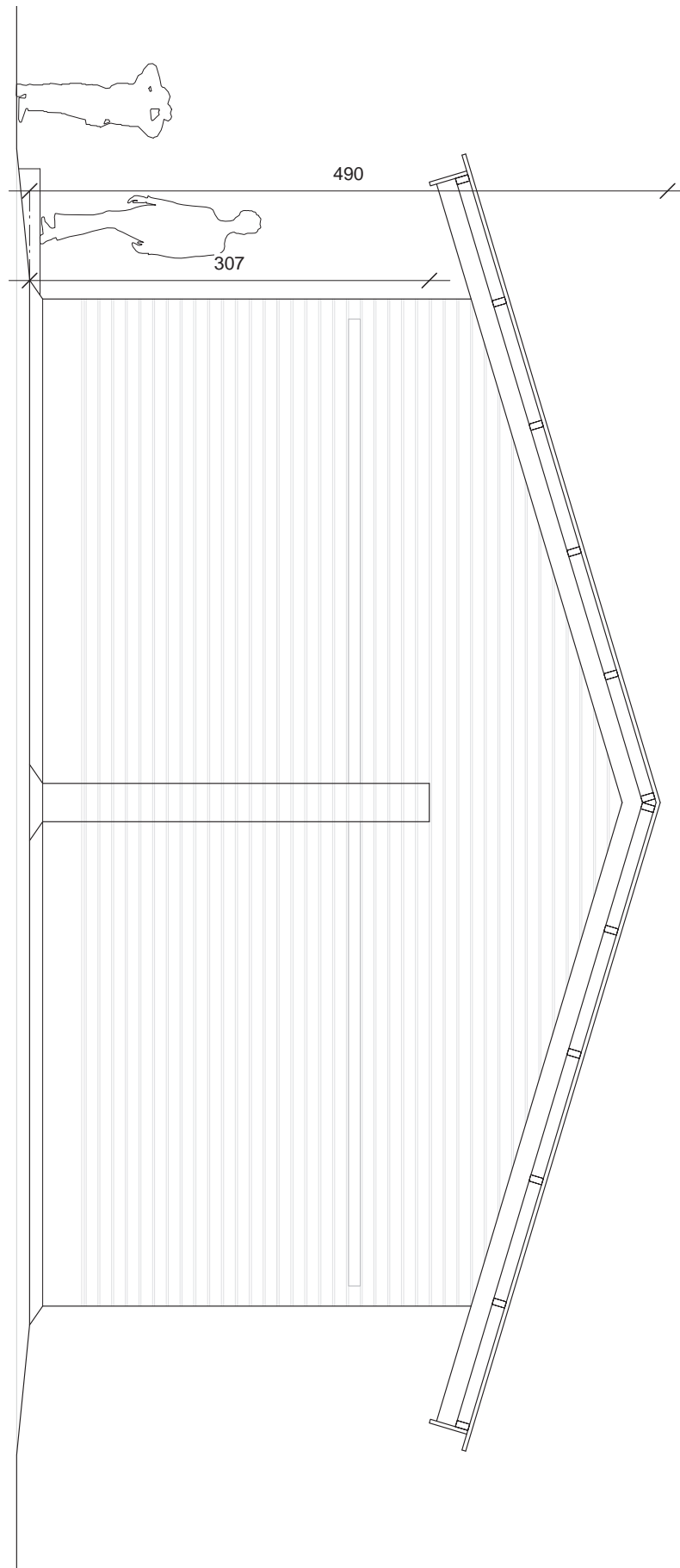
1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS fin + contreforts
 Façade principale - échelle 1/50



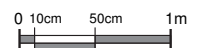


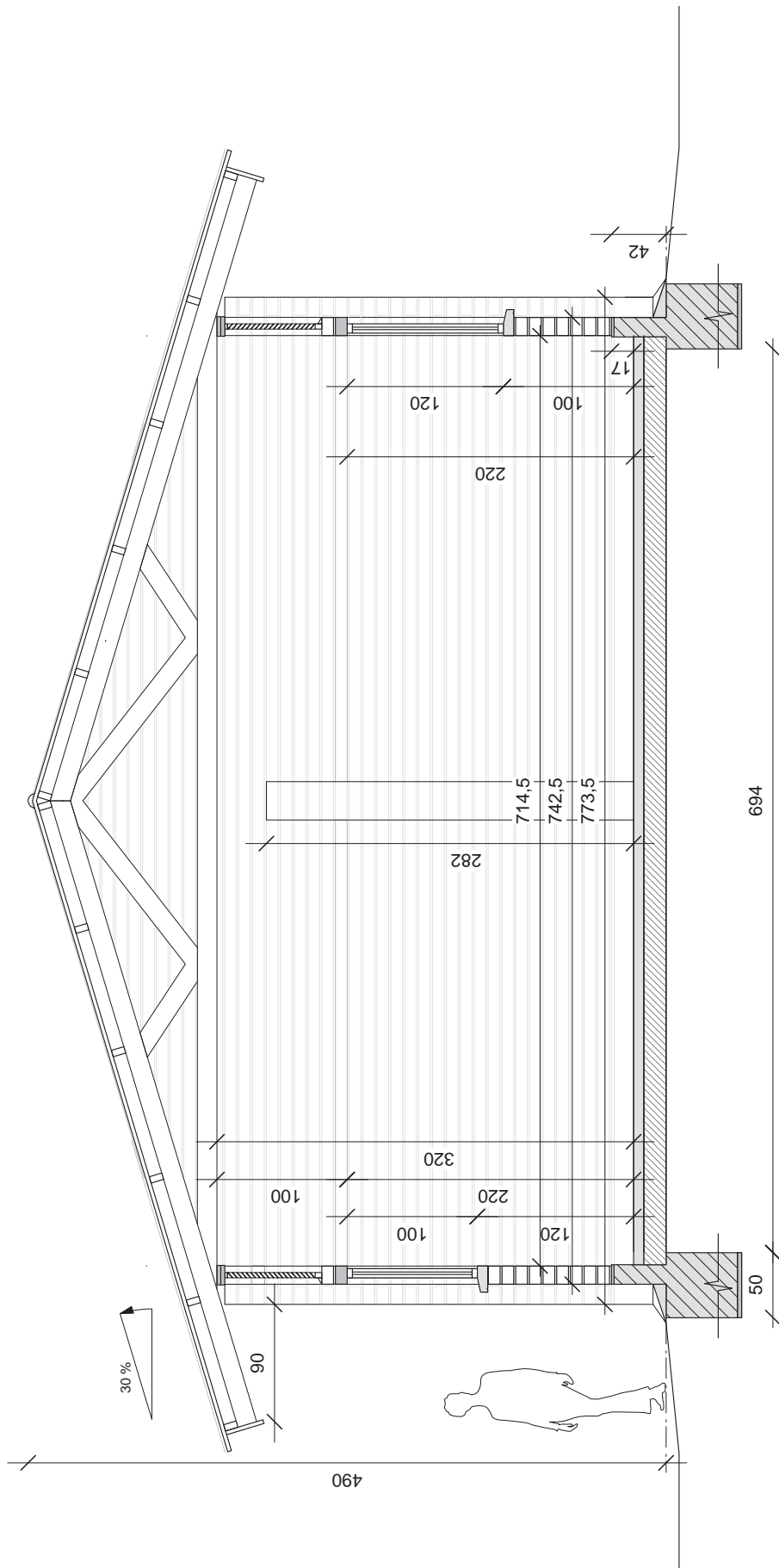
1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS fin + contreforts
 Façade arrière - échelle 1/50



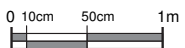


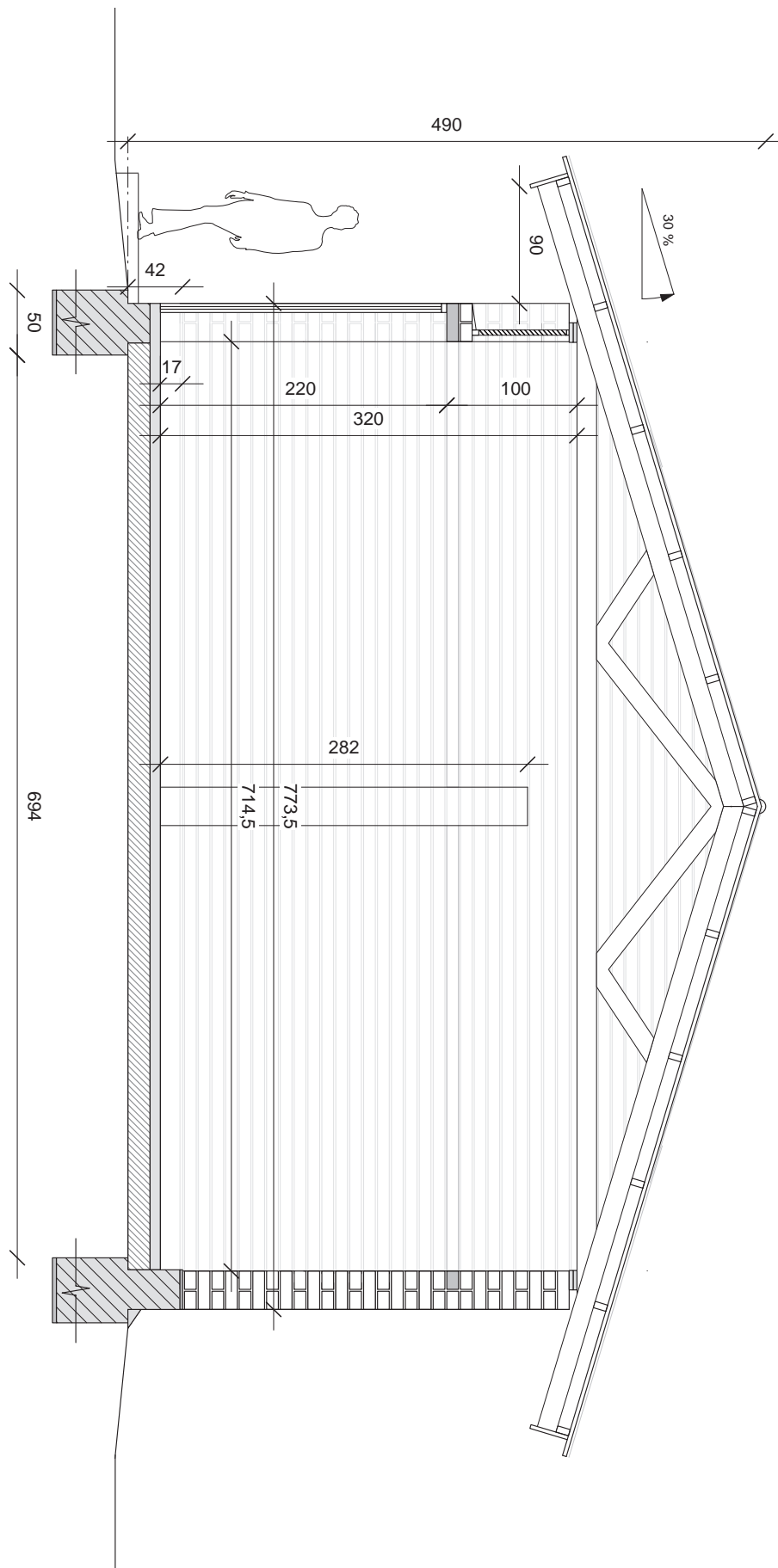
1 classe en RdC
Mur porteur en BTCS fin + contreforts
Façade latérale - échelle 1/50



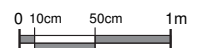


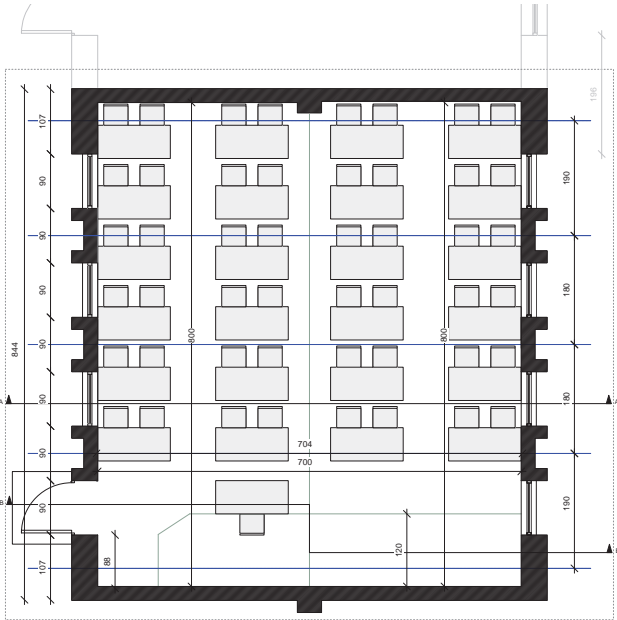
1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS fin + contreforts
 Coupe AA' - échelle 1/50



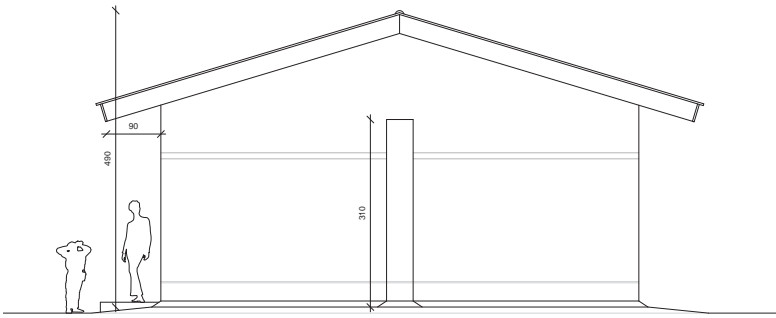


1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS fin + contreforts
 Coupe BB' - échelle 1/50





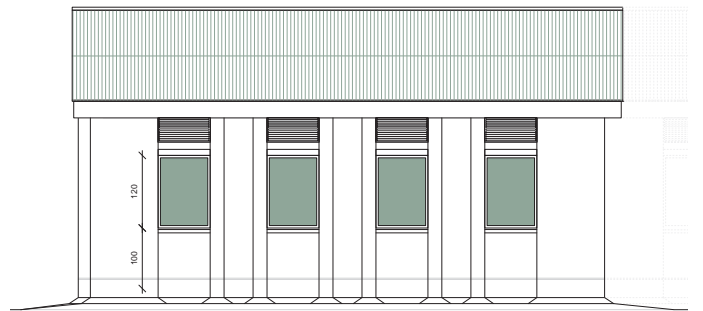
Plan



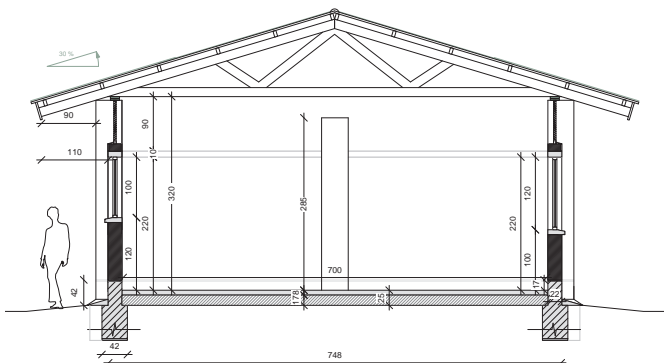
Façade latérale



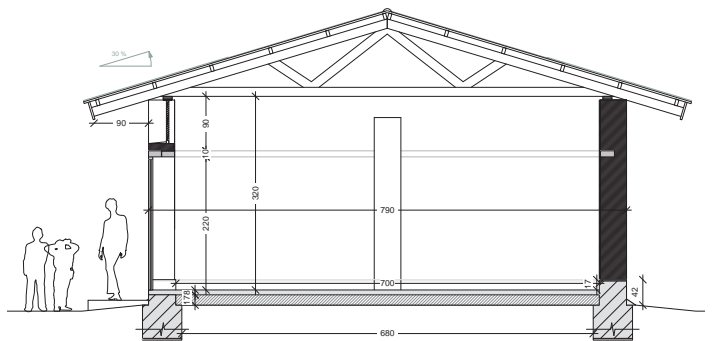
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Murs porteurs fins en RdC

T-12 : Murs en briques cuites fins + contreforts

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit réalisé		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 1	Secteur 2
1 salle	8 967,00	9 158,00	179	183
2 salles attenantes	16 349,00	16 677,00	163	167
3 salles attenantes	23 730,00	24 196,00	158	161
Bureaux	11 931,00	11 992,00		
2*3 salles attenantes	47 460,00	48 392,00	158	161
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	106 435,00	107 428,00	355	358
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	90 435,00	91 428,00	301	305
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	60 791,00	61 784,00	203	206
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	64 141,00	65 134,00	214	217

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris	
	au ml	par complexe
Complexe scolaire très haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse septique		23 000,00
Branchement eau		700,00
Complexe scolaire haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse à vidanger		6 700,00
Eaux de pluies et citernes		1 000,00
Complexe scolaire qualité de service basique		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Eaux de pluies et fûts		150,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Création de puits		3 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés.

Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 101).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-12 : murs en briques cuites fins + contreforts) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

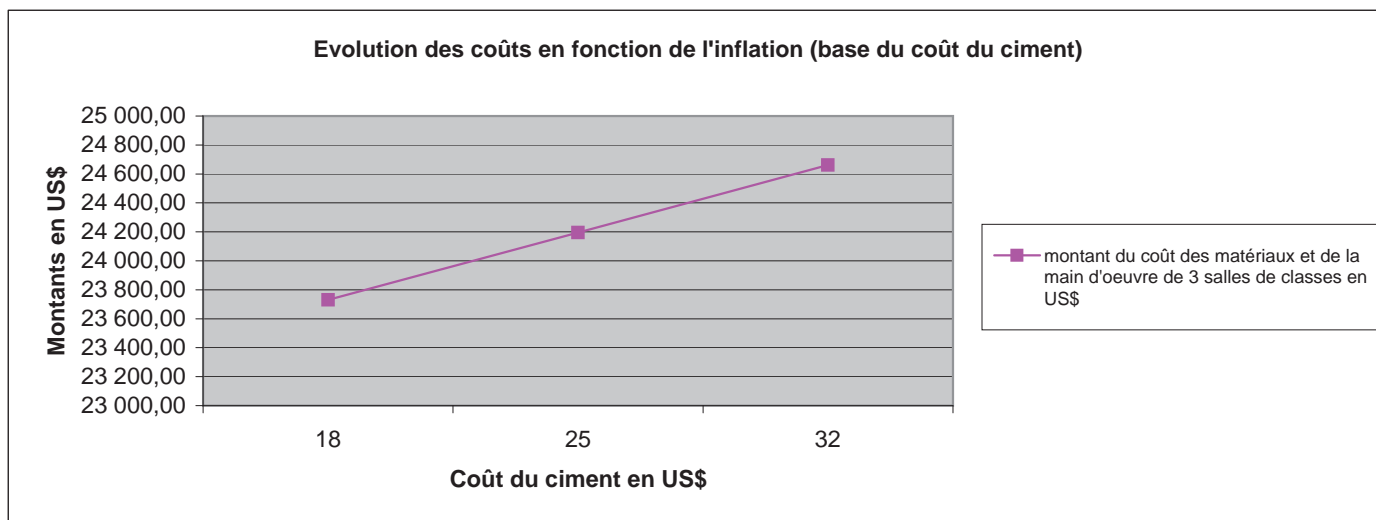
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-12 : murs en briques cuites fins + contreforts) dans les quatre secteurs prédéfinis Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	23 730,36	100,00%	24 195,51	100,00%	25 934,77	100,00%	45 390,71	100,00%
Main d'œuvre directe	2 104,51	9,01%	1 806,01	7,58%	1 806,01	7,06%	1 828,04	4,06%
Investissement de proximité	14 944,47	63,95%	12 324,16	51,71%	7 907,32	30,92%	5 638,33	12,52%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 1, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-12) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 97).

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en béton cyclopéen sur un béton de propreté.
- Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site. Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment,
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en briques de terre cuite hourdée au mortier de ciment. Les murs ont une épaisseur de 22 cm.

Dans la réalité, l'épaisseur des murs sera définie par les dimensions des briques existantes sur site. Si les murs doivent avoir une épaisseur inférieure à 20 cm, il y aura lieu de prévoir des systèmes de contreforts pour assurer la stabilité des élévations.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs en briques de terre crue, de blocs à chaux, de pierre de taille, de BTCS.

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place de façon conventionnelle.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en briques cuites sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	277,98
Main d'œuvre qualifié	Jours	165,77
Supervision très qualifié	Jours	11,02
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	164,77
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	19,20
Gravier	m3	21,49
Sable	m3	46,39
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	0,00
Terre pour enduit	m3	0,00
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	22 159,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	193,13
Eau	m3	52,13
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	14,51
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	81,60
acier FE 6 6 ml	barre	31,50
fil d'attache 2mm	kg	12,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	1,48
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	21,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	19,10
Peinture eau	litre	34,24
Diluant	litre	6,30
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / métré par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	16
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0,96
Fondations en béton cyclopéen	m3	16
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0

Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	228,4
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	21
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 1

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en briques cuites			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		33 222	28 476	23 730	25 996
	moins électricité	32 718	28 044	23 370	25 528
	moins faux plafond	32 236	27 631	23 026	25 098
	moins estrade	31 597	27 083	22 569	24 708
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	24 518	21 016	17 513	18 374
	moins dalle	22 544	19 324	16 103	17 189

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		197,75	169,50	141,25	154,74
	moins électricité	194,75	166,93	139,11	151,95
	moins faux plafond	191,88	164,47	137,06	149,39
	moins estrade	188,08	161,21	134,34	147,07
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	145,94	125,09	104,24	109,37
	moins dalle	134,19	115,02	95,85	102,32

Secteur géographique 2

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en briques cuites			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		33 874	29 035	24 196	27 169
	moins électricité	33 370	28 603	23 836	26 701
	moins faux plafond	32 764	28 084	23 403	26 157
	moins estrade	32 000	27 428	22 857	25 622
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	24 429	20 939	17 449	18 811
	moins dalle	22 098	18 941	15 784	17 197

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		201,63	172,83	144,02	161,72
	moins électricité	198,63	170,26	141,88	158,93
	moins faux plafond	195,03	167,16	139,30	155,70
	moins estrade	190,48	163,26	136,05	152,51
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	145,41	124,64	103,86	111,97
	moins dalle	131,53	112,74	93,95	102,36

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise :

application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME :

application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre :

sans application de marge

Approche participative :

application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 1 566 US\$ en secteur 1,
- 1 801,50 US\$ en secteur 2.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG 32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir autour des salles de classes d'ajouter un trottoir périphérique.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

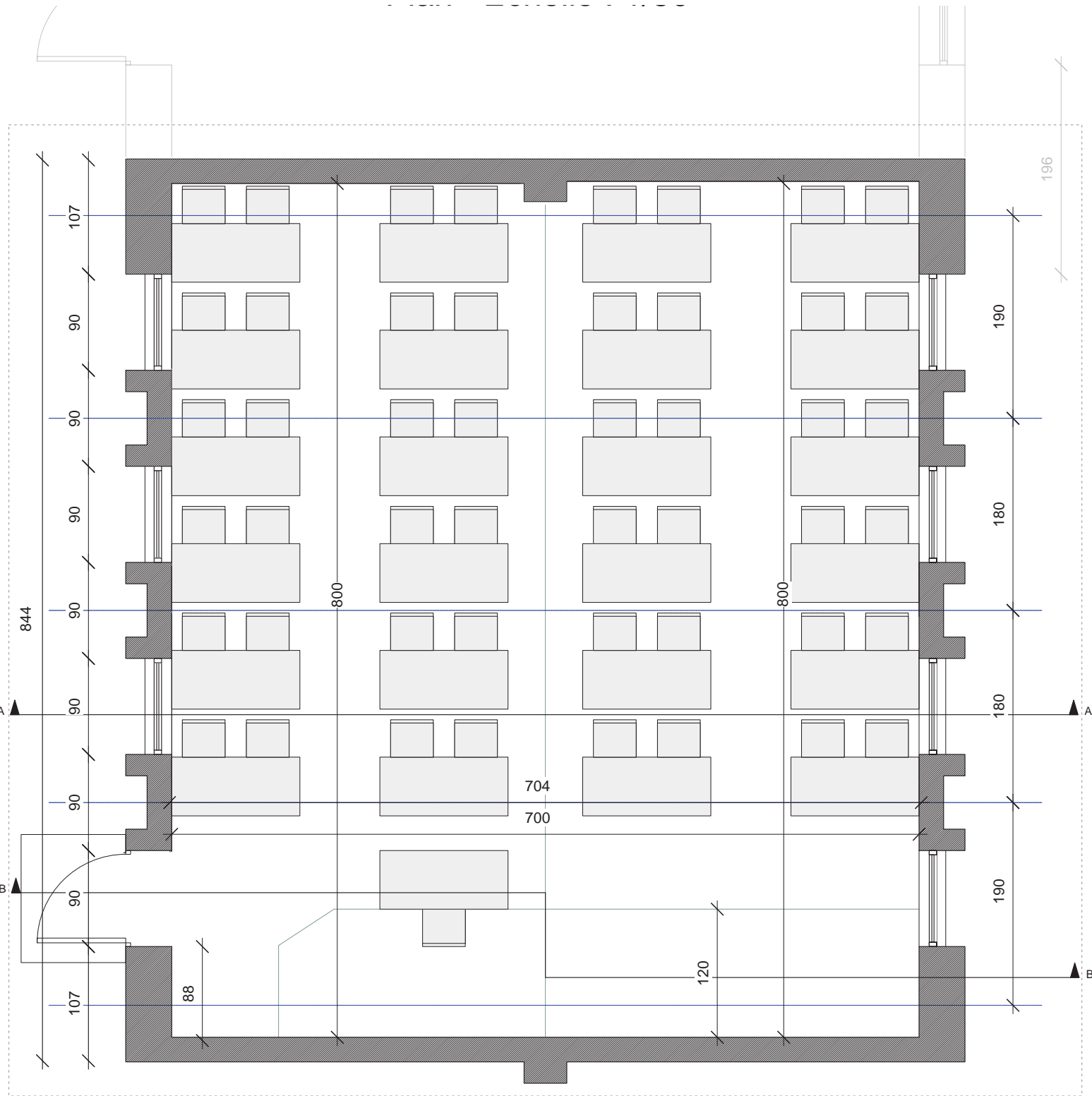
- pour le secteur 1 : de 10 US\$ / m², soit environ 660 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 14 US\$ / m², soit environ 930 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

- pour le secteur 1 : de 1,3 US\$ / ml, soit environ 90 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 1,1 US\$ / ml, soit environ 73 US\$ / 3 salles de classes.

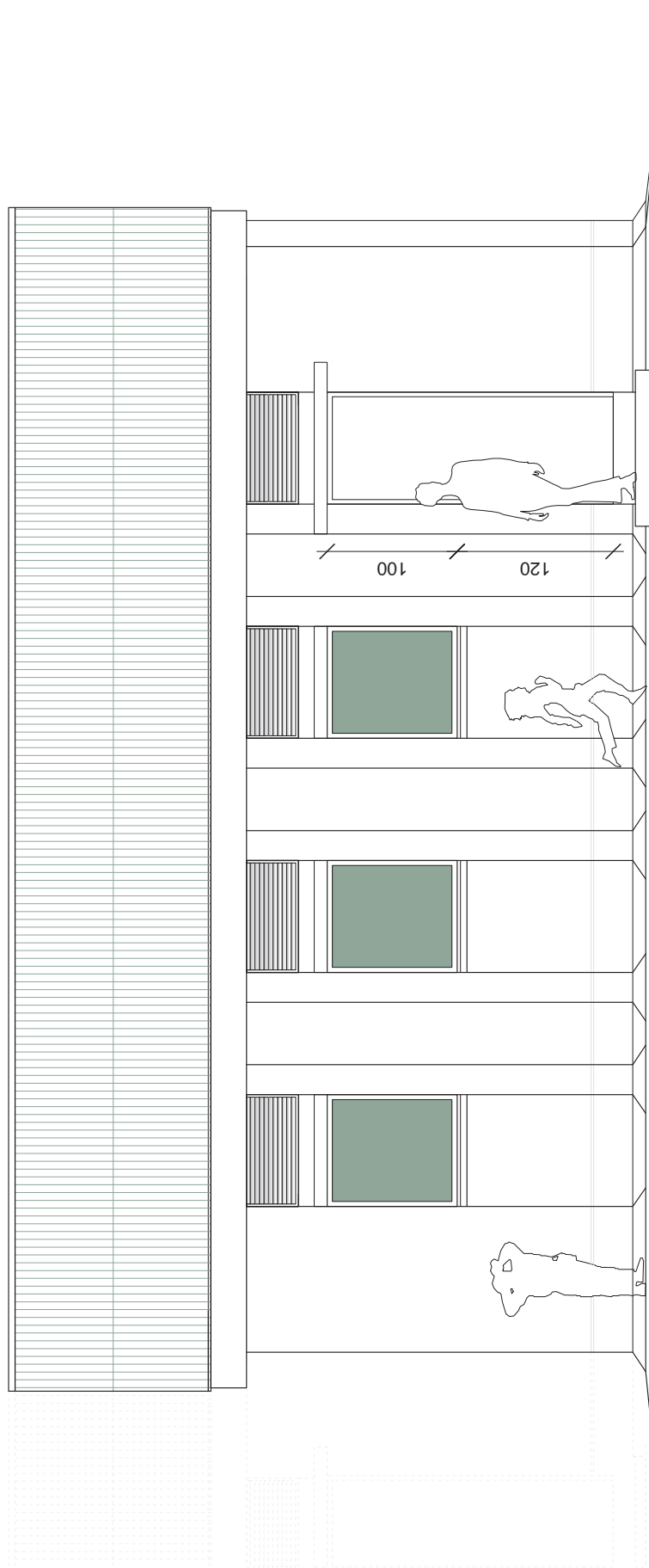
Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.



1 classe en RdC
 Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
 Plan - échelle 1/50

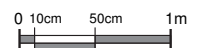


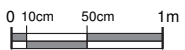
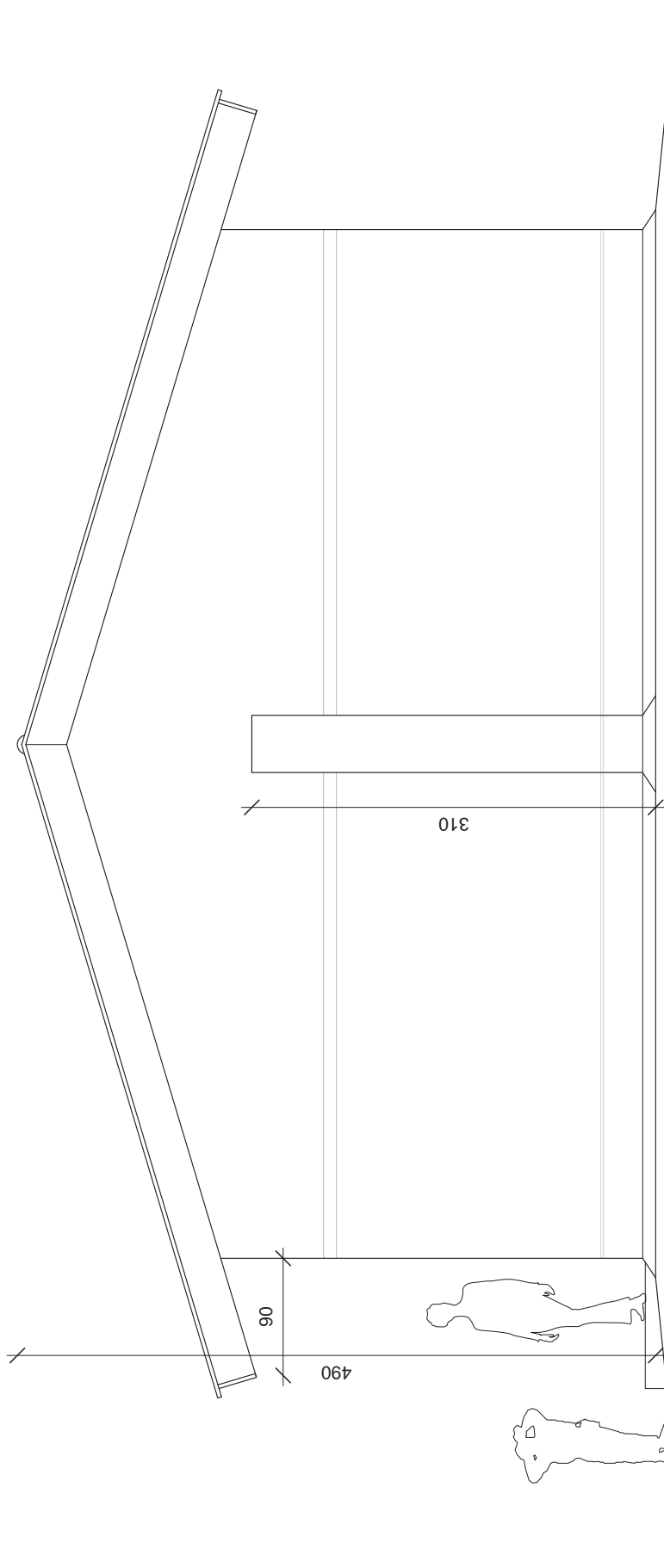


1 classe en RdC
 Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
 Façade principale - échelle 1/50

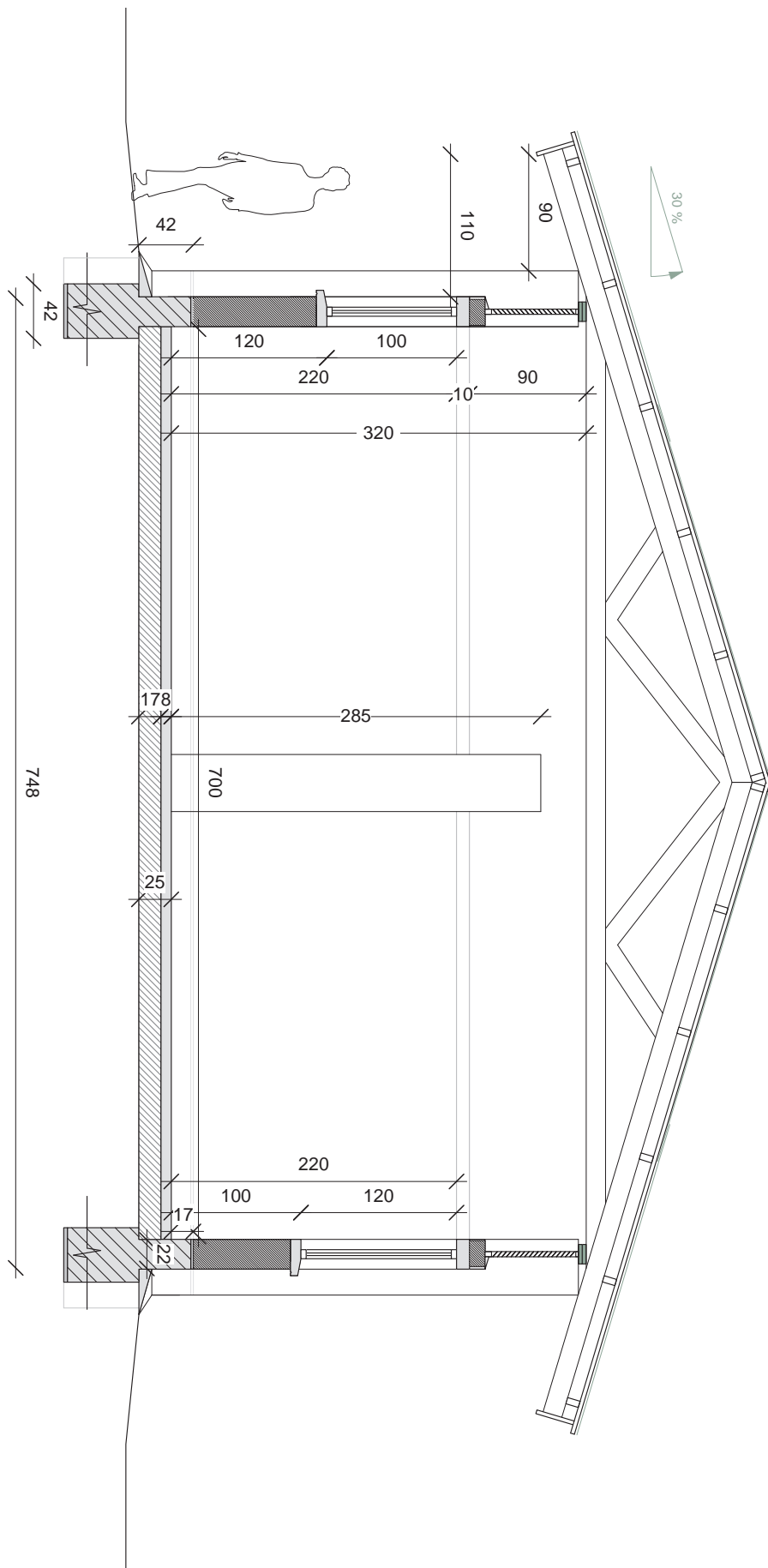


1 classe en RdC
Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
Façade arrière - échelle 1/50

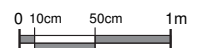


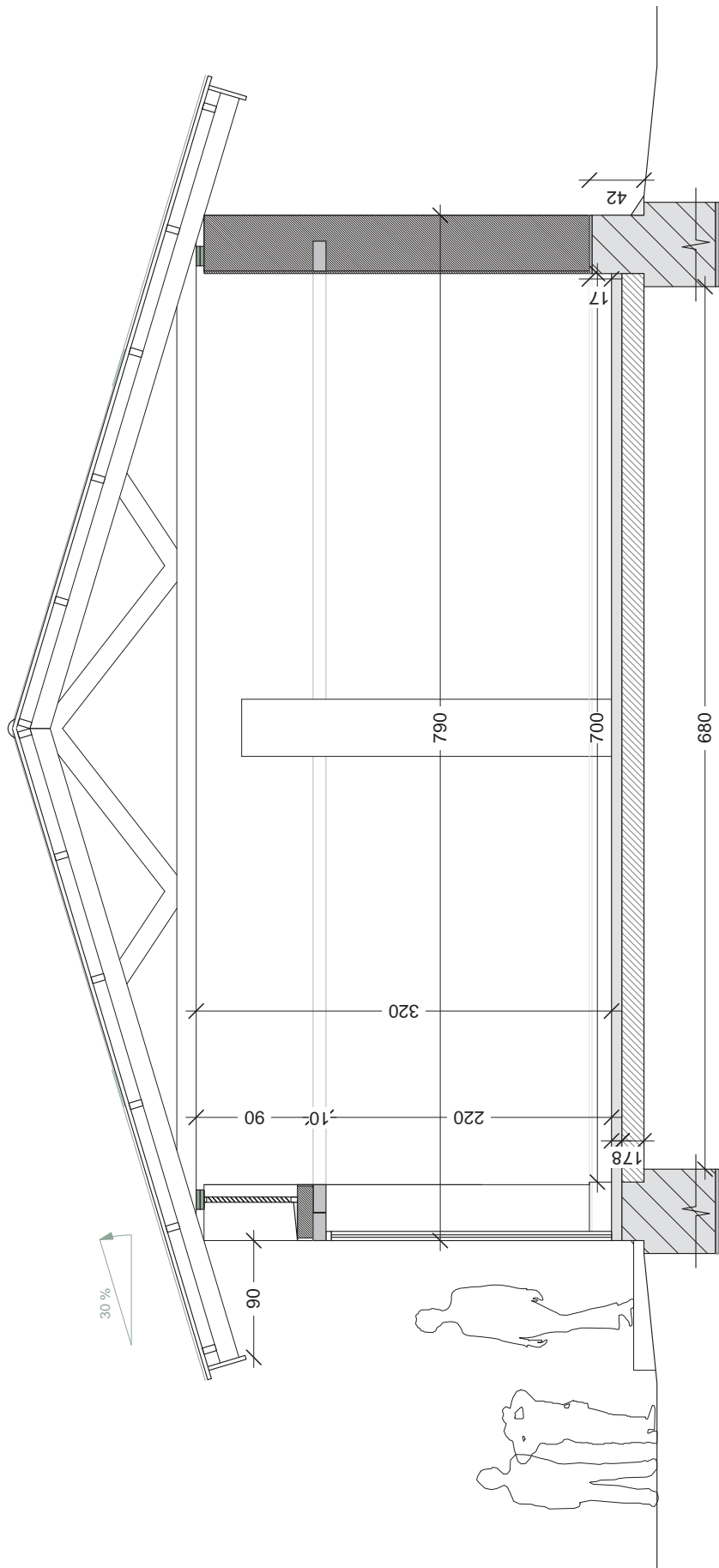


1 classe en RdC
Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
Façade latérale - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
 Coupe AA' - échelle 1/50





1 classe en RdC
 Mur porteur en briques cuites fin + contreforts
 Coupe BB' - échelle 1/50



Structures poteaux (parapluie) en RdC

T-08 : Poteaux béton armé - remplissage blocs ciment

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit réalisé		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 1	Secteur 2
1 salle	9 560,00	11 372,00	191	227
2 salles attenantes	17 496,00	20 675,00	175	207
3 salles attenantes	25 432,00	29 978,00	170	200
Bureaux	10 637,00	12 480,00		
2*3 salles attenantes	50 864,00	59 956,00	170	200
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	108 545,00	119 480,00	362	398
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	92 545,00	103 480,00	308	345
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	62 901,00	73 836,00	210	246
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	66 251,00	77 186,00	221	257

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris	
	au ml	par complexe
Complexe scolaire très haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse septique		23 000,00
Branchement eau		700,00
Complexe scolaire haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	23 344,00
Sanitaire avec fosse à vidanger		6 700,00
Eaux de pluies et citernes		1 000,00
Complexe scolaire qualité de service basique		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Eaux de pluies et fûts		150,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		1 250,00
Création de puits		3 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés.

Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 101).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-08 : poteaux béton armé - remplissage blocs ciment) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

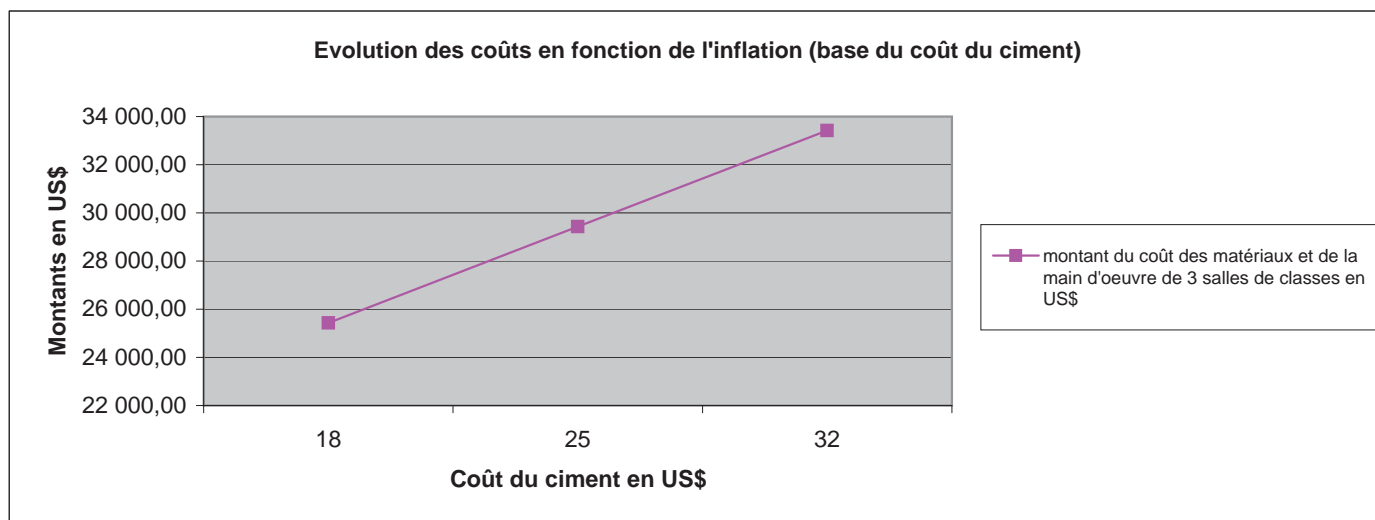
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-08 : poteaux béton armé - remplissage blocs ciment) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 95).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	25 432,15	100,00%	29 978,21	100,00%	39 121,99	100,00%	72 661,16	100,00%
Main d'œuvre directe	2 780,67	11,09%	2 390,26	8,07%	2 390,26	6,17%	2 430,99	3,36%
Investissement de proximité	11 428,46	45,58%	9 743,35	32,90%	6 039,99	15,58%	5 244,81	7,25%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 1, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-08) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 97).

Fondations :

- Sous les poteaux :
Les fondations sont réalisées en béton armé sous la forme de semelles isolées dans lesquelles les poteaux en béton armés seront ancrés.
- Sous les murs de remplissage entre poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.

Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site. Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.

- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyée au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

Les poteaux sont réalisés en béton armé.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie de remplissage entre poteaux est réalisée en blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm. *Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, de terre cuite, de blocs à chaux, de BTCS, etc...*

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en BTCS sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	332,26
Main d'œuvre qualifié	Jours	225,75
Supervision très qualifié	Jours	20,36
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	214,78
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	19,20
Gravier	m3	19,91
Sable	m3	30,36
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	9,15
Terre pour enduit	m3	0,00
Terre pour torchis	m3	0,00
Éléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	2 745,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	2 308,40
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	199,78
Eau	m3	65,37
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	15,97
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	16,00
acier HA 10 6 ml	barre	280,00
acier FE 6 6 ml	barre	137,10
fil d'attache 2mm	kg	20,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,83
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	3,19
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	15,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	19,10
Peinture eau	litre	34,24
Diluant	litre	6,30
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	10,24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0,96
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	1,728
Armatures	U	32
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	4,288
Rez de chaussé, Armatures	U	32
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0

Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	204,4
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	15
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	256
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	237,2
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 1

Typologie de bâtiment Structure en béton armé avec remplissage en blocs de ciment creux de 15 cm d'épaisseur

Coût par bâtiment de 3 salles de classes				
Mode de mise en oeuvre	Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition				
Ecoles entière	35 605	30 518	25 432	28 442
moins électricité	35 101	30 086	25 072	27 974
moins faux plafond	34 619	29 674	24 728	27 544
moins estrade	33 978	29 124	24 270	27 154
moins murs et huisseries	17 317	14 843	12 369	13 014
moins dalle	15 343	13 151	10 959	11 829

Coût au m2				
Mode de mise en oeuvre	Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition				
Ecoles entière	211,93	181,66	151,38	169,30
moins électricité	208,93	179,09	149,24	166,51
moins faux plafond	206,07	176,63	147,19	163,95
moins estrade	202,25	173,36	144,46	161,63
moins murs et huisseries	103,08	88,35	73,63	77,46
moins dalle	91,33	78,28	65,23	70,41

Secteur géographique 2

Typologie de bâtiment Structure en béton armé avec remplissage en blocs de ciment creux de 15 cm d'épaisseur

Coût par bâtiment de 3 salles de classes				
Mode de mise en oeuvre	Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition				
Ecoles entière	41 969	35 974	29 978	34 830
moins électricité	41 465	35 542	29 618	34 362
moins faux plafond	40 860	35 023	29 186	33 817
moins estrade	39 676	34 008	28 340	33 283
moins murs et huisseries	19 474	16 692	13 910	15 328
moins dalle	17 143	14 694	12 245	13 713

Coût au m2				
Mode de mise en oeuvre	Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition				
Ecoles entière	249,82	214,13	178,44	207,32
moins électricité	246,82	211,56	176,30	204,54
moins faux plafond	243,22	208,47	173,73	201,29
moins estrade	236,17	202,43	168,69	198,11
moins murs et huisseries	115,92	99,36	82,80	91,24
moins dalle	102,04	87,46	72,89	81,63

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise :

application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME :

application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre :

sans application de marge

Approche participative :

application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

En réduisant le niveau de finition, on peut voir dans ce tableau qu'il est possible de réduire considérablement les coûts. D'une salle de classe classique (bâtiment clos et couvert, bénéficiant des équipements courants : dalle intérieure, estrade, faux-plafond et électricité), on peut alors prendre le parti de ne livrer que la structure couvrante. Ainsi, en retirant du modèle classique l'électricité, le faux-plafond, l'estrade, la dalle intérieure mais aussi les murs et huisseries, les coûts sont réduits de plus de la moitié par rapport au coût initial (voire bien au-delà suivant le mode de mise en oeuvre). Dans ce cas il faut prendre conscience que le produit fourni ne sera alors constitué que de la structure porteuse (poteaux), du toit (soit une structure parapluie non remplie), et des soubassements en attente de recevoir les futurs remplissages intermédiaires (qui seront dans ce cas assurés d'être construits hors d'eau et protégés des remontés capillaires).

En voici un aperçu illustré :



Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 1 566 US\$ en secteur 1,
- 1 801,50 US\$ en secteur 2.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir autour des salles de classes d'ajouter un trottoir périphérique.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

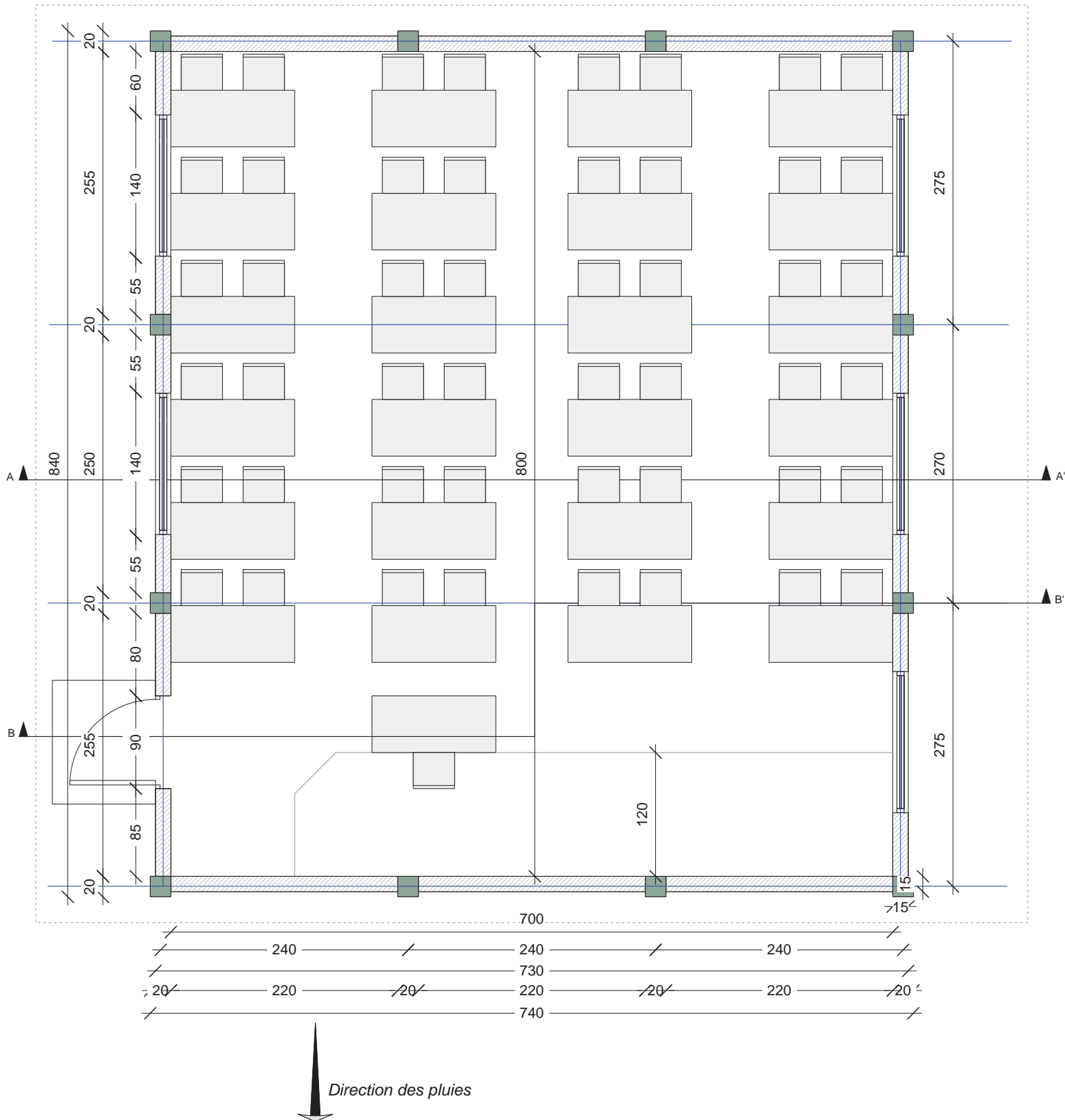
- pour le secteur 1 : de 10 US\$ / m², soit environ 660 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 14 US\$ / m², soit environ 930 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

- pour le secteur 1 : de 1,3 US\$ / ml, soit environ 90 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 2 : de 1,1 US\$ / ml, soit environ 73 US\$ / 3 salles de classes.

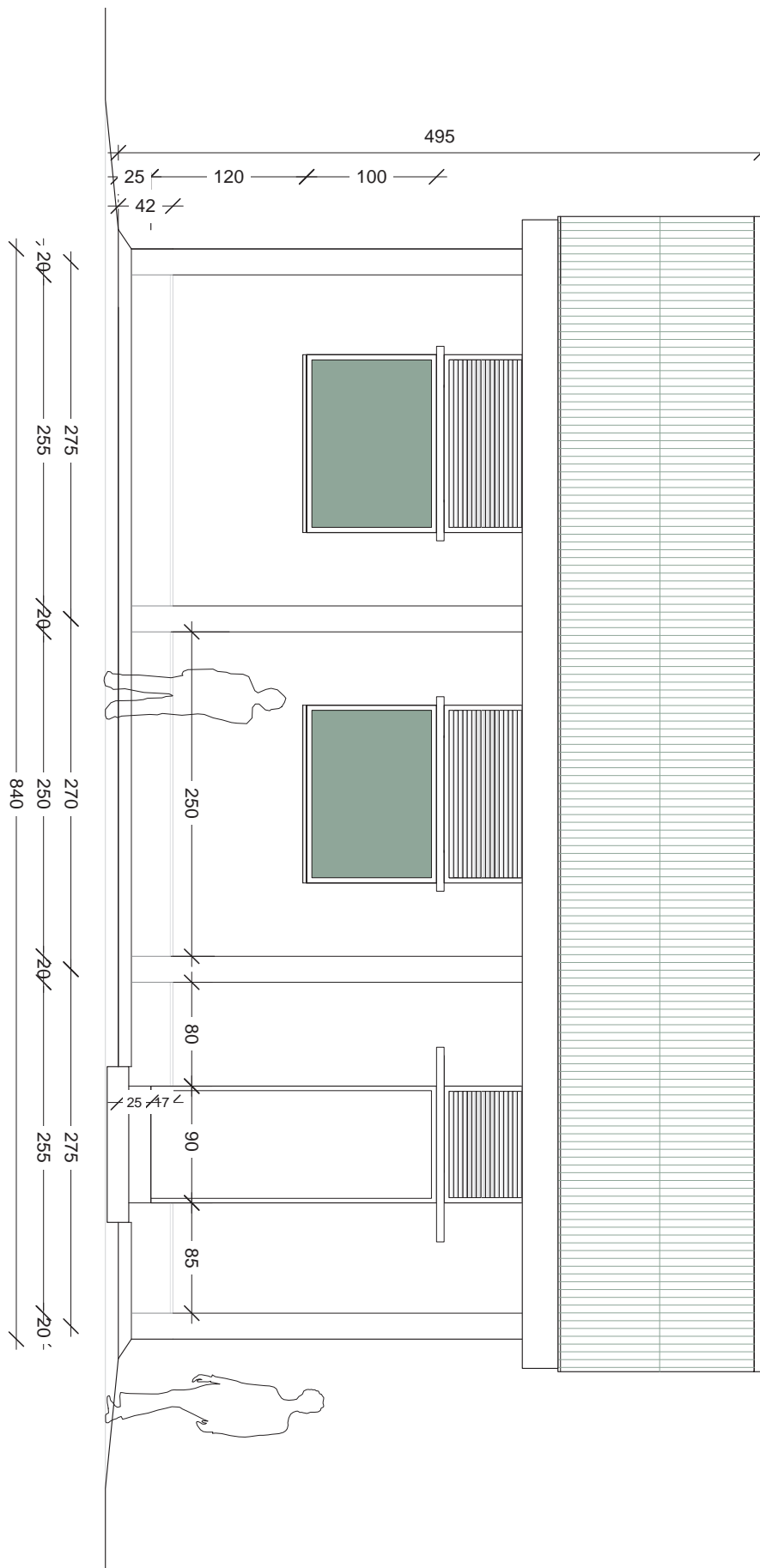
Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.

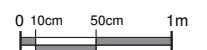


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en blocs ciment
 Plan - échelle 1/50



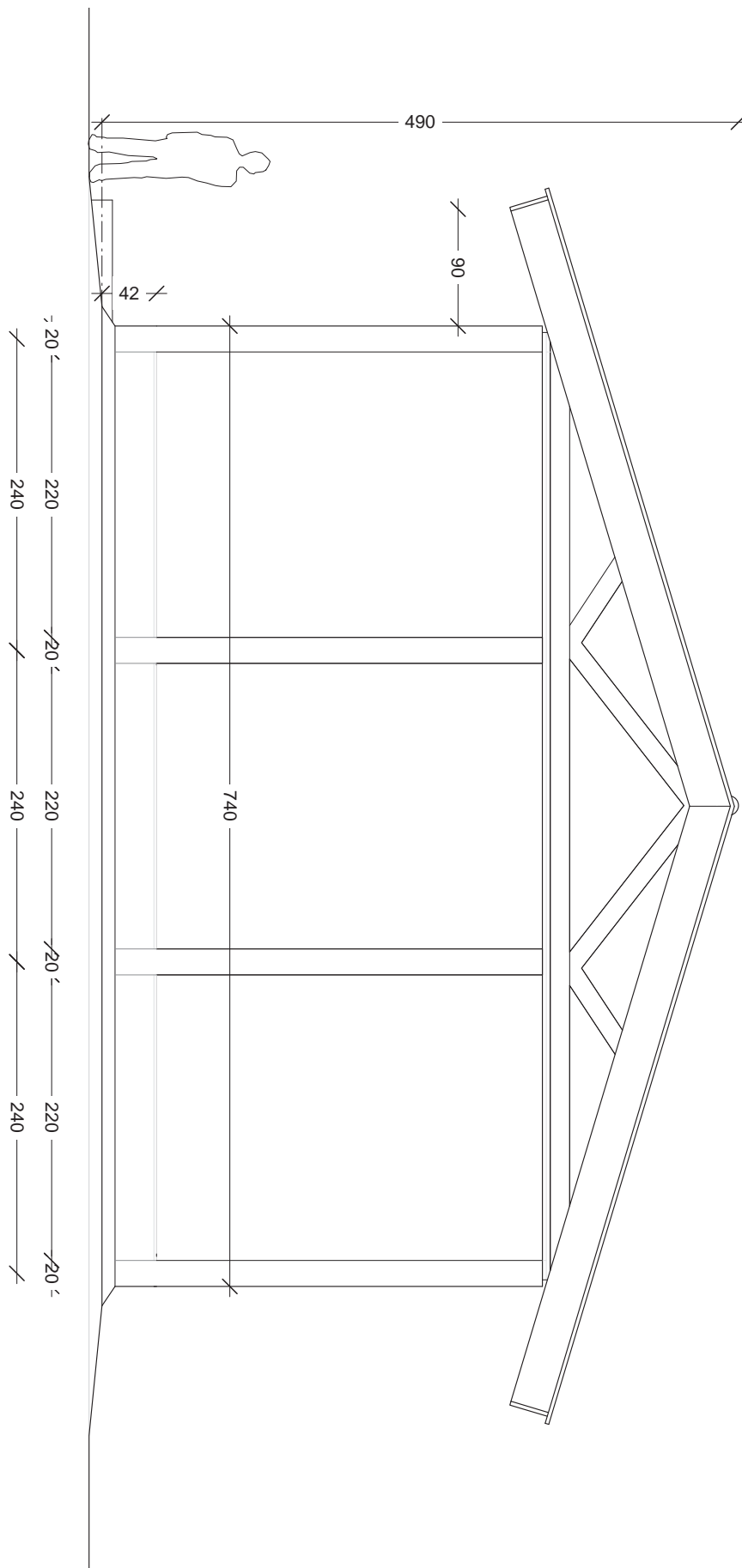


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en blocs ciment
 Façade principale - échelle 1/50

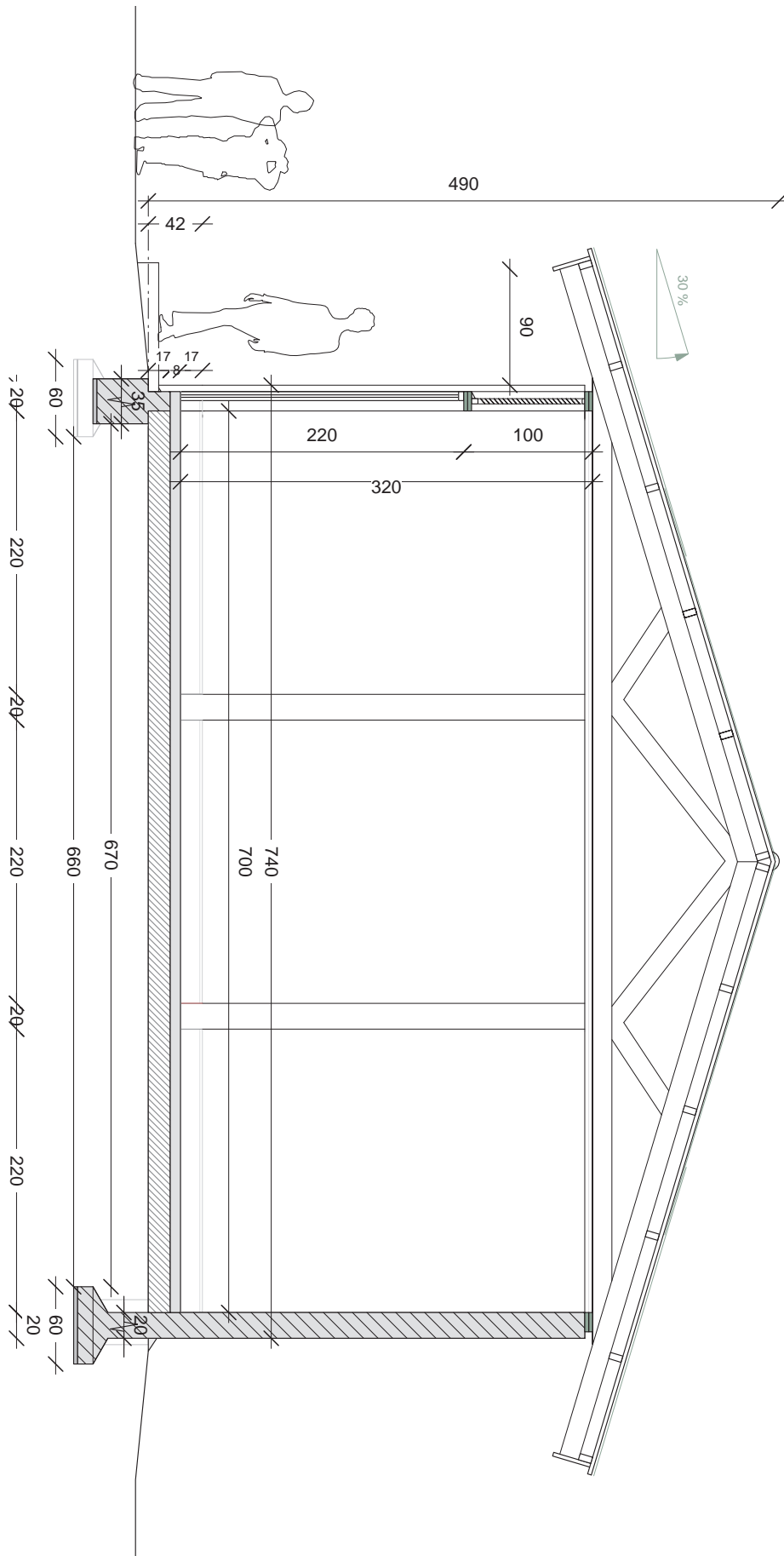




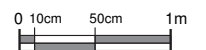
1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en blocs ciment
 Façade arrière - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en blocs ciment
 Façade latérale - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en blocs ciment
 Coupe BB' - échelle 1/50



Secteurs 3 et 4

Définition des différents secteurs d'intervention :

Pour rappel, les coûts et impacts socio-économiques ont été estimés pour quatre secteurs distincts :

- **SECTEUR 1 :**
Urbain, lieu d'approvisionnement national connecté au commerce international.



- **SECTEUR 2 :**
Urbain, facilement desservi à partir du secteur 1.

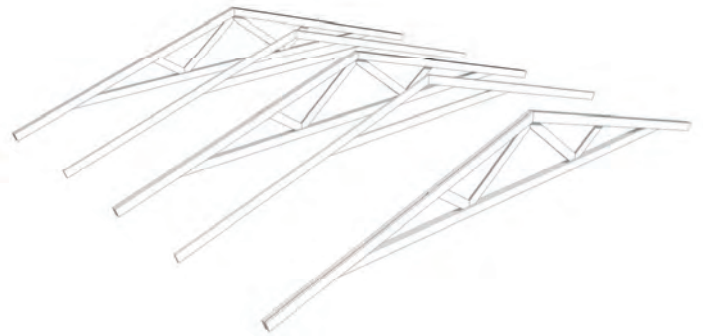


- **SECTEUR 3 :**
Difficile d'accès, l'approvisionnement doit se faire par petit véhicule ceci à partir des secteurs 1 ou 2 (en fonction de l'éloignement et de l'état des voies de communication).

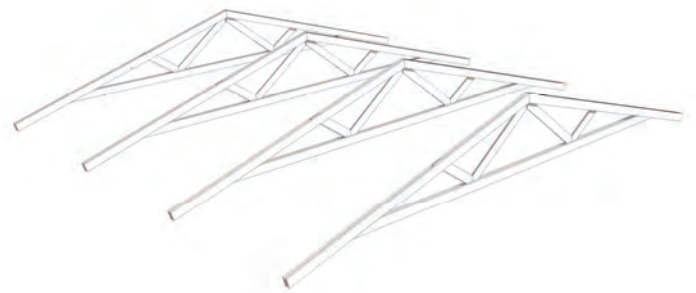
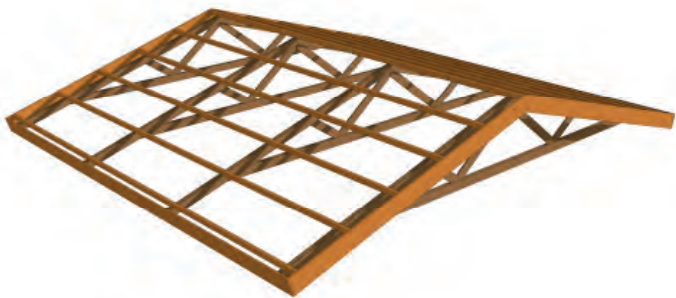


- **SECTEUR 4 :**
Très difficile d'accès, l'approvisionnement doit se finir à pied à partir des secteurs 2 ou 3, voir 1 dans certains cas.





Sur murs porteurs :
5 fermes en alternance (3 fermes W et 2 demies-fermes)



Sur colonnades poteaux :
4 fermes W

Figure 1

Descriptif technique commun des salles de classe :

Ce descriptif technique concerne les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives développées dans l'étude, il est donc valable pour toutes. Un descriptif spécifique vient le compléter ; il concerne les éléments qui varient d'une typologie à l'autre et apparaît donc dans les sous-chapitres propres à chacune d'entre elles.

Préparation du terrain :

- Le terrain est nettoyé et décapé sur toute l'emprise du bâtiment et sur sa périphérie extérieure (2 mètres).
En fonction de la topographie du terrain, ce décapage pourra être fait par terrasses de différents niveaux.
- Après finition de l'ouvrage, le terrain sera remblayé pour créer des pentes naturelles qui assureront un écoulement des eaux de pluies non préjudiciable ni aux bâtiments ni aux espaces de récréation des élèves.

Fouilles pour fondations :

- La profondeur moyenne des fouilles prise en compte pour cette étude est de 0,50 m.
Dans la réalité, la profondeur des fouilles devra être définie en lien avec la nature des sols présents sur le site.

Barrières capillaires :

- La barrière capillaire est constituée d'un film plastique.
- Elle peut aussi être réalisée en mortier de sable ciment mis en oeuvre en deux couches de 1 cm d'épaisseur chacune.

Toitures :

- Fermes :
 - Dans cette étude, les fermes sont triangulées et réalisées en planches. (Cf. figure 1 ci-contre).
 - Par soucis d'économie, elles peuvent éventuellement être réalisées en bois rond. Cela peut avoir une influence sur la qualité et l'esthétique de l'ouvrage. Si le travail est réalisé correctement et les bois choisis de qualité, cela n'aura pas d'influence sur la durée de vie de l'ouvrage.

- Dans certains cas, il pourra être pertinent de privilégier des charpentes métalliques (par exemple dans la région de Lubumbashi, dans le cas où le bois de charpente ne serait pas disponible, etc.).
- Pannes :
 - Dans cette étude, les pannes sont en bois scié. Cela est lié au choix de privilégier la tôle comme matériau de couverture (disponibilité, qualité, savoir-faire).
 - Il peut être envisagé l'usage de matériaux différents pour réaliser les pannes si le matériau de couverture vient à être différent de la tôle.
- Couverture et faîtières :
 - Dans cette étude, la couverture est réalisée en tôle BG28 (qualité, durabilité).
Pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Dans cette condition de réalisation de qualité, les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans. Si, pour des raisons économiques, le critère de durée de vie des bâtiments est ramené à 15 ans ou moins de 10 ans, le poste le plus pertinent sur lequel il y a lieu de travailler est le poste couverture. Dépendant des conditions climatiques et atmosphériques des sites envisagés, le choix de couvrir les constructions avec des tôles de qualité inférieure ramènera la durée de vie des constructions à une quinzaine d'années (BG32) ou inférieure à 10 ans (BG36).
 - Dans certains contextes, les populations locales maîtrisent la production de tuiles cuites. Ce matériau pourrait alors faire partie des contributions demandées aux communautés locales. Il y aura cependant lieu de prendre en compte la nécessité de renforcer la charpente et la structure qui composera la toiture.
 - D'autres matériaux de couverture (tuiles micro béton, tuiles béton, couvertures végétales...)

existent en RDC et présentent des avantages (création d'emplois, économies dans certains contextes, réduction des risques de vols, etc.). La pertinence de ces options n'est pas remise en question par l'étude et il est même recommandé que ces options puissent être proposées par les porteurs de projet le désirant, mais il a été jugé que leur application demandait plusieurs pré-requis qui n'étaient pas existants de façon assez large en RDC pour justifier ici leur étude spécifique.

- Rives :
Dans cette étude, les rives sont réalisées en bois scié de bonne qualité (pris en compte dans le prix du m3 de bois considéré).

Dalles de sol :

- Dans le cadre de cette étude, les remblais sous les dalles sont réalisés en terre de bonne cohésion et sans risque de gonflement et retrait. Ces terres sont considérées comme étant disponibles sur site. Le choix de l'étude a été de considérer la réalisation de ces dalles en béton (la chape est intégrée à la dalle), ceci en lien avec « l'universalité » de la connaissance de cette technique en RDC.
- D'autres solutions techniques ou un panachage de solutions techniques peuvent être tout à fait pertinents dans le contexte de la RDC (dallage en briques cuites, en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée, en pierres plates, plancher bois,...). Ces solutions peuvent générer des économies conséquentes sans diminuer la qualité de la réalisation envisagée ; elles sont cependant dépendantes de l'existence effective des équipements, matériaux et compétences nécessaires à leur bonne mise en œuvre. C'est en lien avec cela que ces solutions n'ont pas été retenues dans l'étude. Il est cependant recommandé de les étudier si elles sont proposées par certains maîtres d'œuvre.

Estrade :

L'estrade est installée dans la largeur de la classe. Elle a une largeur de 120 cm et sera surélevée d'une hauteur de 15 cm par rapport au niveau du sol de la classe.

Électricité :

Chaque salle de classe dispose de points d'éclairage. Chaque bloc de trois salles de classe dispose d'un compteur électrique spécifique.



Figure 2



*Latrines 10 trous,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 3



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 4



*Dalle de latrine,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 5

Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service :

Complexe scolaire très haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :

Ce type de clôture d'une hauteur de 2 m au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15 x 15 cm, espacés de 4,00 m et ancrés sur une semelle en béton armé (40 x 40 x 15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel,
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture.

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 m.

- Sanitaires avec fosse septique :

Le modèle pris en compte dans cette étude est celui mis en œuvre par le PARSE dans le cadre de sa phase 1 (Cf. illustration en figure 2).

- Accès à l'eau :

Il est considéré que dans les secteurs où ce type de service (très haute qualité) est fourni, le réseau d'eau potable est existant. L'accès à l'eau dans ce type de contexte consiste donc à assurer le branchement du réseau de l'école au réseau du quartier dans lequel elle est implantée.

Complexe scolaire haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :

Ce type de clôture d'une hauteur de 2 m au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15 cmx15 cm, espacé de 4,00 m et ancré sur une semelle en béton armé (40x40x15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel,
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 m.

- Sanitaires avec fosse à vidanger :

Il s'agit d'un système de sanitaires à fosse avec trappes de vidange pour des zones urbaines peu denses (cf. Chapitre I- Normes Architecturales, section 3.7. Sanitaires).

(Exemple illustré : Cf. figure 3).

- Accès à l'eau :

Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau (citerne de 12 m³) alimentée par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières).

Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs.

(Exemple illustré : Cf. figure 4).



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre
Figure 6*



*Aménagement d'un point d'eau,
principe © IRC
Figure 7*

Complexe scolaire qualité de service basique :

- Clôture végétale :

Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaires avec puits perdu :

Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 ml par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissés à la charge de la communauté bénéficiaire.

(Exemple illustré : Cf. figure 5).

- Accès à l'eau :

Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau constituée de fûts de 200 litres alimentés par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières). Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs.

La subvention devra permettre d'acheminer le matériel nécessaire à récupérer l'eau des toitures (gouttières et quincaillerie). La mise à disposition des fûts est laissée à la charge des communautés bénéficiaires.

(Exemple illustré : Cf. figure 6).

Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau :

- Clôture végétale :

Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaire avec puits perdu :

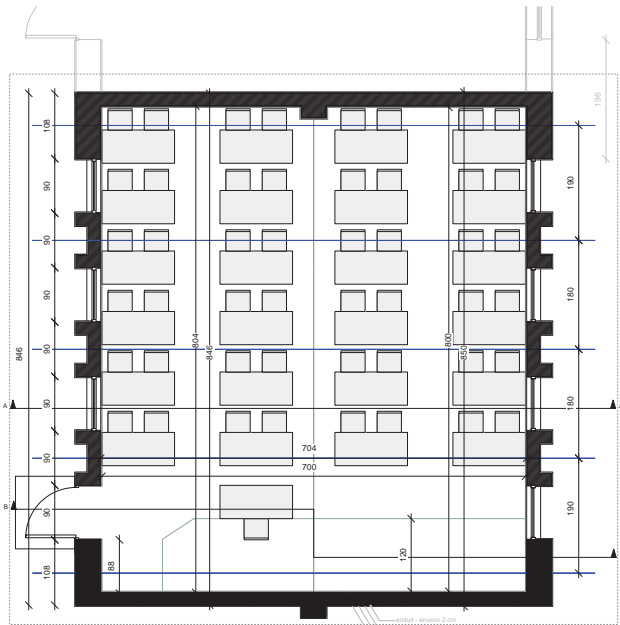
Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 ml par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissées à la charge de la communauté bénéficiaire.

(Exemple illustré : Cf. figure 5).

- Accès à l'eau :

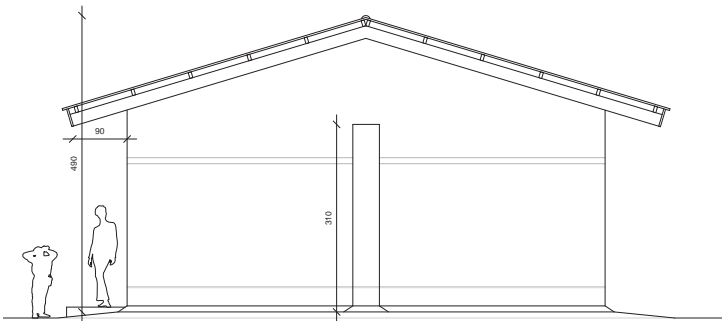
Il s'agit soit d'aménager une source, soit de creuser un puit traditionnel.

(Exemple illustré : Cf. figure 7).



Direction des pluies

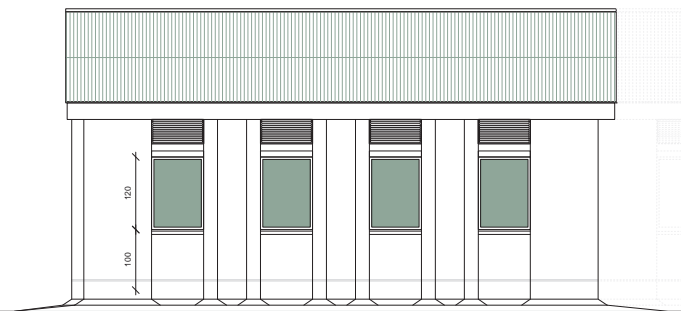
Plan



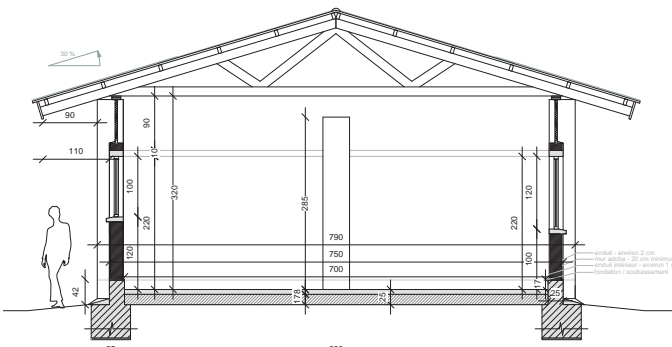
Façade latérale



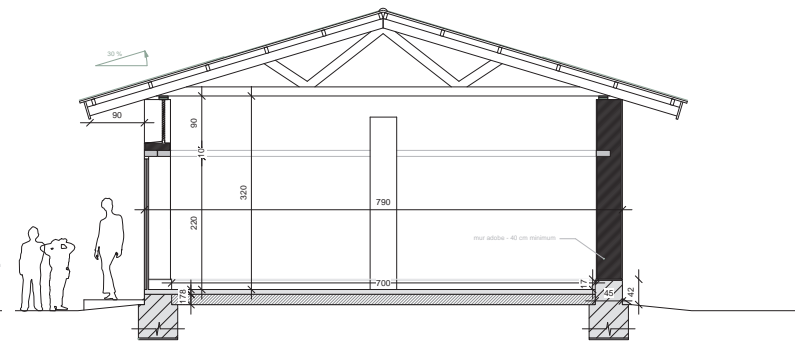
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Murs porteurs fins en RdC

T-01 : Murs en adobe fins + contreforts

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 3	Secteur 4	Secteur 3	Secteur 4
1 salle	5 834,00	9 446,00	117	189
2 salles attenantes	10 924,00	17 923,00	109	179
3 salles attenantes	16 013,00	26 399,00	107	176
Bureaux	6 722,00	10 693,00		
2*3 salles attenantes	32 026,00	52 798,00	107	176
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	120 148,00	144 891,00	400	483
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	92 448,00	117 191,00	308	391
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	41 248,00	65 991,00	137	220
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	45 448,00	70 191,00	151	234

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris		
	au ml	par complexe	
Complexe scolaire très haute qualité de service			
Cloture maçonnée	Poteaux en béton armé; espace 4,00 ml; fondés sur semelle en béton armé, remplissage en blocs ciment de 15cm d'épaisseur	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse septique	Type UNOPS		40 000,00
Branchement eau	Aménagement point d'eau		1 400,00
Complexe scolaire haute qualité de service			
Cloture maçonnée	Poteaux en béton armé; espace 4,00 ml; fondés sur semelle en béton armé, remplissage en blocs ciment de 15cm d'épaisseur	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse à vidanger	Type Plans 1 proposé dans l'étude		12 000,00
Eaux de pluies et citernes	Gouttière et citerne maçonnée		1 700,00
Complexe scolaire qualité de service basique			
Pas de cloture	A la charge des parents, cloture végétale par exemple		0,00
Sanitaire avec puits perdu	Type Plans 2 proposé dans l'étude		2 200,00
Eaux de pluies et fûts	Gouttière; (fûts fournis par les parents)		300,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau			
Pas de cloture	A la charge des parents, cloture végétale par exemple		0,00
Sanitaire avec puits perdu	Type Plans 2 proposé dans l'étude		2 200,00
Création de puits	Creusement de puits au niveau de l'école		4 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés. Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 163).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-01 : murs en adobe fins + contreforts) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

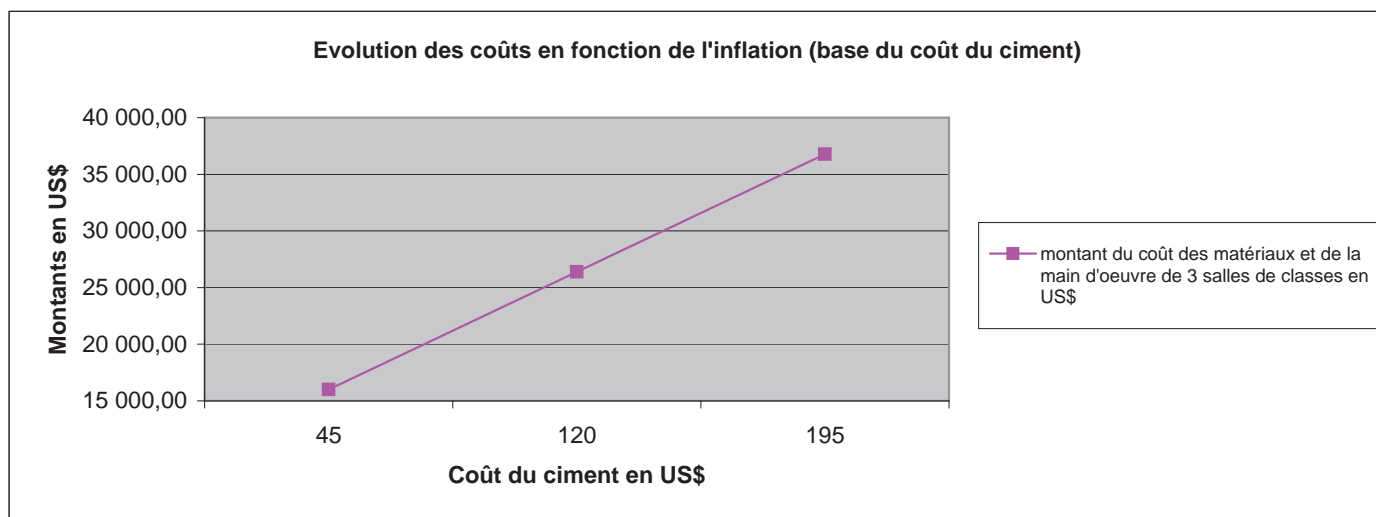
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-01 : murs en adobe fins + contreforts) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157).

	secteur 1		secteur 2		secteur 3		secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	17 777,14	100,00%	17 820,14	100,00%	16 013,21	100,00%	26 039,01	100,00%
Main d'œuvre directe	1 962,28	11,27%	1 668,47	9,56%	1 668,47	10,66%	1 684,33	6,47%
Investissement de proximité	11 668,99	67,00%	9 879,85	56,59%	5 403,42	34,52%	4 381,95	16,83%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 3, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-01) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 159).

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en béton cyclopéen sur un béton de propreté.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment,
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites, hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - soubassement en maçonnerie de briques cuites, hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en briques de terre crue hourdée au mortier de terre. Les murs ont une épaisseur de 20 cm et intègrent des contreforts pour assurer leur stabilité.

Dans la réalité, l'épaisseur des murs sera définie par les dimensions des briques existantes sur site, mais elle ne pourra être inférieure à 20 cm.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs en briques de terre cuite, de blocs de chaux, de pierre, de BTCS, etc...

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en planches de bois moisées à leur liaison.
- Si cette solution n'est pas envisageable, il pourra être proposé des chaînages en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus ou des chaînages en béton armé coulé de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en bois.
- Si cette solution n'est pas envisageable, il pourra être proposé des linteaux en maçonnerie (arcs), des linteaux en béton armé préfabriqués ou des linteaux en béton armé coulé de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Portes et fenêtres :

- Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 3 et 4 sont réalisées localement en bois.

Enduits et finitions :

- Dans cette étude les enduits extérieurs et intérieurs sont réalisés en appliquant les solutions locales d'enduits sur les murs en terre (exemple : le Bitchi, mélange de terre sableuse avec les résidus liquide de distillation des alcools locaux). Les peintures extérieures et intérieures ont été prises en compte.
- En absence de ses savoirs locaux ou d'équivalents, il faudra envisager le recours à des enduits de sable stabilisés au ciment, à la chaux, ou au mélange de deux. L'emploi de ces solutions aura une incidence importante sur l'augmentation du coût de l'ouvrage (entre 1 000 et 2 500 US\$ par classe selon l'enclavement du secteur concerné).
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 3 et 4, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec les nattes localement disponibles clouées sur un support en bois scié. En cas de non disponibilité de ces matériaux, il est possible de réaliser les faux plafonds en matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	257,13
Main d'œuvre qualifié	Jours	158,80
Supervision très qualifié	Jours	7,93
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	147,15
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	31,37
Gravier	m3	12,14
Sable	m3	11,07
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	25,65
Terre pour enduit	m3	4,93
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	5 426,40
Briques cuites 6*11*22	Unité	0,00
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	84,15
Eau	m3	39,97
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	13,40
clous de 6	kg	21,00
clous de 4	kg	0,00
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	22,30
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	0,00
acier FE 6 6 ml	barre	0,00
fil d'attache 2mm	kg	0,00
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	56,10
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	61,60
Contreplaqué faux plafond	m2	0,00
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	21,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	33,80
Bitchi	litre	2 466,00
Vernis	litre	5,60
Peinture huile	litre	29,30
Peinture eau	litre	29,36
Diluant	litre	8,64
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par élément :

Tache	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	9,36
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	258,4
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0

Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut en bois	ml	78
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Linteaux en bois	ml	24
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	21,00
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	256
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	237,2
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	0
Faux plafonds natte	m2	56
Electricité	forfait par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 3

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en Adobes			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		22 418	19 216	16 013	17 225
	moins électricité	21 916	18 785	15 654	16 757
	moins faux plafond	21 584	18 500	15 417	16 515
	moins estrade	20 479	17 554	14 628	15 606
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	15 692	13 450	11 208	11 474
	sans les murs	13 861	11 881	9 901	10 494
	moins dalle	10 396	8 911	7 426	7 626

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		133,44	114,38	95,32	102,53
	moins électricité	130,45	111,81	93,18	99,74
	moins faux plafond	128,48	110,12	91,77	98,30
	moins estrade	121,90	104,49	87,07	92,89
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	93,40	80,06	66,72	68,30
	sans les murs	82,51	70,72	58,93	62,46
	moins dalle	61,88	53,04	44,20	45,39

Secteur géographique 4

Typologie de bâtiment		Murs fin porteurs en Adobes			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		36 959	31 679	26 399	31 437
	moins électricité	36 455	31 247	26 039	30 969
	moins faux plafond	36 117	30 958	25 798	30 713
	moins estrade	33 737	28 918	24 098	28 568
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	26 590	22 792	18 993	22 221
	sans les murs	24 209	20 750	17 292	21 283
	moins dalle	16 386	14 045	11 704	13 713

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		219,99	188,56	157,14	187,13
	moins électricité	216,99	185,99	154,99	184,34
	moins faux plafond	214,98	184,27	153,56	182,82
	moins estrade	200,82	172,13	143,44	170,05
	moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs	158,28	135,66	113,05	132,27
	sans les murs	144,10	123,51	102,93	126,68
	moins dalle	97,53	83,60	69,67	81,63

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise : application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME : application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre : sans application de marge

Approche participative : application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 2 132,50 US\$ en secteur 3,
- 4 265 US\$ en secteur 4.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir autour des salles de classes d'ajouter un trottoir périphérique.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

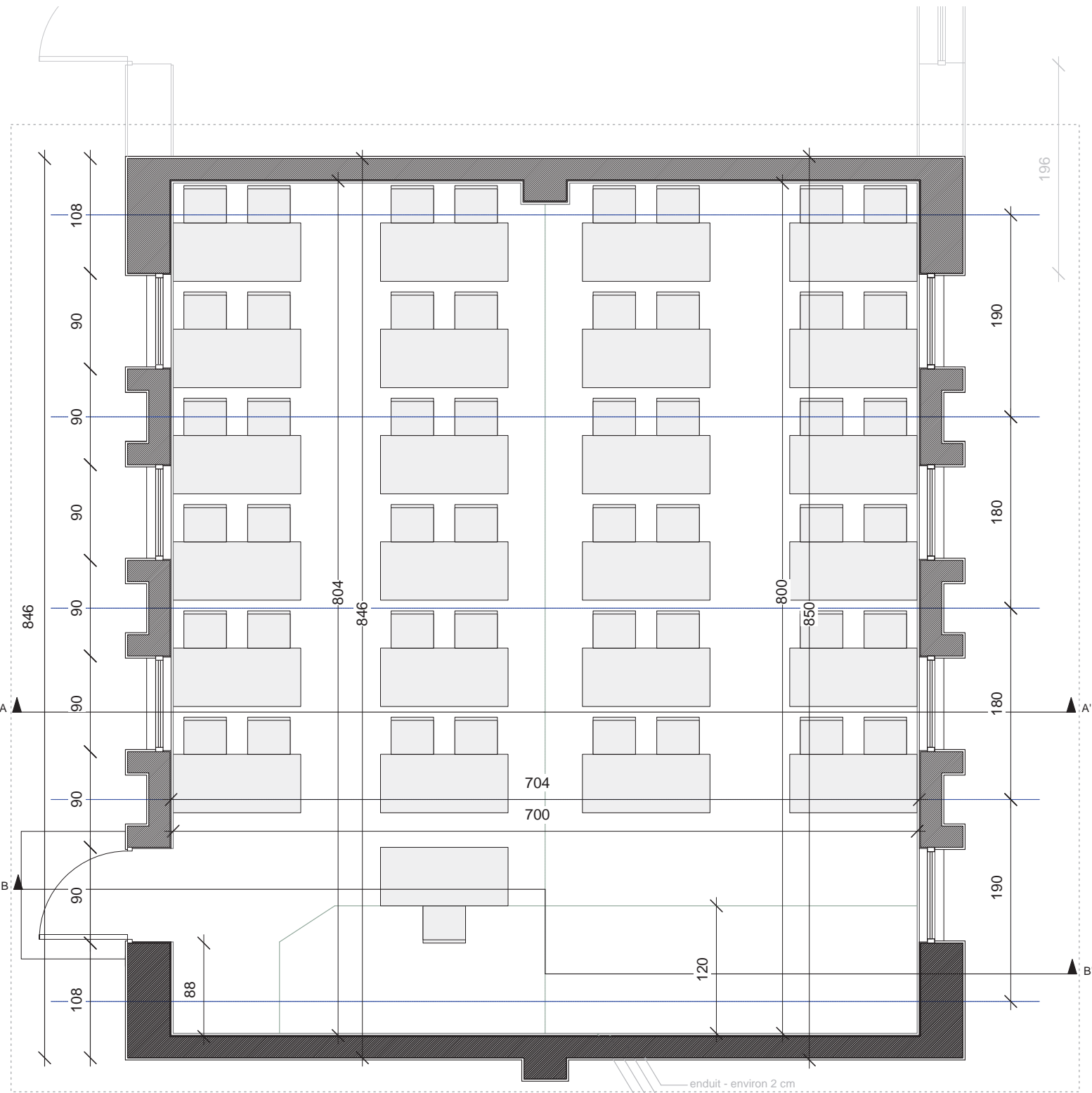
- pour le secteur 3 : de 21 US\$ / m², soit environ 1 386 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 40 US\$ / m², soit environ 2 640 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

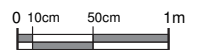
- pour le secteur 3 : de 0,8 US\$ / ml, soit environ 53 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 0.6 US\$ / ml, soit environ 40 US\$ / 3 salles de classes.

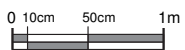
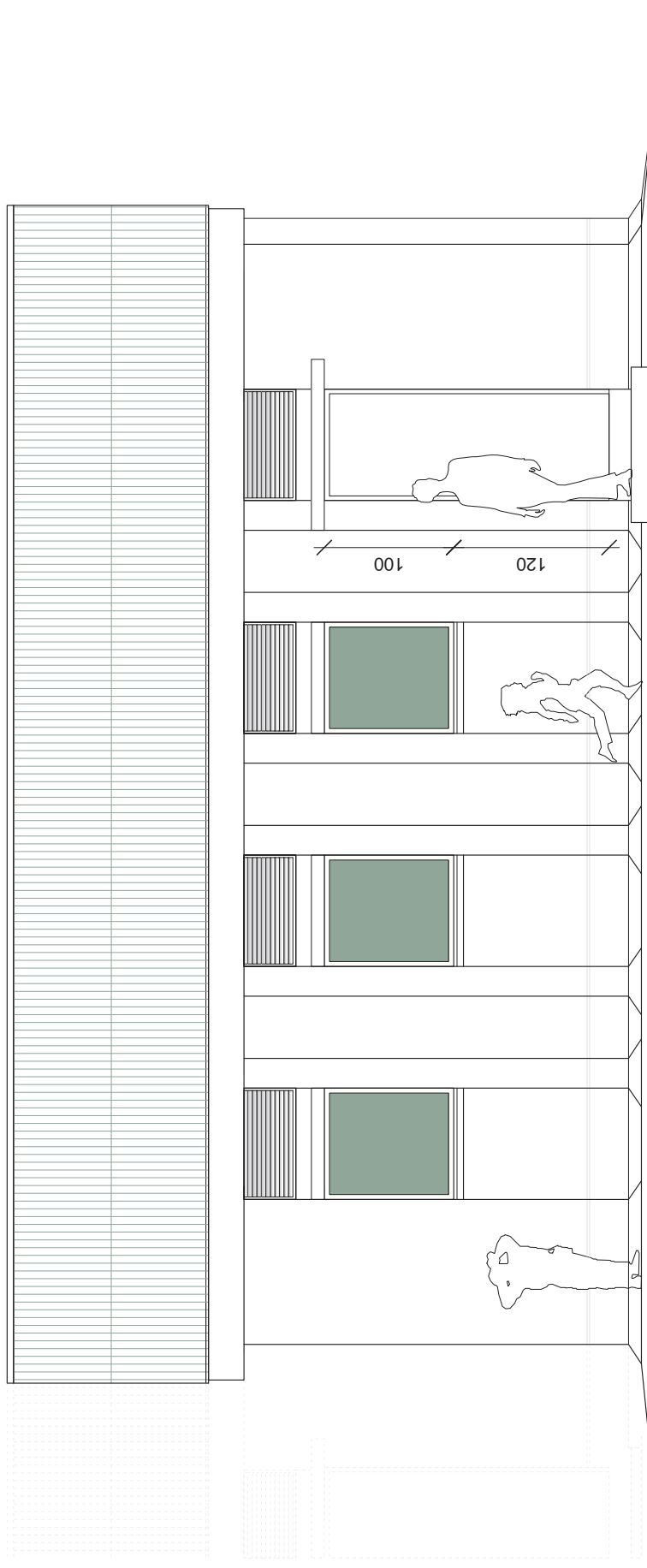
Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.



1 classe en RdC
 Mur porteur en adobe fin + contreforts
 Plan - échelle 1/50

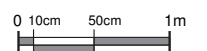


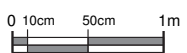
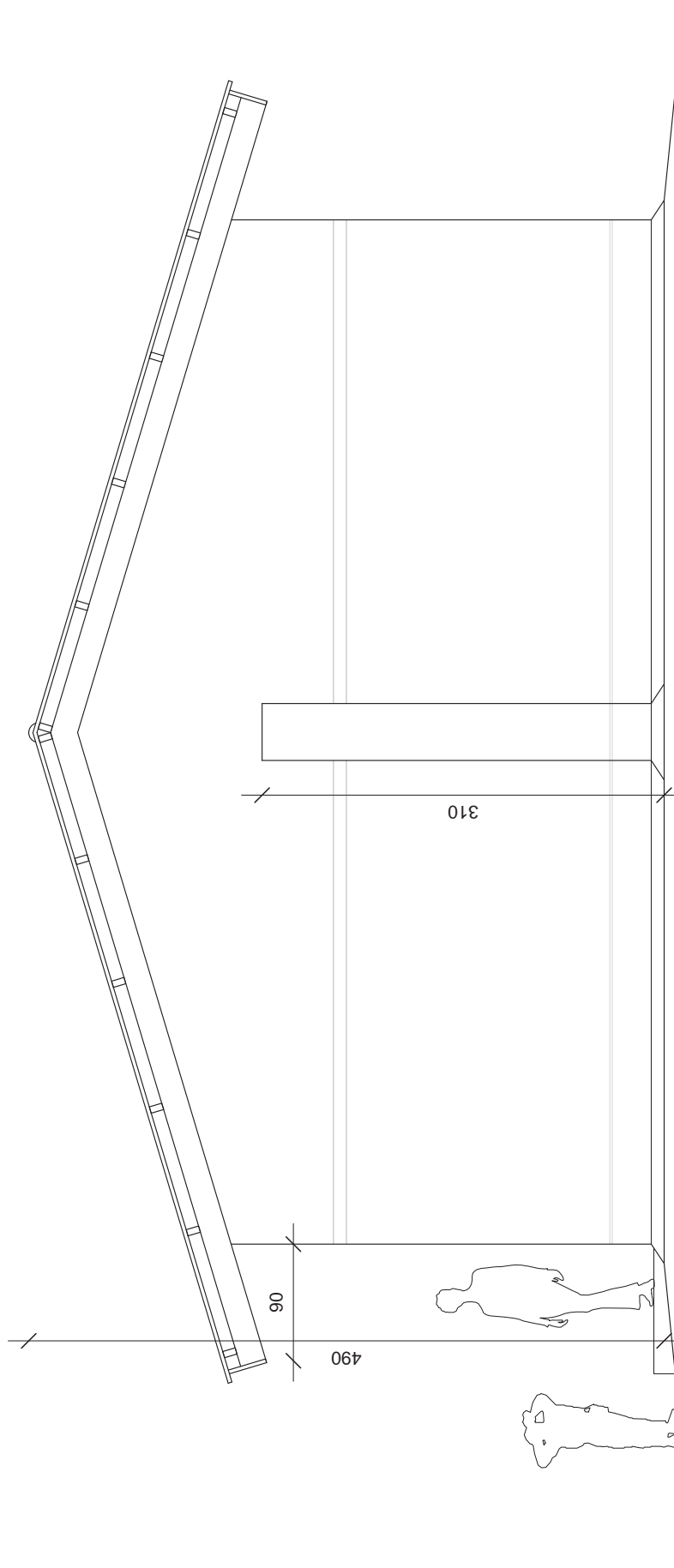


1 classe en RdC
Mur porteur en adobe fin + contreforts
Façade principale - échelle 1/50

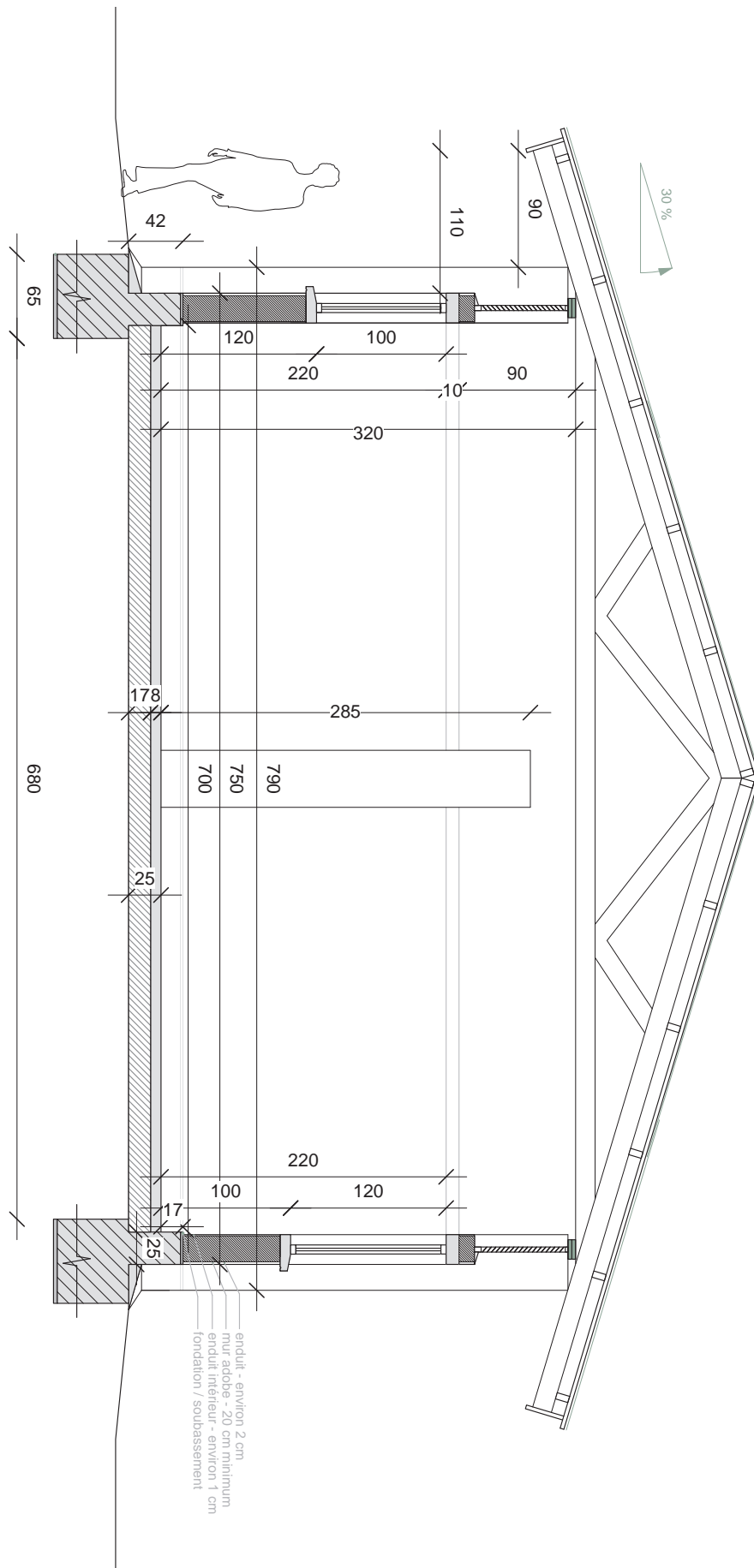


1 classe en RdC
Mur porteur en adobe fin + contreforts
Façade arrière - échelle 1/50



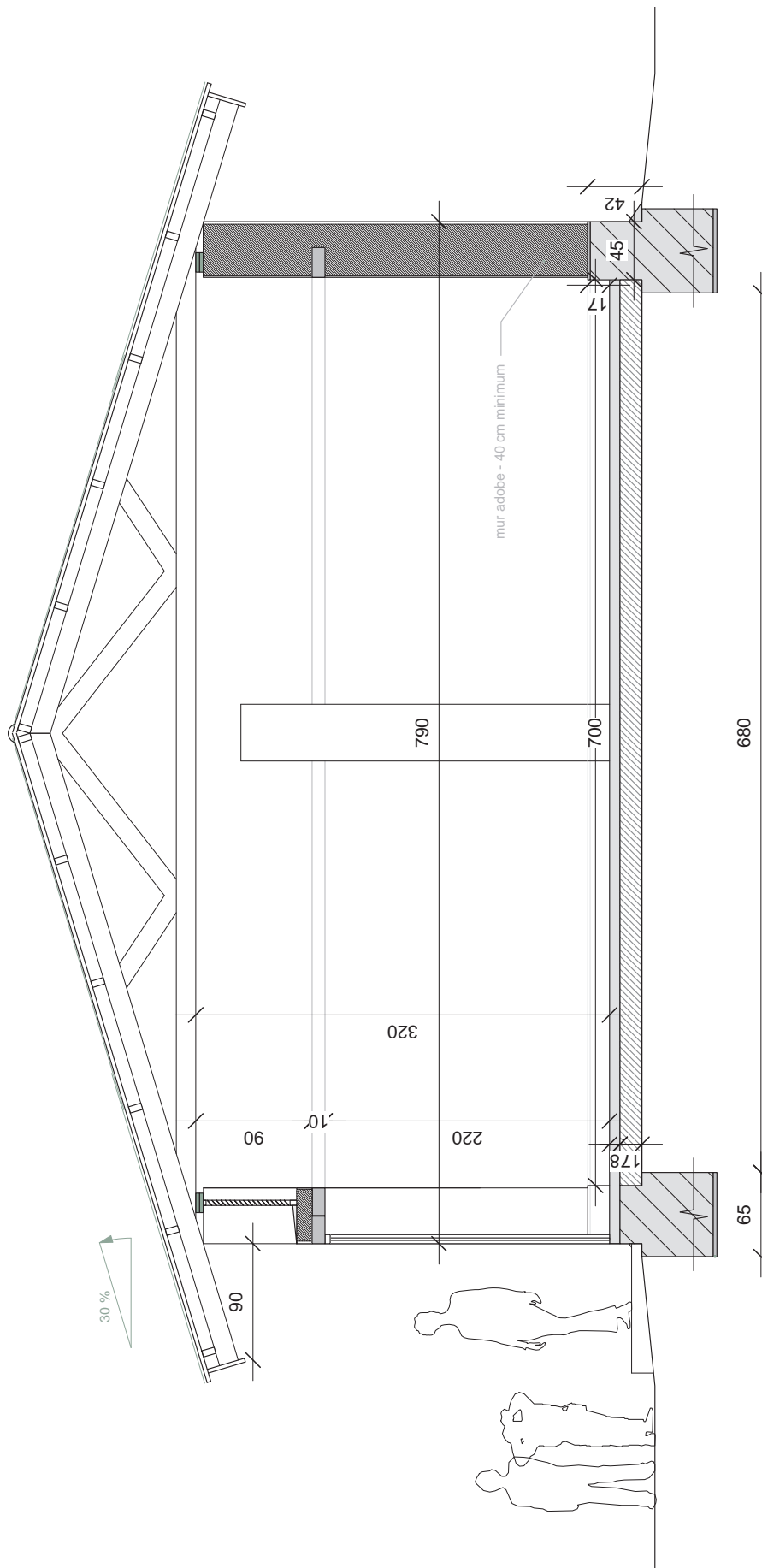


1 classe en RdC
Mur porteur en adobe fin + contreforts
Façade latérale - échelle 1/50

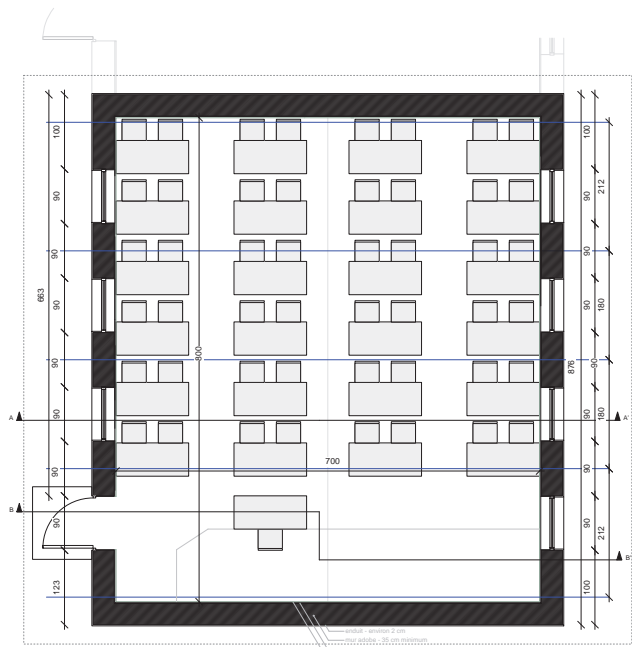


1 classe en RdC
 Mur porteur en adobe fin + contreforts
 Coupe AA' - échelle 1/50



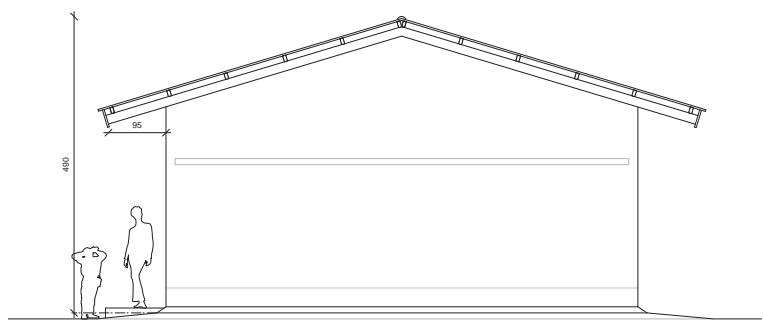


1 classe en RdC
 Mur porteur en adobe fin + contreforts
 Coupe BB' - échelle 1/50



↓
Direction des pluies

Plan



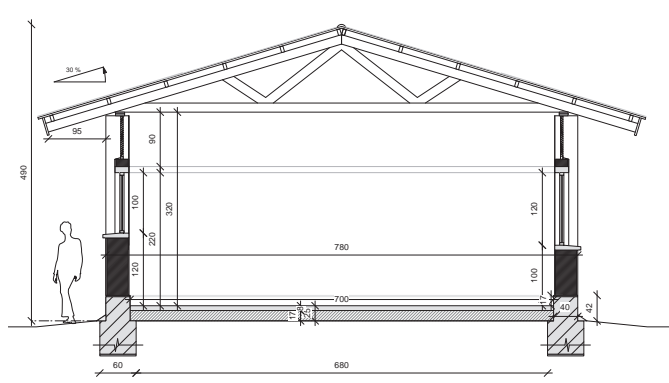
Façade latérale



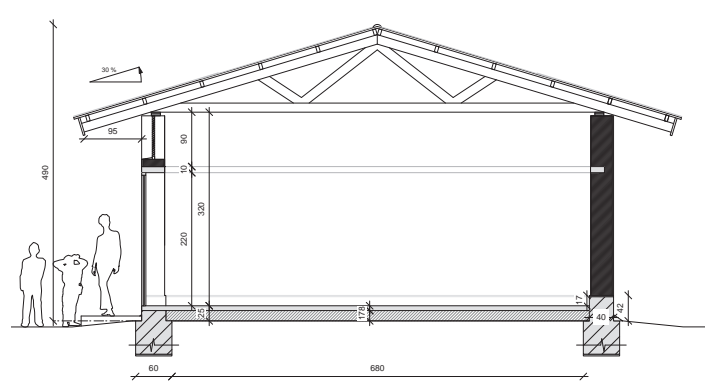
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Murs porteurs épais en RdC

T-03 : Murs en adobe épais

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit réalisé		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 3	Secteur 4	Secteur 3	Secteur 4
1 salle	6 217,00	9 882,00	124	198
2 salles attenantes	11 581,00	18 672,00	116	187
3 salles attenantes	16 945,00	27 462,00	113	183
Bureaux	7 352,00	11 405,00		
2*3 salles attenantes	33 890,00	54 924,00	113	183
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	122 642,00	147 729,00	409	492
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	94 942,00	120 029,00	316	400
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	43 742,00	68 829,00	146	229
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	47 942,00	73 029,00	160	243

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris		
	au ml	par complexe	
Complexe scolaire très haute qualité de service			
Cloture maçonnée	Poteaux en béton armé; espace 4,00 ml; fondés sur semelle en béton armé, remplissage en blocs ciment de 15cm d'épaisseur	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse septique	Type UNOPS		40 000,00
Branchement eau	Aménagement point d'eau		1 400,00
Complexe scolaire haute qualité de service			
Cloture maçonnée	Poteaux en béton armé; espace 4,00 ml; fondés sur semelle en béton armé, remplissage en blocs ciment de 15cm d'épaisseur	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse à vidanger	Type Plans 1 proposé dans l'étude		12 000,00
Eaux de pluies et citernes	Gouttière et citerne maçonnée		1 700,00
Complexe scolaire qualité de service basique			
Pas de cloture	A la charge des parents, cloture végétale par exemple		0,00
Sanitaire avec puits perdu	Type Plans 2 proposé dans l'étude		2 200,00
Eaux de pluies et fûts	Gouttière; (fûts fournis par les parents)		300,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau			
Pas de cloture	A la charge des parents, cloture végétale par exemple		0,00
Sanitaire avec puits perdu	Type Plans 2 proposé dans l'étude		2 200,00
Création de puits	Creusement de puits au niveau de l'école		4 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés.

Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 163).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-03 : murs en adobe épais) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

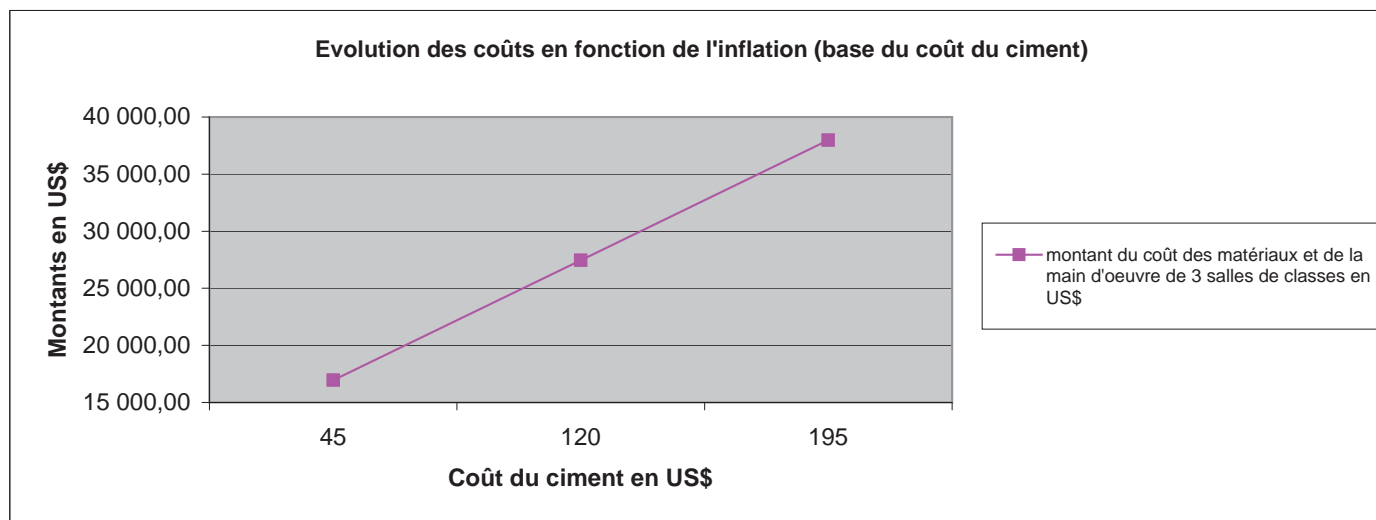
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-03 : murs en adobe épais) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	19 260,28	100,00%	19 241,68	100,00%	16 945,42	100,00%	27 462,47	100,00%
Main d'œuvre directe	2 282,33	12,08%	1 944,30	10,30%	1 944,30	11,72%	1 962,69	7,24%
Investissement de proximité	13 119,24	69,41%	11 256,97	59,62%	6 262,65	37,76%	5 262,82	19,42%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 3, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-03) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. II.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 159).

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en béton cyclopéen sur béton de propreté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites, hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - soubassement en maçonnerie de briques cuites, hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en briques de terre crue hourdée au mortier de terre. Les murs ont une épaisseur de 40 cm (35 cm minimum).

Dans la réalité, l'épaisseur des murs sera définie par les dimensions des briques existantes sur site. Si les murs doivent avoir une épaisseur inférieure à 35 cm, il y aura lieu de prévoir des systèmes de contreforts pour assurer la stabilité des élévations.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs en briques de terre cuite, de blocs de chaux, de pierre non taillée, de BTCS, etc.

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en planches de bois moisées à leur liaison.
- Si cette solution n'est pas envisageable, il pourra être proposé des chaînages en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus ou des chaînages en béton armé coulé de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en bois.
- Si cette solution n'est pas envisageable, il pourra être proposé des linteaux en maçonnerie (arcs), des linteaux en béton armé préfabriqués ou des linteaux en béton armé coulé de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 3 et 4 sont réalisées localement en bois.

Enduits et finitions :

- Dans cette étude les enduits extérieurs et intérieurs sont réalisés en appliquant les solutions locales d'enduits sur les murs en terre (exemple : le Bitchi, mélange de terre sableuse avec les résidus liquide de distillation des alcools locaux). Les peintures extérieures et intérieures ont été prises en compte.
- En absence de ses savoirs locaux ou d'équivalents, il faudra envisager le recours à des enduits de sable stabilisés au ciment, à la chaux, ou au mélange de deux. L'emploi de ces solutions aura une incidence importante sur l'augmentation du coût de l'ouvrage (entre 1000 et 2500 US\$ par classe selon l'enclavement du secteur concerné).
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 3 et 4, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec les nattes localement disponibles clouées sur un support en bois scié. En cas de non disponibilité de ces matériaux, il est possible de réaliser les faux plafonds en matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	303,58
Main d'œuvre qualifié	Jours	182,81
Supervision très qualifié	Jours	9,19
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	149,25
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	35,02
Gravier	m3	12,14
Sable	m3	11,35
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	39,40
Terre pour enduit	m3	4,93
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	9 844,80
Briques cuites 6*11*22	Unité	0,00
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	85,55
Eau	m3	45,02
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	13,40
clous de 6	kg	21,00
clous de 4	kg	0,00
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	22,30
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	0,00
acier FE 6 6 ml	barre	0,00
fil d'attache 2mm	kg	0,00
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	56,10
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	61,60
Contreplaqué faux plafond	m2	0,00
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	21,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	48,00
Finitions		
Huile morte	litre	33,80
Bitchi	litre	2 466,00
Vernis	litre	5,60
Peinture huile	litre	29,30
Peinture eau	litre	29,36
Diluant	litre	8,64
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / métré par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	12,168
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	32
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	234,4
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0

Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut en bois	ml	78
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Linteaux en bois	ml	24
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	0
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	21,00
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	256
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	0
Peinture extérieure	m2	0
Peinture intérieure	m2	0
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	0
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	0
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 3

Typologie de bâtiment		Murs épais porteurs en Adobes			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		23 723	20 334	16 945	17 498
moins électricité		23 219	19 902	16 585	17 030
moins faux plafond		22 889	19 619	16 349	16 787
moins estrade		21 784	18 672	15 560	15 878
moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs		16 997	14 569	12 141	11 746
sans les murs		14 094	12 080	10 067	10 609
moins dalle		13 530	11 597	9 664	8 878

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		141,21	121,04	100,86	104,15
moins électricité		138,21	118,46	98,72	101,37
moins faux plafond		136,24	116,78	97,32	99,92
moins estrade		129,67	111,14	92,62	94,51
moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs		101,18	86,72	72,27	69,92
sans les murs		83,89	71,91	59,92	63,15
moins dalle		80,53	69,03	57,52	52,85

Secteur géographique 4

Typologie de bâtiment		Murs épais porteurs en Adobes			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		38 447	32 954	27 462	31 855
moins électricité		37 943	32 522	27 102	31 131
moins faux plafond		23 605	20 233	16 861	30 713
moins estrade		35 225	30 193	25 161	28 986
moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs		28 582	24 499	20 416	22 639
sans les murs		25 056	21 476	17 897	21 541
moins dalle		19 753	16 931	14 109	15 069

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		228,85	196,16	163,46	189,61
moins électricité		225,85	193,59	161,32	185,30
moins faux plafond		140,51	120,44	100,36	182,82
moins estrade		209,68	179,72	149,77	172,54
moins finitions des murs, huisseries et tableaux noirs		170,13	145,83	121,52	134,76
sans les murs		149,14	127,84	106,53	128,22
moins dalle		117,58	100,78	83,98	89,70

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise : application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME : application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre : sans application de marge

Approche participative : application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 2 132,50 US\$ en secteur 3,
- 4 265 US\$ en secteur 4.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir autour des salles de classes d'ajouter un trottoir périphérique.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

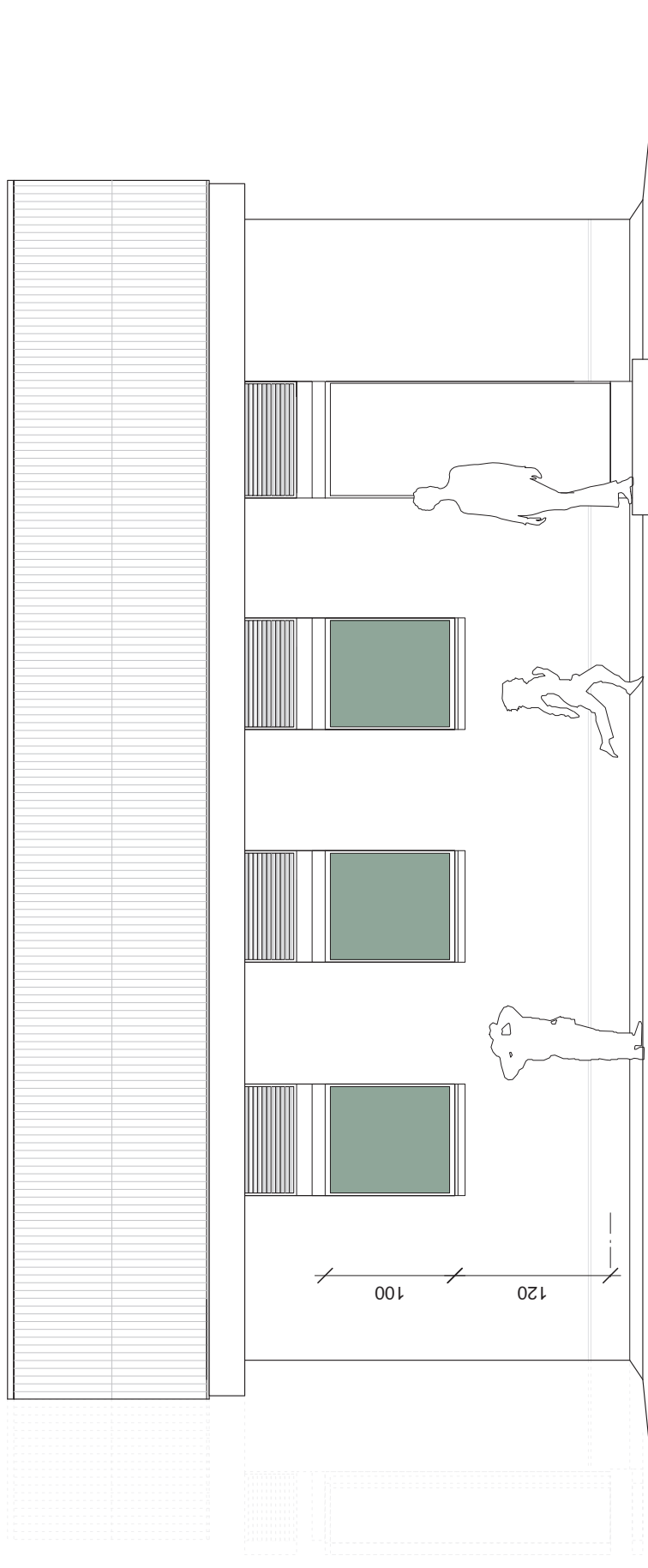
- pour le secteur 3 : de 21 US\$ / m², soit environ 1 386 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 40 US\$ / m², soit environ 2 640 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

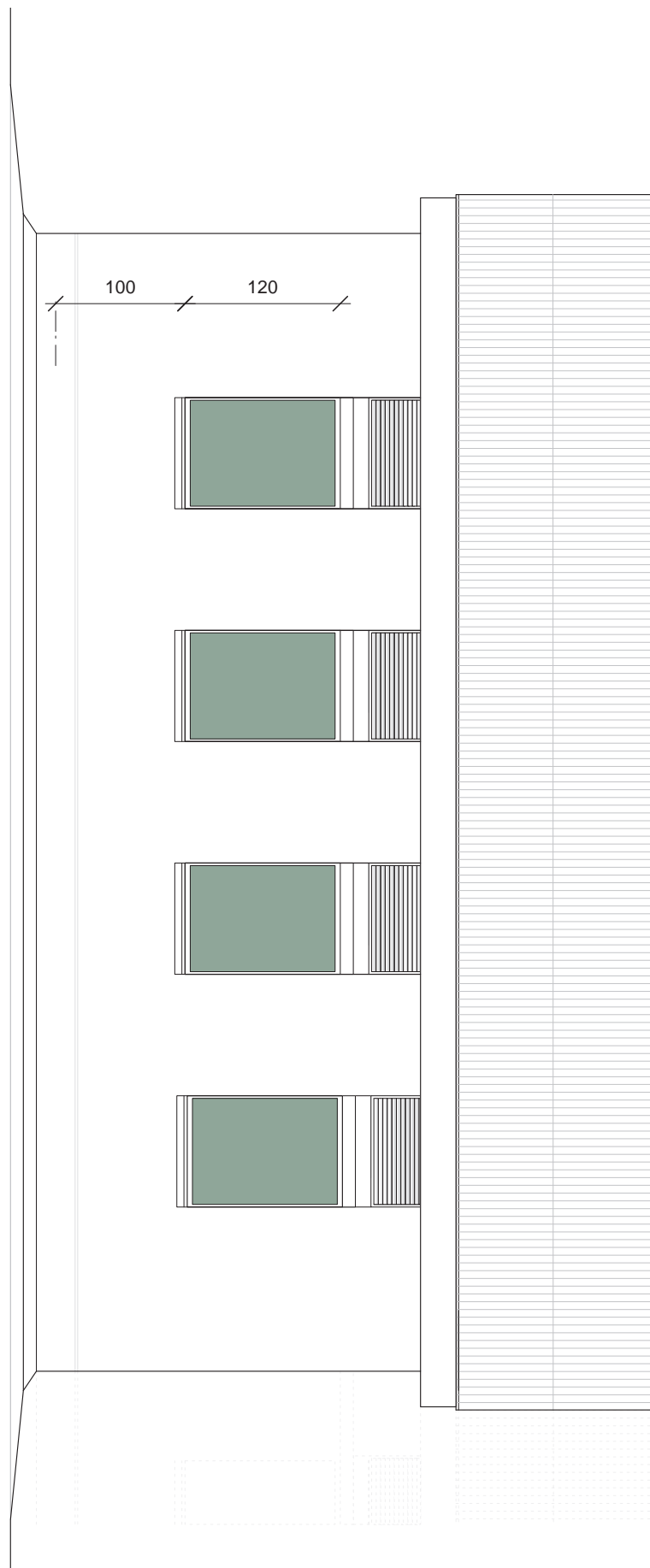
- pour le secteur 3 : de 0,8 US\$ / ml, soit environ 53 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 0.6 US\$ / ml, soit environ 40 US\$ / 3 salles de classes.

Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

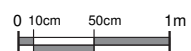
Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.

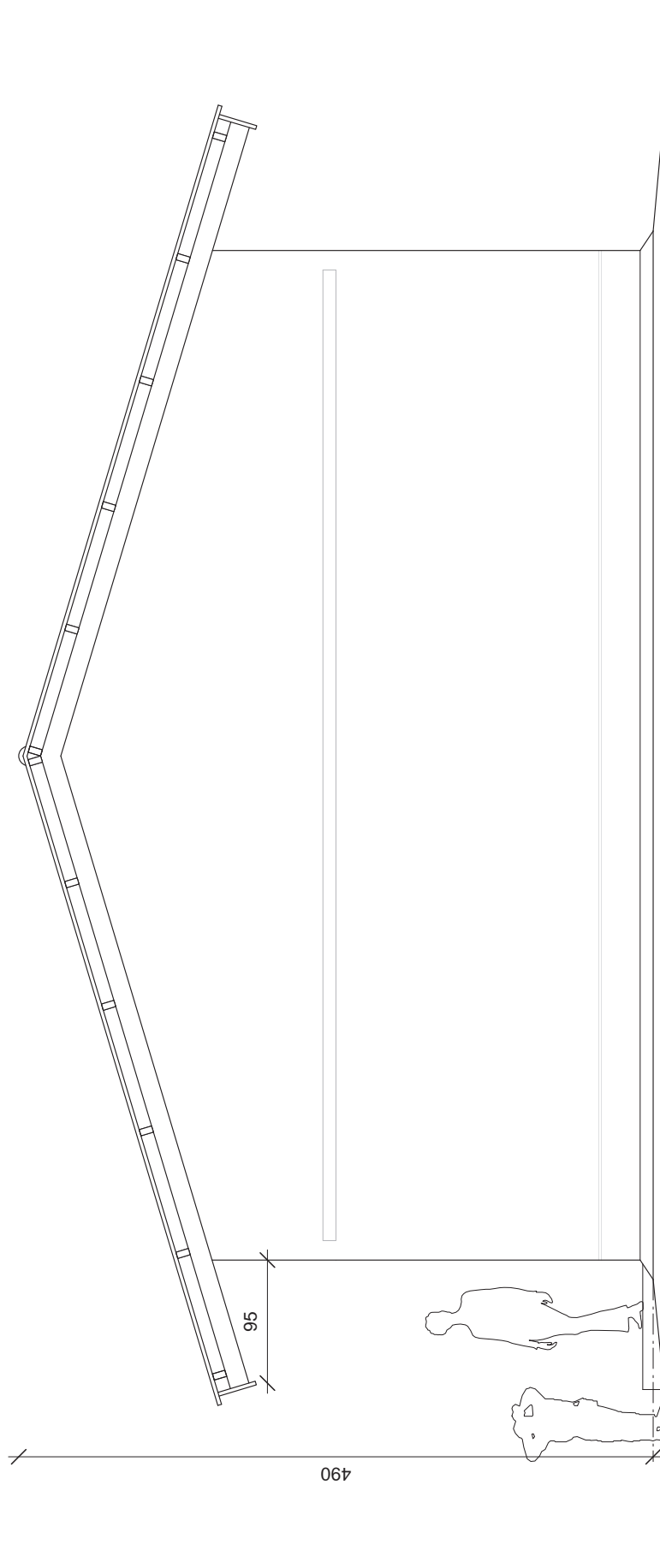


1 classe en RdC
Mur porteur en adobe épais
Façade principale - échelle 1/50



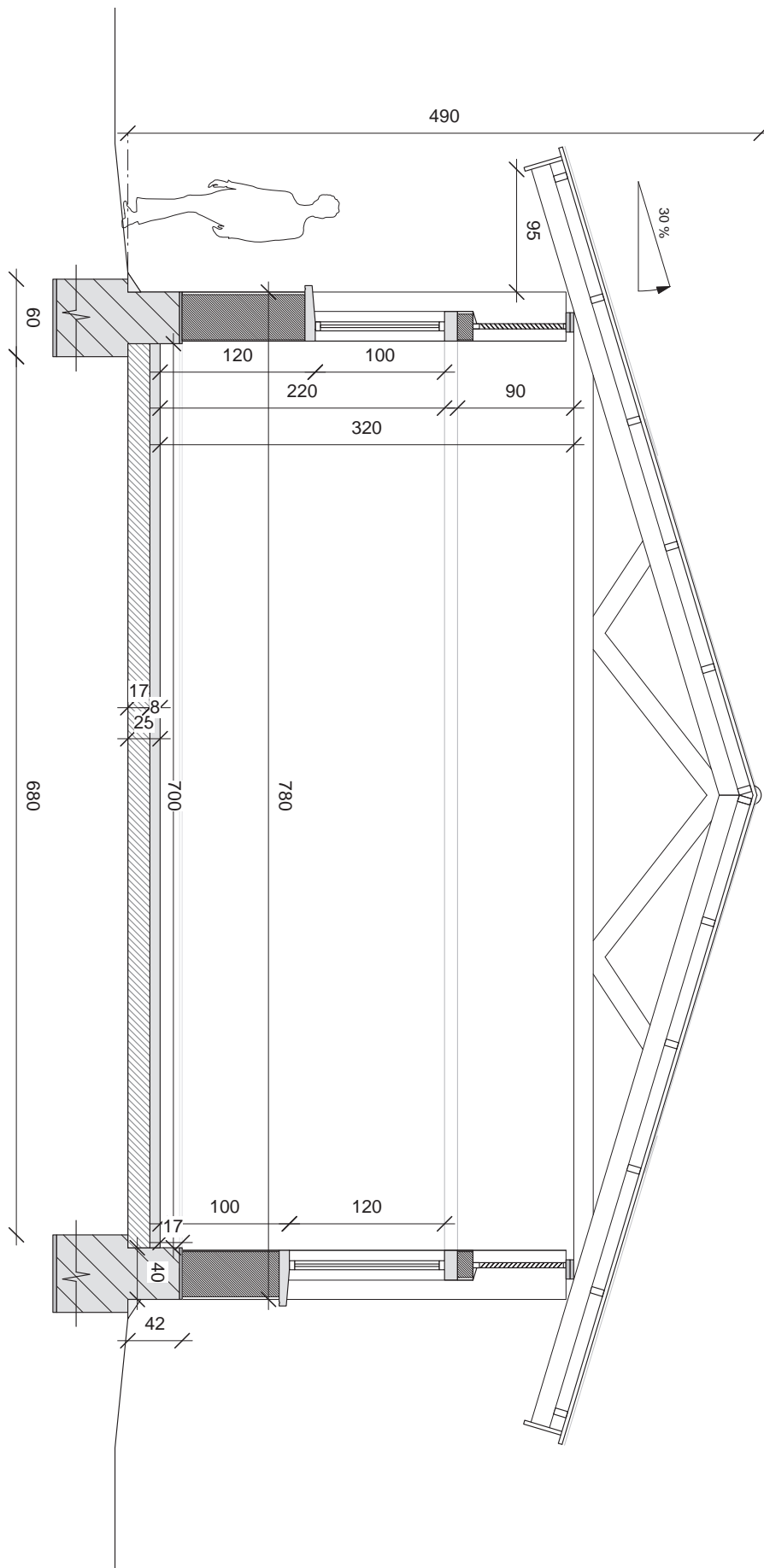
1 classe en RdC
Mur porteur en adobe épais
Façade arrière - échelle 1/50





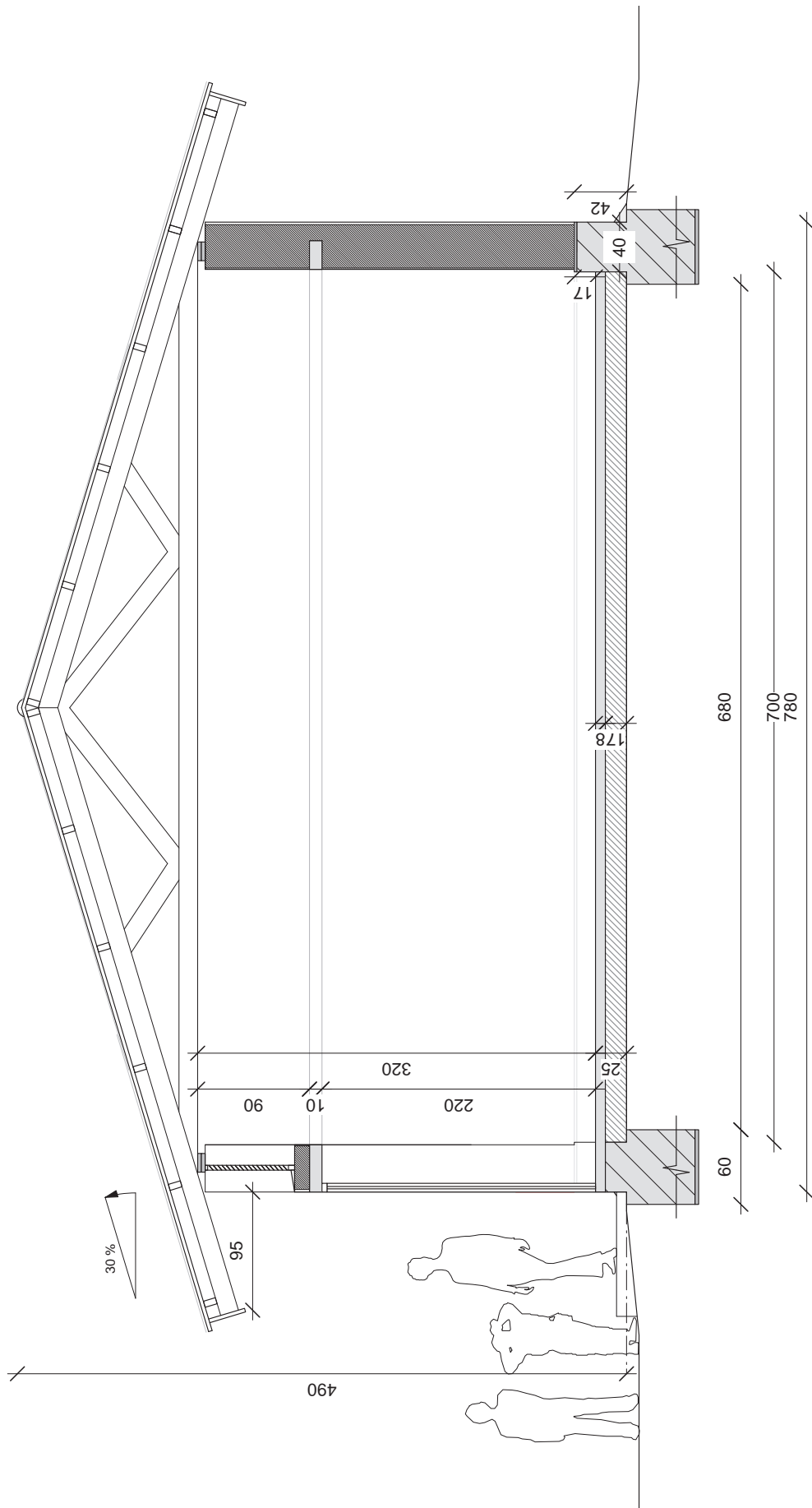
1 classe en RdC
Mur porteur en adobe épais
Façade latérale - échelle 1/50





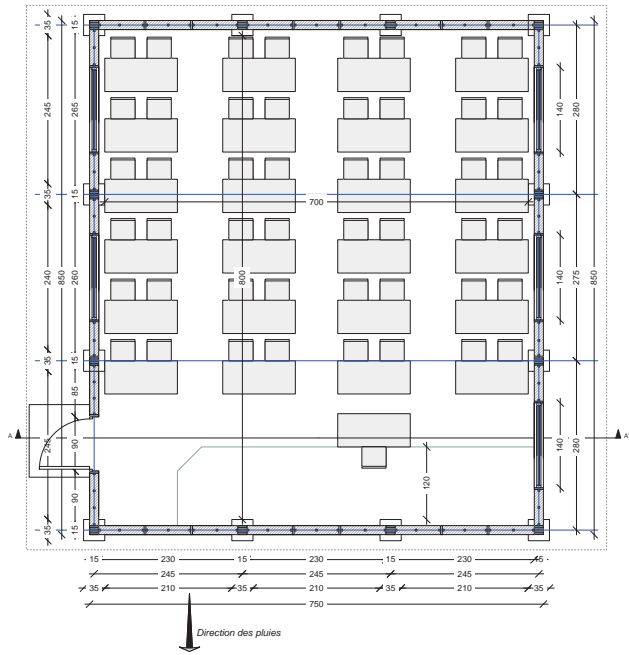
1 classe en RdC
 Mur porteur en adobe épais
 Coupe AA' - échelle 1/50



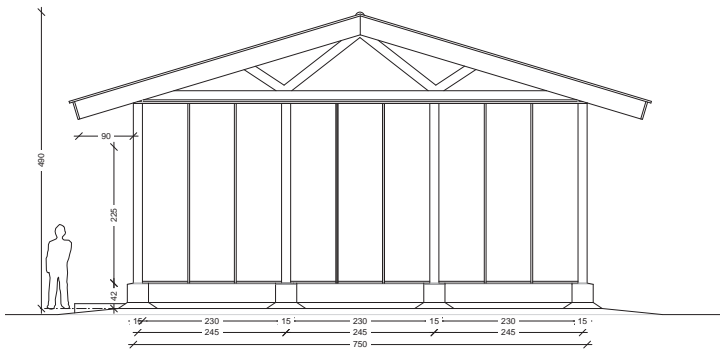


1 classe en RdC
 Mur porteur en adobe épais
 Coupe BB' - échelle 1/50



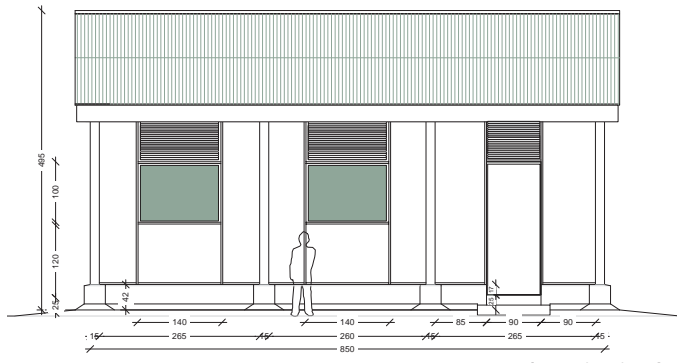


Plan

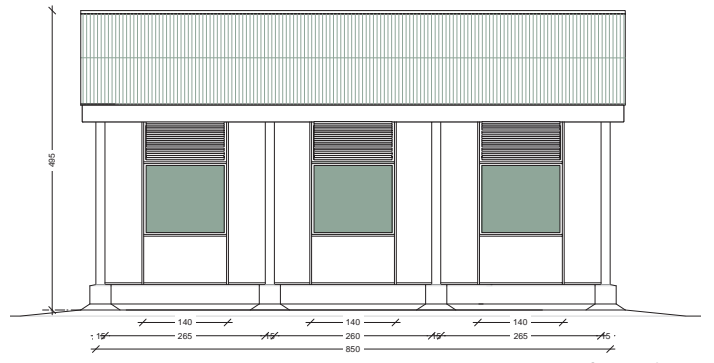


Façade latérale

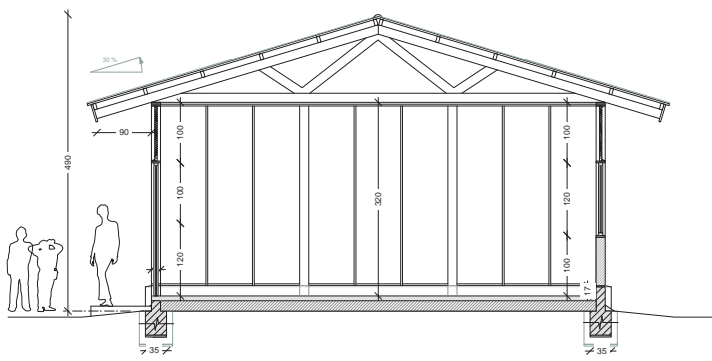
POTEAUX Bois - sans remplissage
1 classe en RdC
Façade arrière - Echelle : 1/50°



Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'

Structures poteaux (parapluie) en RdC

T-06 : Poteaux bois - remplissage torchis

Evolution du coût en fonction du type de bâtiment construit :

Types de complexes scolaire	Prix en US\$ par produit réalisé		Investissement par enfant (50 / salles)	
	Secteur 3	Secteur 4	Secteur 3	Secteur 4
1 salle	5 953,00	9 652,00	119	193
2 salles attenantes	11 153,00	18 313,00	112	183
3 salles attenantes	16 353,00	26 974,00	109	180
Bureaux	6 746,00	10 808,00		
2*3 salles attenantes	32 706,00	53 948,00	109	180
Complexe scolaire (6 classes + bureau) très haute qualité de service	86 496,00	111 800,00	288	373
Complexe scolaire (6 classes + bureau) haute qualité de service	70 496,00	95 800,00	235	319
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique	40 852,00	66 156,00	136	221
Complexe scolaire (6 classes + bureau) qualité de service basique avec création de points d'eau	44 202,00	69 506,00	147	232

Options de services annexes et leur coût :

	Coût moyens tout compris	
	au ml	par complexe
Complexe scolaire très haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse septique		40 000,00
Branchement eau		1 400,00
Complexe scolaire haute qualité de service		
Cloture maçonnée	116,72	40 000,00
Sanitaire avec fosse à vidanger		12 000,00
Eaux de pluies et citernes		1 700,00
Complexe scolaire qualité de service basique		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		2 200,00
Eaux de pluies et fûts		300,00
Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau		
Pas de cloture		0,00
Sanitaire avec puits perdu		2 200,00
Création de puits		4 500,00

Les prix donnés ci-dessus, valables pour les secteurs 1 et 2 tels que définis en début de chapitre (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157), sont indicatifs : chaque site et ses caractéristiques pouvant avoir une influence importante sur le coût final des services proposés.

Le descriptif technique des services annexes reste commun quelque soit la typologie constructive choisie pour la réalisation des salles de classes, il est donc développé en tête de chapitre et décliné suivant la qualité de service recherchée (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service, p. 163).

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-06 : poteaux bois - remplissage torchis) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) ou autre type de bâtiment (bureau, salles de classe en moins ou en plus) développés à la page précédente et dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

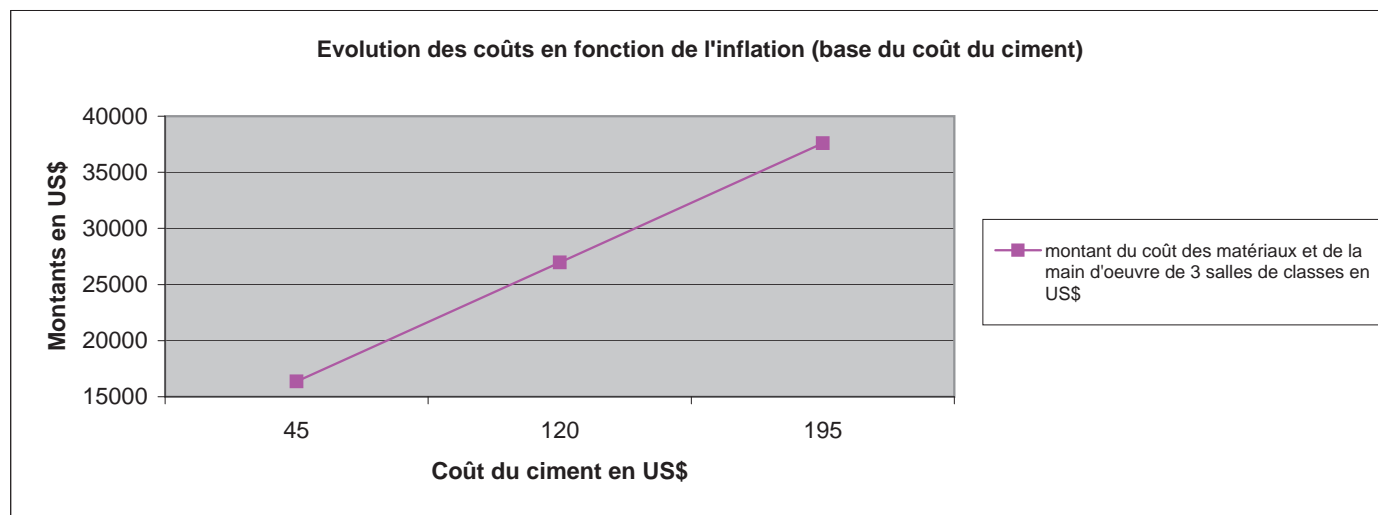
Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-06 : poteaux bois - remplissage torchis) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.1 Secteurs 1 et 2 / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 157).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	18 016,69	100,00%	17 697,06	100,00%	16 352,95	100,00%	26 973,77	100,00%
Main d'œuvre directe	1 805,55	10,23%	1 532,10	8,84%	1 532,10	9,58%	1 548,49	5,82%
Investissement de proximité	11 718,95	66,37%	9 521,08	54,92%	5 385,23	33,67%	4 156,57	15,62%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction de l'augmentation du coût des matériaux importés :



L'évolution du coût, donné en US\$, reste indicative et est évaluée pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes réalisé en secteur 3, suivant l'éventuelle augmentation du prix du sac de ciment dans le temps et/ou d'un lieu à l'autre.

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-06) :

Ce descriptif vient s'ajouter à celui établi en début de chapitre pour les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives (Cf. III.2 Secteurs 3 et 4 / Descriptif technique commun des salles de classe, p. 159).

Fondations :

- Sous les poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en briques cuites hourdées au mortier de ciment .
 - Si cette technique n'est pas applicable sur le site étudié, une alternative de béton cyclopéen ou de pierres maçonnées au mortier de ciment pourra être étudiée.
- Sous les murs de remplissage entre poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
 - Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en béton cyclopéen,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites, hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

- Les poteaux pris en compte dans cette étude sont de section 15x16 cm en bois massif ou en planches moisées.
- Une alternative économique peut être d'utiliser des bois non travaillés en scierie (troncs d'arbre). L'esthétique pourra en souffrir un peu, mais si les essences de bois sont choisies avec soin et si la mise en œuvre est réalisée selon les règles de l'art, la durabilité de la construction n'en sera pas réduite.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en torchis («pisé» en appellation locale).

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, de terre cuite, de blocs à chaux, de BTCS, de planches de bois, etc.

Chaînage :

Il n'y a pas de chaînage à proprement parler dans cette approche architecturale. La stabilité de la structure est assurée par des fiches et contre-fiches en tête de poteaux qui relient ces derniers à une poutre sablière en tête de murs.

Linteaux :

Il n'y a pas de linteaux à proprement parler dans cette approche architecturale, ils sont assurés par la structure en bois des murs.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 3 et 4 sont réalisées localement en bois.

Enduits et finitions :

- Dans cette étude les enduits extérieurs et intérieurs sont réalisés en appliquant les solutions locales d'enduits sur les murs en terre (exemple : le Bitchi, mélange de terre sableuse avec les résidus liquide de distillation des alcools locaux). Les peintures extérieures et intérieures ont été prises en compte.
- En absence de ses savoirs locaux ou d'équivalents, il faudra envisager le recours à des enduits de sable stabilisés au ciment, à la chaux, ou au mélange de deux. L'emploi de ces solutions aura une incidence importante sur l'augmentation du coût de l'ouvrage (entre 1000 et 2500 US\$ par classe selon l'enclavement du secteur concerné).
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 3 et 4, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec les nattes localement disponibles clouées sur un support en bois scié. En cas de non disponibilité de ces matériaux, il est possible de réaliser les faux plafonds en matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	226,84
Main d'œuvre qualifié	Jours	149,01
Supervision très qualifié	Jours	8,19
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	173,85
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	31,37
Gravier	m3	12,14
Sable	m3	12,43
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	10,14
Terre pour enduit	m3	4,93
Terre pour torchis	m3	11,42
Éléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	1 354,24
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	89,56
Eau	m3	41,53
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	6,77
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	28,40
clous de 8	kg	13,40
clous de 6	kg	17,65
clous de 4	kg	0,00
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	22,30
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	0,00
acier FE 6 6 ml	barre	0,00
fil d'attache 2mm	kg	0,00
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	80,00
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	228,40
stick d8 4ml	Unité	68,52
stick d14 4ml	Unité	91,36
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	1 598,80
Corde pour ligature	Boule	913,60
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	61,60
Contreplaqué faux plafond	m2	0,00
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	15,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	55,59
Bitchi	litre	2 466,00
Vernis	litre	5,60
Peinture huile	litre	27,10
Peinture eau	litre	28,64
Diluant	litre	8,86
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / métré par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	4
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	3,3856
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	9,36
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	32
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0

Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	228,4
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	15
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	256
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	237,2
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	0
Faux plafonds natte	m2	56
Electricité	par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Evolution du coût en fonction du mode de mise en oeuvre et du niveau de finition :

Secteur géographique 3

Typologie de bâtiment		Structure en poteaux bois avec remplissage en torchis			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		22 894	19 624	16 353	18 593
	moins électricité	22 390	19 192	15 993	18 125
	moins faux plafond	22 058	18 907	15 756	17 883
	moins estrade	20 954	17 960	14 967	16 974
	moins murs et huisseries	15 056	12 905	10 754	11 995
	moins dalle	11 589	9 934	8 278	9 127
	moins fondations des murs	9 615	8 242	6 868	8 219

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		136,28	116,81	97,34	110,67
	moins électricité	133,28	114,24	95,20	107,89
	moins faux plafond	131,30	112,54	93,79	106,45
	moins estrade	124,73	106,91	89,09	101,04
	moins murs et huisseries	89,62	76,81	64,01	71,40
	moins dalle	68,98	59,13	49,27	54,33
	moins fondations des murs	57,23	49,06	40,88	48,92

Secteur géographique 4

Typologie de bâtiment		Structure en poteaux bois avec remplissage en torchis			
		Coût par bâtiment de 3 salles de classes			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		37 764	32 369	26 974	33 204
	moins électricité	37 260	31 937	26 614	32 736
	moins faux plafond	36 921	31 646	26 372	32 479
	moins estrade	34 541	29 606	24 672	30 334
	moins murs et huisseries	26 242	22 493	18 744	23 107
	moins dalle	17 914	15 355	12 796	15 537
	moins fondations des murs	14 980	12 840	10 700	13 389

		Coût au m2			
Mode de mise en oeuvre		Grande entreprises	PME	Matériaux et main d'oeuvre	Approche participative
Niveau de finition					
Ecoles entière		224,78	192,67	160,56	197,64
	moins électricité	221,78	190,10	158,42	194,86
	moins faux plafond	219,77	188,37	156,98	193,33
	moins estrade	205,60	176,23	146,86	180,56
	moins murs et huisseries	156,20	133,89	111,57	137,54
	moins dalle	106,63	91,40	76,17	92,48
	moins fondations des murs	89,17	76,43	63,69	79,70

Pour rappel, les prix indiqués ci-dessus restent indicatifs ; ils sont donnés en US\$ pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes, mais aussi par m².

Nota :

Grande entreprise :

application d'un taux de 40% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

PME :

application d'un taux de 20% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre

Matériaux et main d'oeuvre :

sans application de marge

Approche participative :

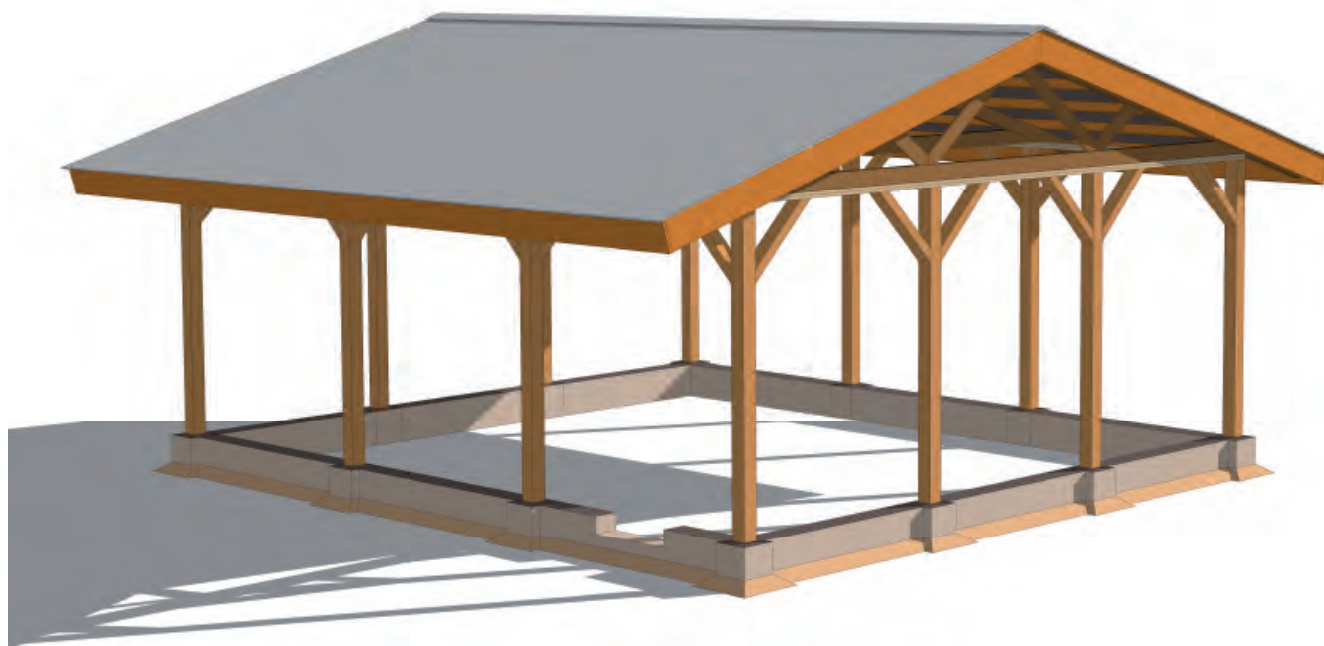
application d'un taux de 30% de marge sur les matériaux et la main d'oeuvre mais avec contrepartie participative sur les ressources locales (matériaux locaux et main d'oeuvre non qualifiée).

Il ne faut pas oublier que la recherche de la diminution des coûts n'est pas anodine et induit obligatoirement une baisse de qualité (Cf. avertissements p. 93).

En réduisant le niveau de finition, on peut voir dans ce tableau qu'il est possible de réduire considérablement les coûts.

D'une salle de classe classique (bâtiment clos et couvert, bénéficiant des équipements courants : dalle intérieure, estrade, faux-plafond et électricité), on peut alors prendre le parti de ne livrer que la structure couvrante. Ainsi, en retirant du modèle classique l'électricité, le faux-plafond, l'estrade, la dalle intérieure mais aussi les murs et huisseries, les coûts sont réduits de plus de la moitié par rapport au coût initial (voir bien au-delà suivant le mode de mise en oeuvre). Dans ce cas il faut prendre conscience que le produit fourni ne sera alors constitué que de la structure porteuse (poteaux), du toit (soit une structure parapluie non remplie), et des soubassements en attente de recevoir les futurs remplissages intermédiaires (qui seront dans ce cas assurés d'être construits hors d'eau et protégés des remontés capillaires).

En voici un aperçu illustré :



Dans ce sens, une autre manière de baisser le prix de la construction peut également être de remplacer le type de couverture, en passant de tôles BG28 à des tôles de moins bonne qualité de type BG32.

L'économie ainsi faite est évaluée à :

- 2 132,50 US\$ en secteur 3,
- 4 265 US\$ en secteur 4.

Rappelons cependant que, pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Ainsi, si les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans, l'utilisation de tôles BG32 réduisent la durée de vie de la construction à une quinzaine d'années seulement.

A l'inverse, et sous réserve de prévoir un budget supplémentaire à celui préalablement indiqué dans le calcul du coût de cette typologie constructive, il est possible de prévoir autour des salles de classes d'ajouter un trottoir périphérique.

Celui-ci est constitué d'une dalle en béton de 1 m de large qui entoure le bâtiment. Outre la protection de la base des constructions contre les infiltrations d'eau, il permet de garder une voie de circulation non boueuse autour des salles de classe.

Le coût de ce type d'ouvrage est :

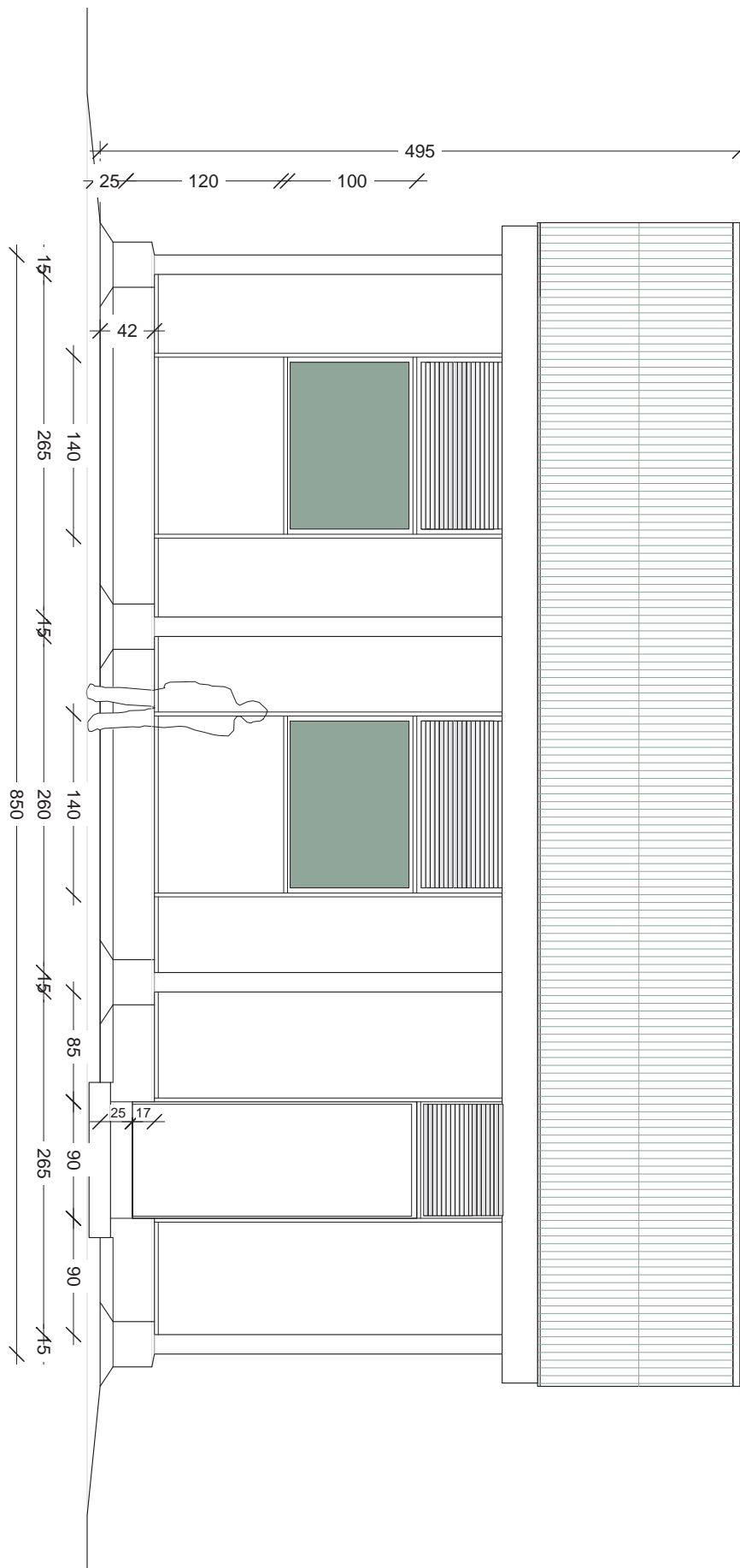
- pour le secteur 3 : de 21 US\$ / m², soit environ 1 386 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 40 US\$ / m², soit environ 2 640 US\$ / 3 salles de classes.

Une autre option est de le réaliser en remblais de terre compactée. Cette option ne permet que de protéger la base des constructions contre les infiltrations d'eau. Le coût de ce type d'ouvrage est :

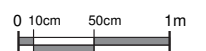
- pour le secteur 3 : de 0,8 US\$ / ml, soit environ 53 US\$ / 3 salles de classes,
- pour le secteur 4 : de 0.6 US\$ / ml, soit environ 40 US\$ / 3 salles de classes.

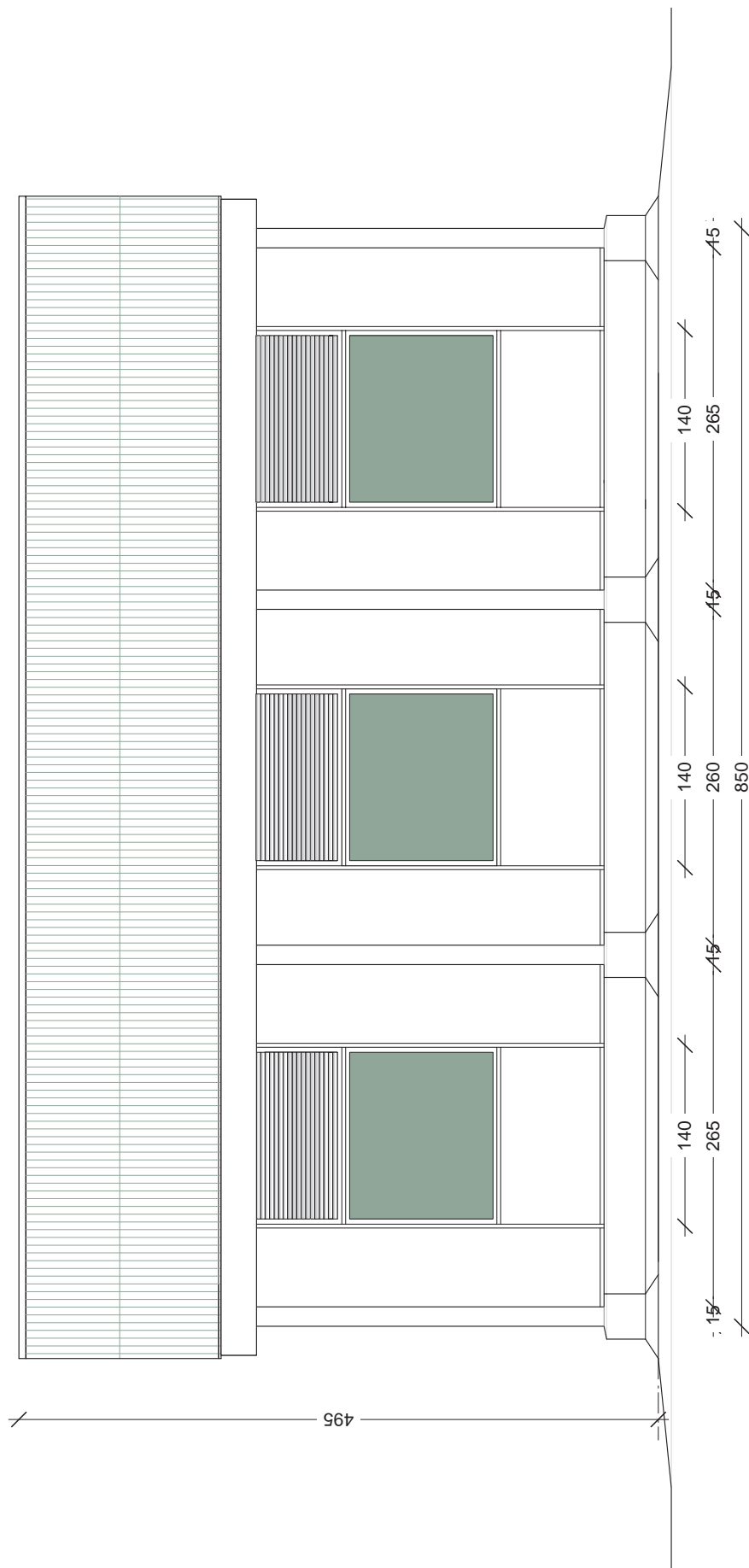
Dans tous les secteurs et dans une volonté de réduction des coûts des complexes scolaires, l'option 2 sera privilégiée, même s'il est évident que l'option n°1 reste la plus performante.

Du fait de ce choix et des sommes en jeu, ces montants n'ont pas été pris en compte dès le départ dans l'étude.



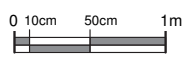
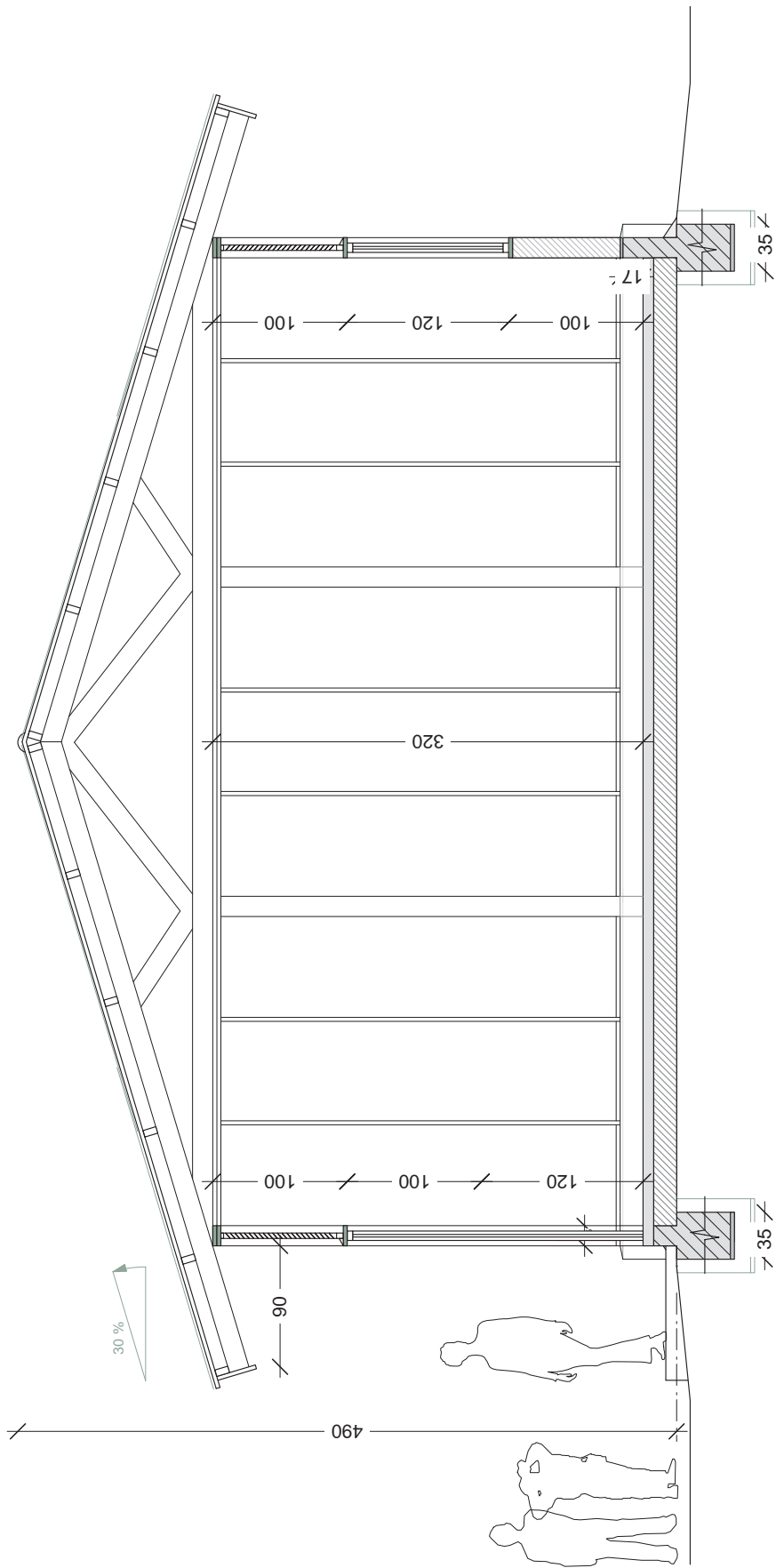
1 classe en RdC
 Poteaux en bois - remplissage en torchis
 Façade principale - échelle 1/50





1 classe en RdC
 Poteaux en bois - remplissage en torchis
 Façade arrière - échelle 1/50





1 classe en RdC
 Poteaux en bois - remplissage en torchis
 Coupe - échelle 1/50

Options non retenues

Sont exposées dans ce chapitre d'autres typologies architecturales et constructives, différentes des précédentes, et qui ont été étudiées mais non retenues compte-tenu des attentes du commanditaire, notamment ses attentes en terme de coût.

Les typologies suivantes pourraient pour autant être développées si les critères de choix venaient à changer, ce pour quoi elles sont tout de même exposées de façon légèrement plus succincte. La pertinence du secteur d'applicabilité pouvant varier d'une typologie à l'autre, il est chaque fois précisé ; c'est-à-dire que si l'on décidait tout de même de mettre en oeuvre l'une des typologies constructives suivantes, il resterait plus judicieux de l'implanter dans un secteur plutôt qu'un autre, même si là encore le champs des possibles demeure toujours ouvert, en fonction des critères de choix qui guideront le futur commanditaire.

Définition des différents secteurs d'intervention :

Pour rappel, les coûts et impacts socio-économiques ont été estimés pour quatre secteurs distincts :

- **SECTEUR 1 :**
Urbain, lieu d'approvisionnement national connecté au commerce international.



- **SECTEUR 2 :**
Urbain, facilement desservi à partir du secteur 1.

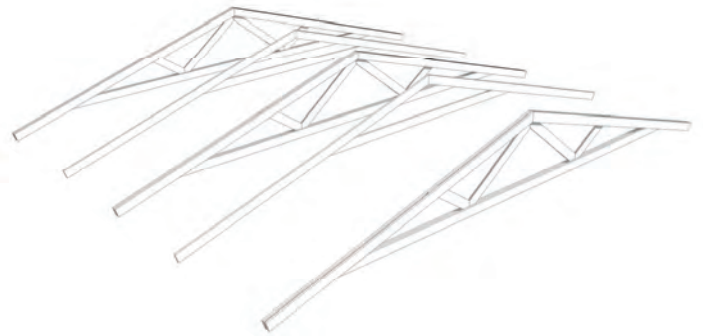


- **SECTEUR 3 :**
Difficile d'accès, l'approvisionnement doit se faire par petit véhicule ceci à partir des secteurs 1 ou 2 (en fonction de l'éloignement et de l'état des voies de communication).

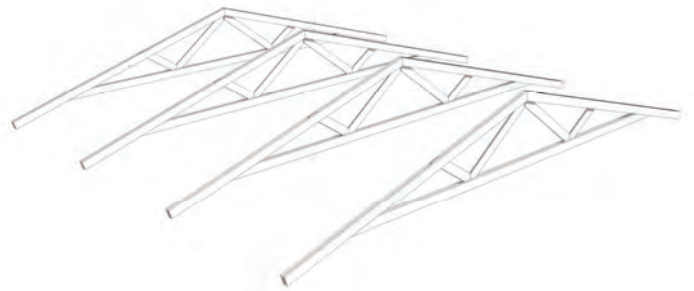
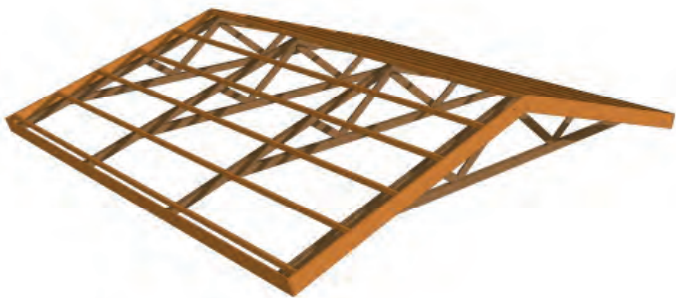


- **SECTEUR 4 :**
Très difficile d'accès, l'approvisionnement doit se finir à pied à partir des secteurs 2 ou 3, voir 1 dans certains cas.





Sur murs porteurs :
5 fermes en alternance (3 fermes W et 2 demi-fermes)



Sur structure poteaux :
4 fermes W

Figure 1

Descriptif technique commun des salles de classe :

Ce descriptif technique concerne les éléments communs à l'ensemble des typologies constructives développées dans l'étude, il est donc valable pour toutes. Un descriptif spécifique vient le compléter ; il concerne les éléments qui varient d'une typologie à l'autre et apparaît donc dans les sous-chapitres propres à chacune d'entre elles.

Préparation du terrain :

- Le terrain est nettoyé et décapé sur toute l'emprise du bâtiment et sur sa périphérie extérieure (2 mètres).
En fonction de la topographie du terrain, ce décapage pourra être fait par terrasses de différents niveaux.
- Après finition de l'ouvrage, le terrain sera remblayé pour créer des pentes naturelles qui assureront un écoulement des eaux de pluies non préjudiciable ni aux bâtiments ni aux espaces de récréation des élèves.

Fouilles pour fondations :

- La profondeur moyenne des fouilles prise en compte pour cette étude est de 0,50 m. Dans la réalité, la profondeur des fouilles devra être définie en lien avec la nature des sols présents sur le site.

Barrières capillaires :

- La barrière capillaire est constituée d'un film plastique.
- Elle peut aussi être réalisée en mortier de sable ciment mis en oeuvre en deux couches de 1cm d'épaisseur chacune.

Toitures :

- Fermes :
 - Dans cette étude, les fermes sont triangulées et réalisées en planches. (Cf. figure 1 ci-contre).
 - Par soucis d'économie, elles peuvent éventuellement être réalisées en bois rond. Cela peut avoir une influence sur la qualité et l'esthétique de l'ouvrage. Si le travail est réalisé correctement et les bois choisis de qualité, cela n'aura pas d'influence sur la durée de vie de l'ouvrage.

- Dans certains cas, il pourra être pertinent de privilégier des charpentes métalliques (par exemple dans la région de Lubumbashi, dans le cas où le bois de charpente ne serait pas disponible,...).

- Pannes :
 - Dans cette étude, les pannes sont en bois scié. Cela est lié au choix de privilégier la tôle comme matériau de couverture (disponibilité, qualité, savoir-faire).
 - Il peut être envisagé l'usage de matériaux différents pour réaliser les pannes si le matériau de couverture vient à être différent de la tôle.

- Couverture et faîtières:
 - Dans cette étude, la couverture est réalisée en tôle BG28 (qualité, durabilité). Pour toute construction réalisée selon les règles de l'art, la durée de vie de l'ouvrage est presque exclusivement liée à la durée de vie de sa toiture. Dans cette condition de réalisation de qualité, les tôles BG28 garantissent une durée de vie des constructions à un minimum de 30 ans. Si, pour des raisons économiques, le critère de durée de vie des bâtiments est ramené à 15 ans ou moins de 10 ans, le poste le plus pertinent sur lequel il y a lieu de travailler est le poste couverture. Dépendant des conditions climatiques et atmosphériques des sites envisagés, le choix de couvrir les constructions avec des tôles de qualité inférieure ramènera la durée de vie des constructions à une quinzaine d'années (BG 32) ou inférieure à 10 ans (BG 36).
 - Dans certains contextes, les populations locales maîtrisent la production de tuiles cuites. Ce matériau pourrait alors faire partie des contributions demandées aux communautés locales. Il y aura cependant lieu de prendre en compte la nécessité de renforcer la charpente et la structure qui composera la toiture.
 - D'autres matériaux de couverture (tuiles micro béton, tuiles béton, couvertures végétales...)

existent en RDC et présentent des avantages (création d'emplois, économies dans certains contextes, réduction des risques de vols, etc...). La pertinence de ces options n'est pas remise en question par l'étude et il est même recommandé que ces options puissent être proposées par les porteurs de projet le désirant, mais il a été jugé que leur application demandait plusieurs pré-requis qui n'étaient pas existants de façon assez large en RDC pour justifier ici leur étude spécifique.

- Rives :
Dans cette étude, les rives sont réalisées en bois scié de bonne qualité (pris en compte dans le prix du m3 de bois considéré).

Dalles de sol :

- Dans le cadre de cette étude, les remblais sous les dalles sont réalisés en terre de bonne cohésion et sans risque de gonflement et retrait. Ces terres sont considérées comme étant disponibles sur site. Le choix de l'étude a été de considérer la réalisation de ces dalles en béton (la chape est intégrée à la dalle), ceci en lien avec « l'universalité » de la connaissance de cette technique en RDC.
- D'autres solutions techniques ou un panachage de solutions techniques peuvent être tout à fait pertinents dans le contexte de la RDC (dallage en briques cuites, en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée, en pierres plates, plancher bois,...). Ces solutions peuvent générer des économies conséquentes sans diminuer la qualité de la réalisation envisagée ; elles sont cependant dépendantes de l'existence effective des équipements, matériaux et compétences nécessaires à leur bonne mise en œuvre. C'est en lien avec cela que ces solutions n'ont pas été retenues dans l'étude. Il est cependant recommandé de les étudier si elles sont proposées par certains maîtres d'œuvre.

Estrade :

L'estrade est installée dans la largeur de la classe. Elle a une largeur de 120 cm et sera surélevée d'une hauteur de 15 cm par rapport au niveau du sol de la classe.

Électricité :

Chaque salle de classe dispose de points d'éclairage. Chaque bloc de trois salles de classe dispose d'un compteur électrique spécifique.



Figure 2



*Latrines 10 trous,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 3



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 4



*Dalle de latrine,
principe © Olivier Moles, CRAterre*
Figure 5

Descriptif technique commun des services annexes (clôtures, latrines, accès à l'eau), classés suivant la qualité de service :

Complexe scolaire très haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :
Ce type de clôture d'une hauteur de 2 ml au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15x15 cm, espacés de 4,00 ml et ancrés sur une semelle en béton armé (40x40x15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel,
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture.

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 ml.

- Sanitaires avec fosse septique :
Le modèle pris en compte dans cette étude est celui mis en œuvre par le PARSE dans le cadre de sa phase 1 (Cf. illustration en figure 2).

- Accès à l'eau :
Il est considéré que dans les secteurs où ce type de service (très haute qualité) est fourni, le réseau d'eau potable est existant. L'accès à l'eau dans ce type de contexte consiste donc à assurer le branchement du réseau de l'école au réseau du quartier dans lequel elle est implantée.

Complexe scolaire haute qualité de service :

- Clôture maçonnée :
Ce type de clôture d'une hauteur de 2ml au-dessus du terrain naturel est réalisé selon le système constructif suivant :

- poteaux en béton armé de section 15x15 cm, espacé de 4,00 ml et ancré sur une semelle en béton armé (40x40x15 cm) fondée à une profondeur de 50 cm par rapport au terrain naturel,
- remplissage entre les poteaux avec des blocs ciment creux d'une épaisseur de 15 cm,
- enduit sable-ciment appliqué sur les deux faces du mur de clôture

La longueur cumulée prise en compte dans l'étude est de 200 ml.

- Sanitaires avec fosse à vidanger :
Il s'agit d'un système de sanitaires à fosse avec trappes de vidange pour des zones urbaines peu denses (cf. Chapitre I- Normes Architecturales, section 3.7. Sanitaires).
(Exemple illustré : Cf. figure 3).

- Accès à l'eau :
Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau (citerne de 12 m3) alimentée par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières).

Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs.
(Exemple illustré : Cf. figure 4).

Complexe scolaire qualité de service basique :

- Clôture végétale :
Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaires avec puits perdu :
Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 ml par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissés à la charge de la communauté bénéficiaire.
(Exemple illustré : Cf. figure 5).



*Récupération d'eau,
principe © Olivier Moles, CRAterre
Figure 6*



*Aménagement d'un point d'eau,
principe © IRC
Figure 7*

- Accès à l'eau :

Il s'agit ici, pour des secteurs ne disposant pas de l'eau courante, de créer une réserve d'eau constituée de fûts de 200 litres alimentés par l'eau de pluie récupérée à partir des toitures des salles de classes (mise en place de gouttières). Attention, l'eau ainsi récupérée ne pourra servir que pour l'hygiène des utilisateurs.

La subvention devra permettre d'acheminer le matériel nécessaire à récupérer l'eau des toitures (gouttières et quincaillerie). La mise à disposition des fûts est laissée à la charge des communautés bénéficiaires.

(Exemple illustré : Cf. figure 6).

Complexe scolaire qualité de service basique avec création de points d'eau :

- Clôture végétale :

Dans cette étude, il est proposé pour ce type de services que la réalisation de la clôture soit laissée à la charge des communautés locales. Des conseils peuvent cependant être donnés à cette dernière pour qu'elle puisse la réaliser en haies vives en utilisant les végétaux disponibles localement.

- Sanitaire avec puits perdu :

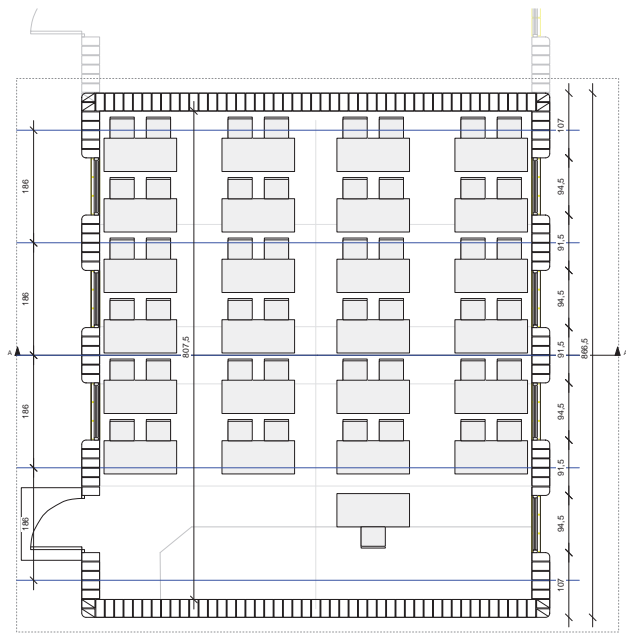
Il s'agit de fournir à la communauté une dalle de latrine et les matériaux de couverture (en moyenne, 1,5 tôle de 0,7 x 1,5 m par trou) nécessaires à couvrir cette dernière. Le creusement de la fosse et sa maçonnerie, la maçonnerie des cabines et la mise en place de la charpente sont laissées à la charge de la communauté bénéficiaire.

(Exemple illustré : Cf. figure 5).

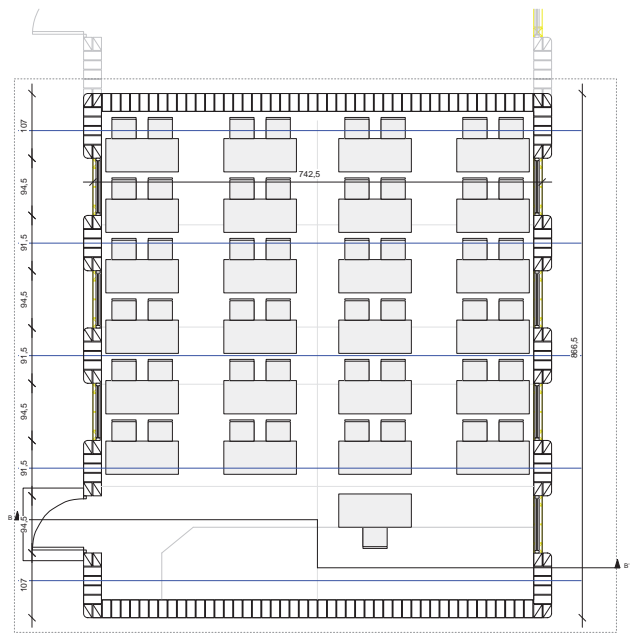
- Accès à l'eau :

Il s'agit soit d'aménager une source, soit de creuser un puit traditionnel.

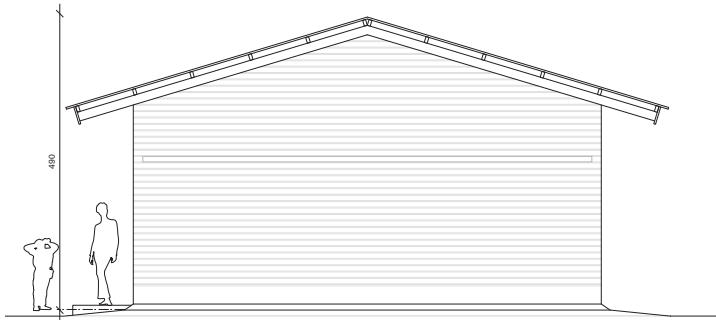
(Exemple illustré : Cf. figure 7).



Plan



Plan



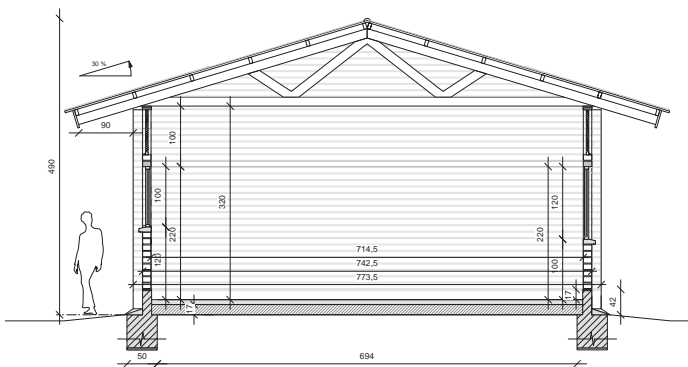
Façade latérale



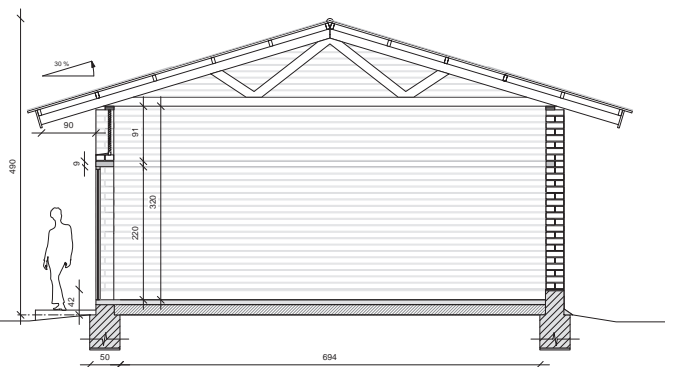
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Murs porteurs épais en RdC

T-04 : Murs en BTCS épais

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-04 : murs porteurs en BTCS épais) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	23 448,79	100,00%	27 970,64	100,00%	35 294,13	100,00%	80 590,07	100,00%
Main d'œuvre directe	2 542,37	11,01%	2 191,14	7,94%	2 191,14	6,27%	2 219,76	2,77%
Investissement de proximité	10 504,40	45,50%	9 076,22	32,87%	5 537,11	15,85%	4 952,84	6,17%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 1 ou 2 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-1 Secteurs 1 et 2, p. 105, 123 ou 139).

Descriptif technique propre à cette typologie architecturale (T-04) :

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment. Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment. Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
- Si ce choix n'est pas pertinent sur le site choisi, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites, hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - soubassements en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie est réalisée en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée hourdée au mortier de terre stabilisé. Les murs ont une épaisseur de 29,5 cm.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs en briques de terre crue.

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en BTCS sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-04 : murs porteurs en BTCS épais) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	9,36
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	24
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Réz de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Réz de Chaussé)	m2	234,4
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0

Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	21
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

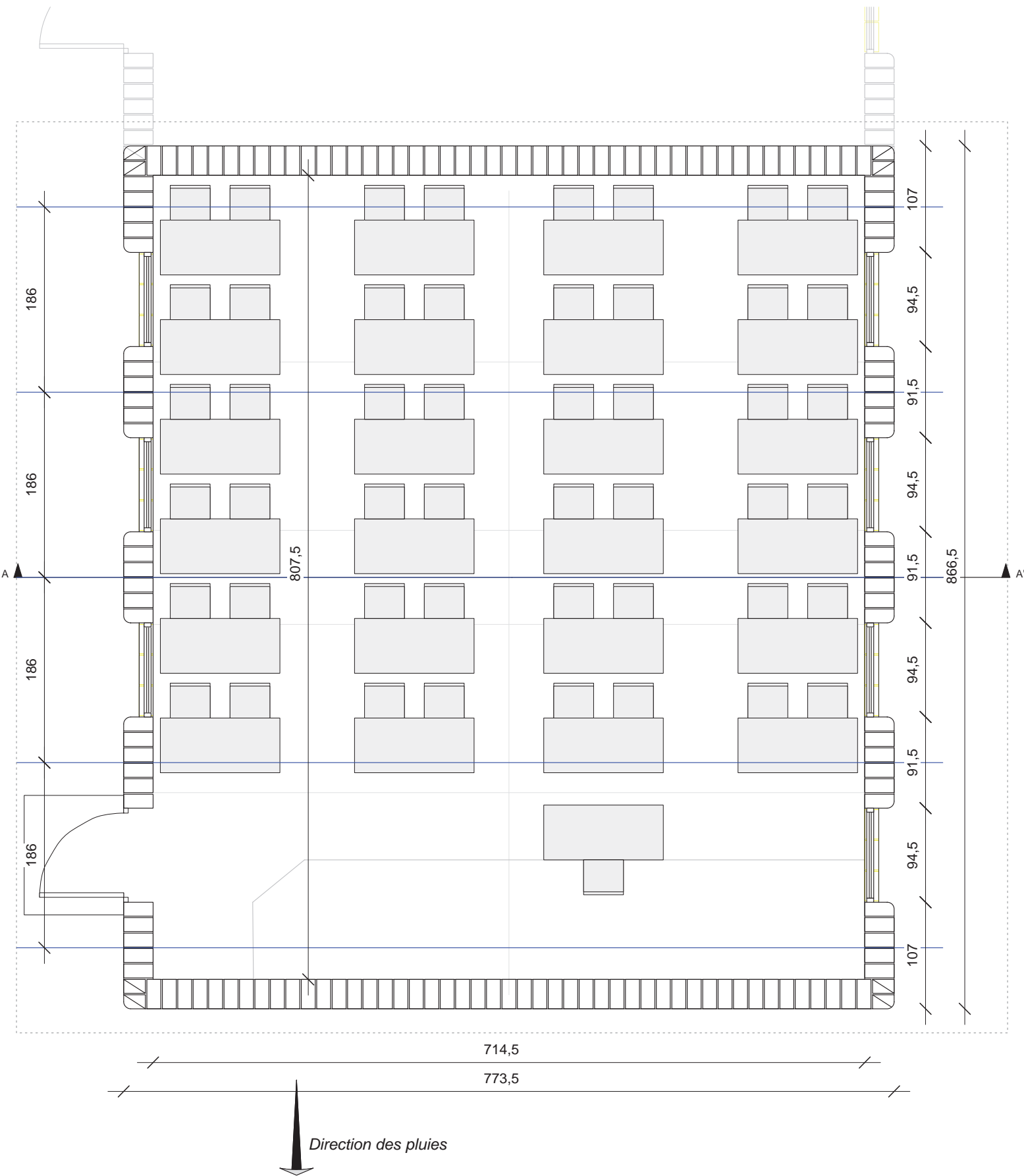
Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par composant :

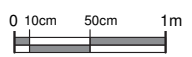
Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	339,89
Main d'œuvre qualifié	Jours	197,08
Supervision très qualifié	Jours	14,31
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	211,43
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	31,37
Gravier	m3	15,09
Sable	m3	12,92
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	10,14
Terre pour enduit	m3	21,10
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	0,00
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	14 064,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	140,13
Eau	m3	40,73
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	14,51
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	81,60
acier FE 6 6 ml	barre	31,50
fil d'attache 2mm	kg	12,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

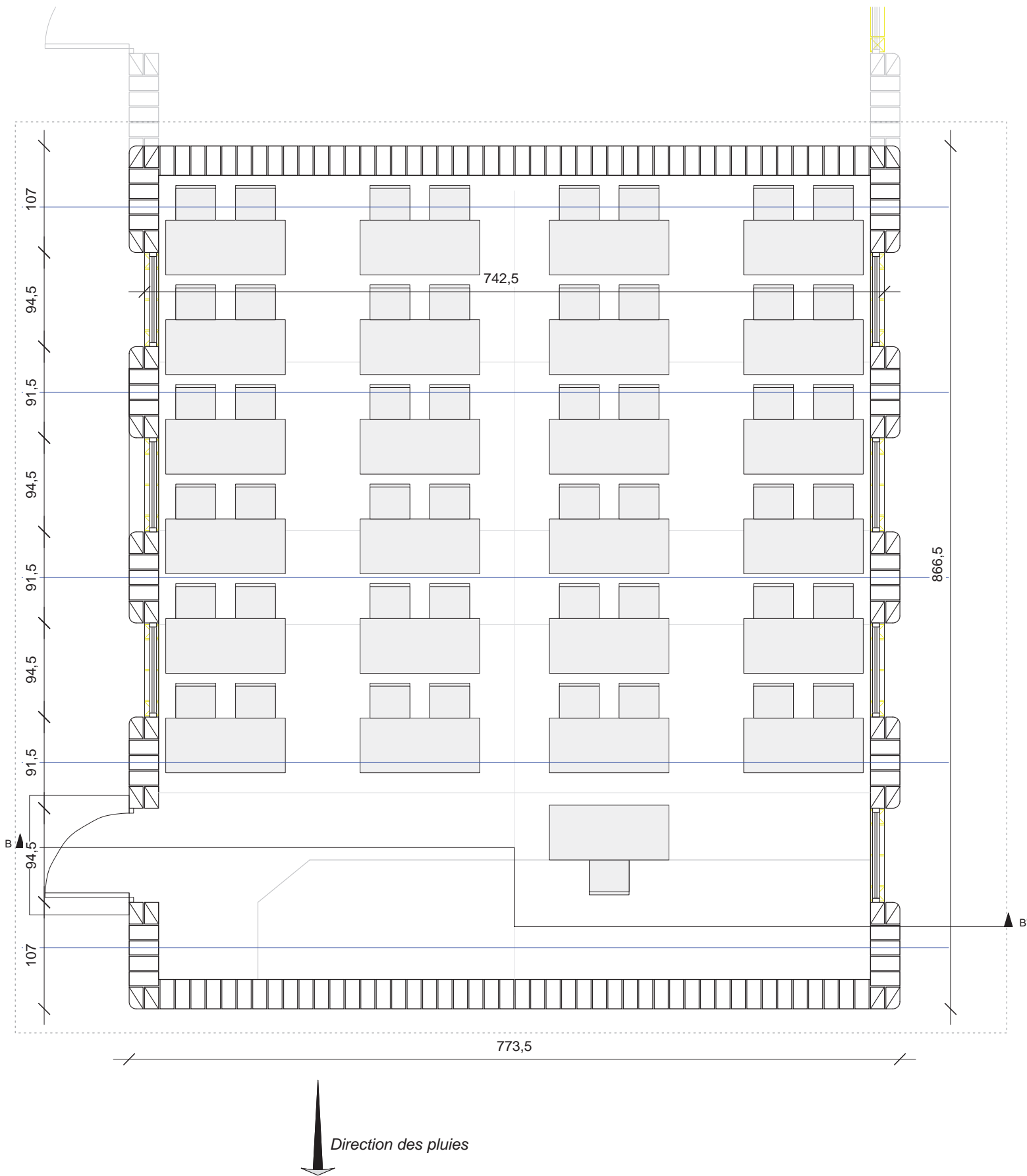
Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	1,48
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	21,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	36,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	19,10
Peinture eau	litre	34,24
Diluant	litre	6,30
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

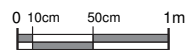


1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS épais
 Plan assise a - échelle 1/50



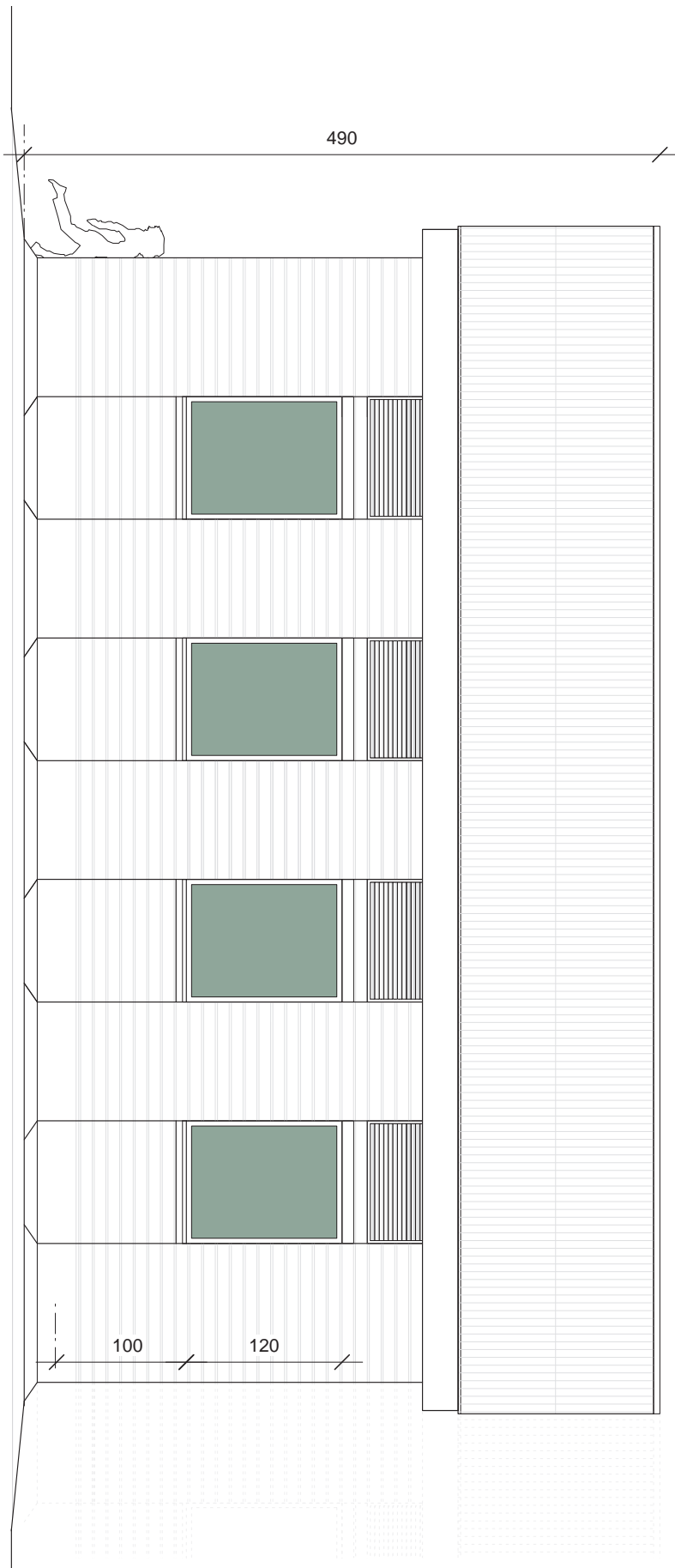


1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS épais
 Plan assise b - échelle 1/50

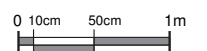


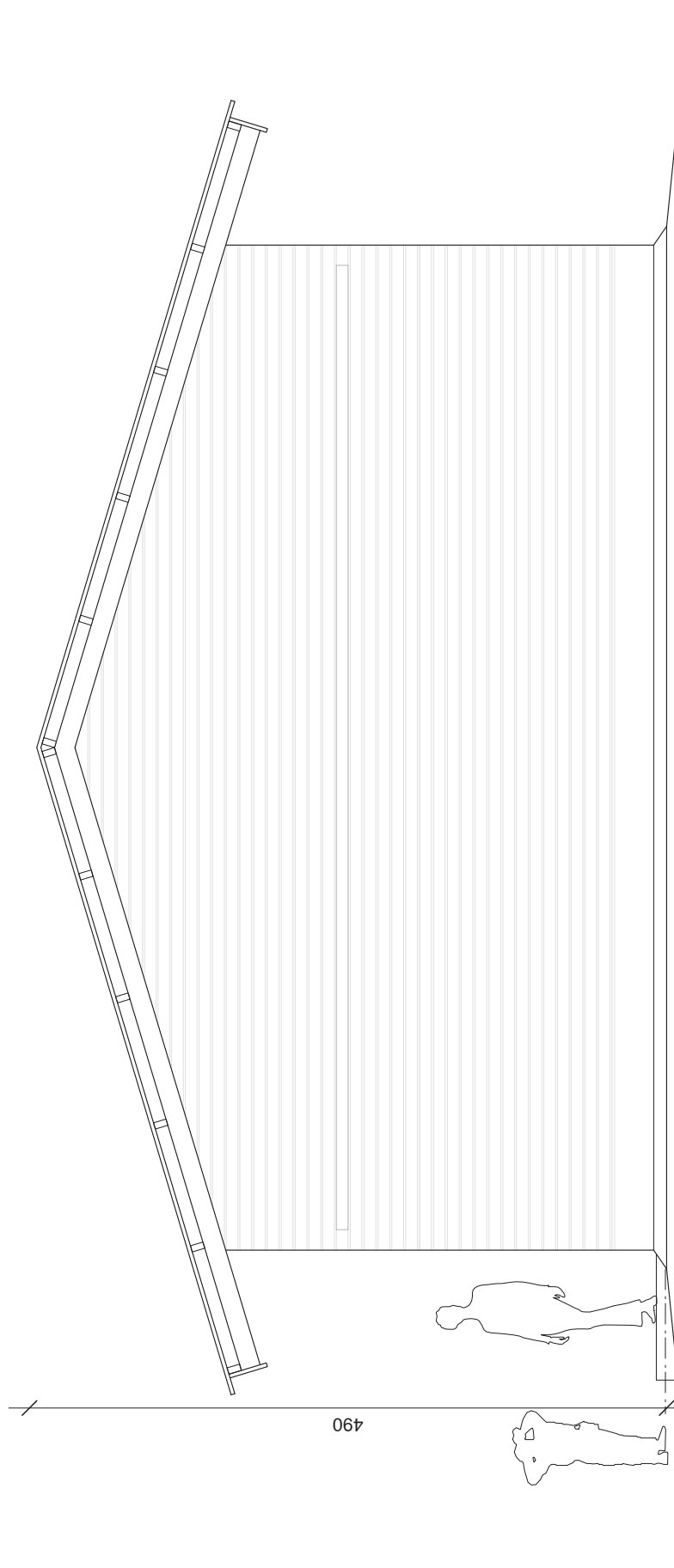


1 classe en RdC
Mur porteur en BTCS épais
Façade principale - échelle 1/50

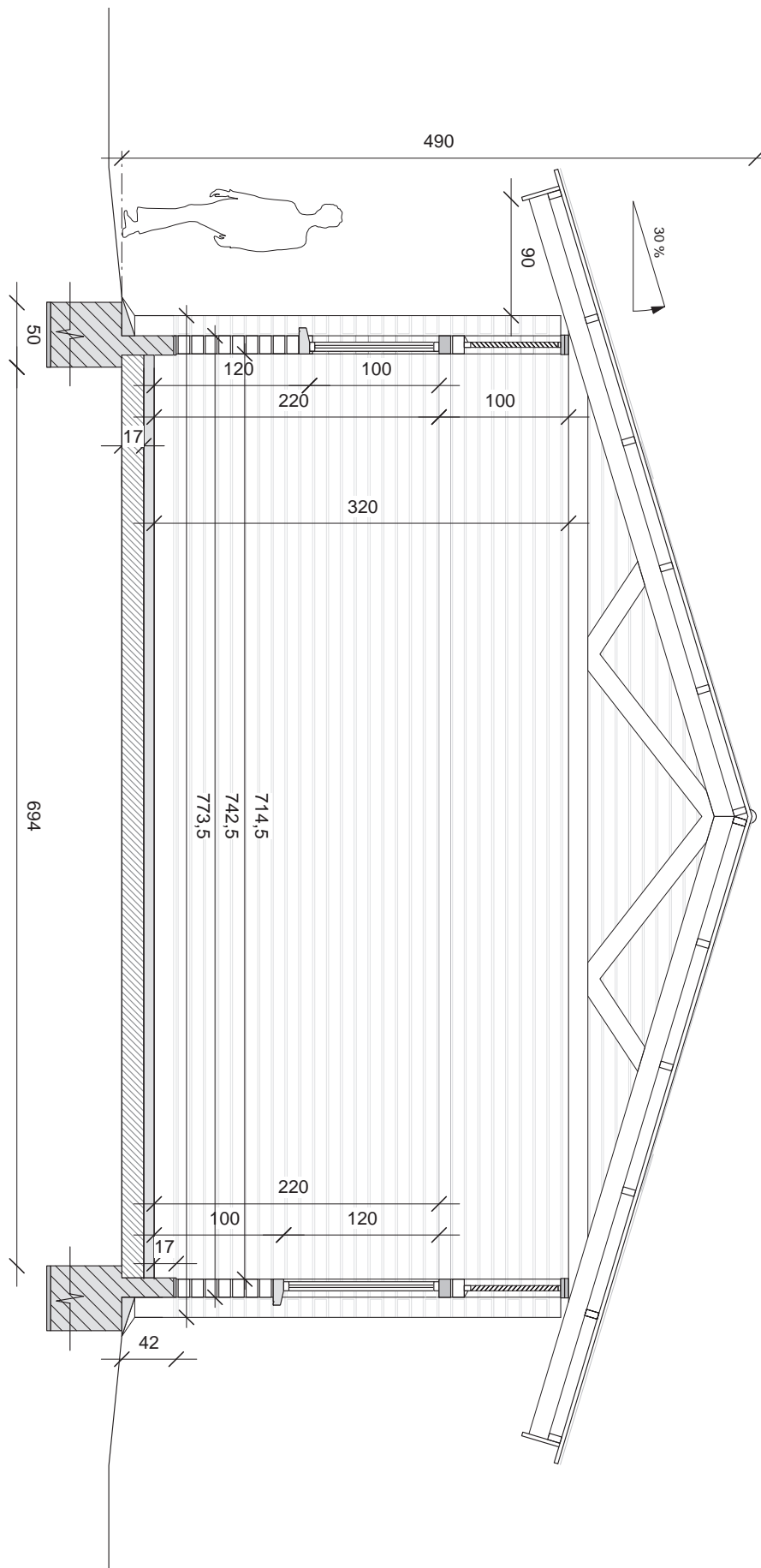


1 classe en RdC
Mur porteur en BTCS épais
Façade arrière - échelle 1/50



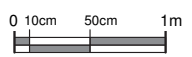
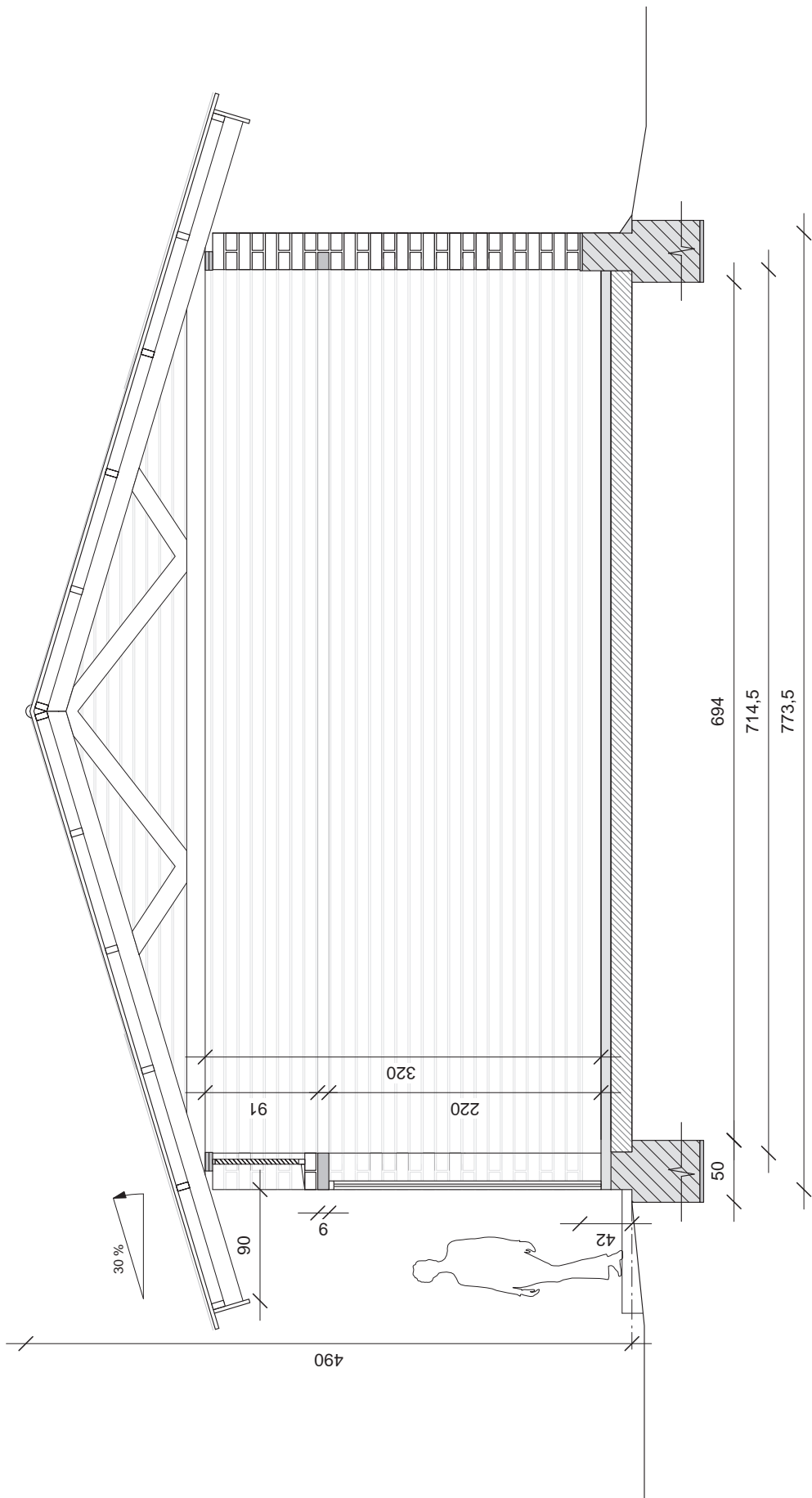


1 classe en RdC
Mur porteur en BTCS épais
Façade latérale - échelle 1/50

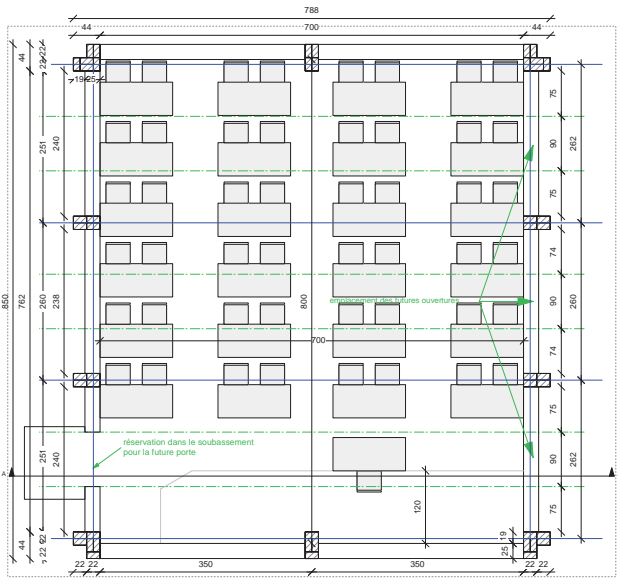


1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS épais
 Coupe AA' - échelle 1/50

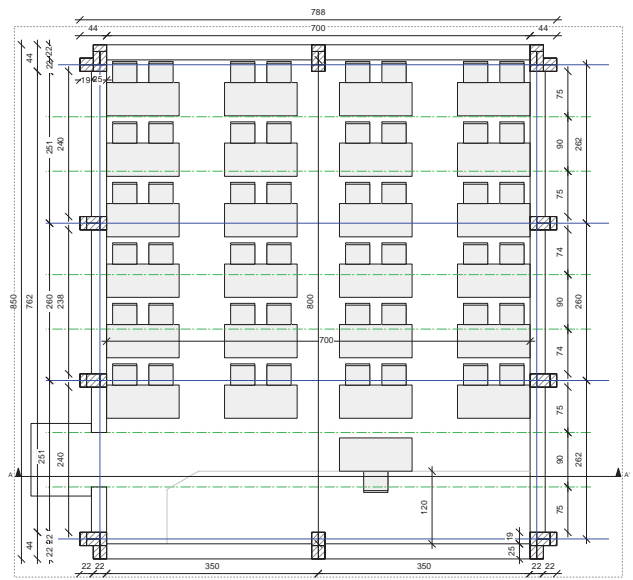




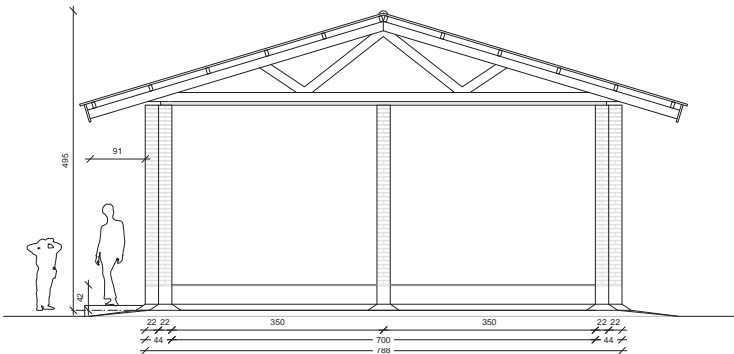
1 classe en RdC
 Mur porteur en BTCS épais
 Coupe BB' - échelle 1/50



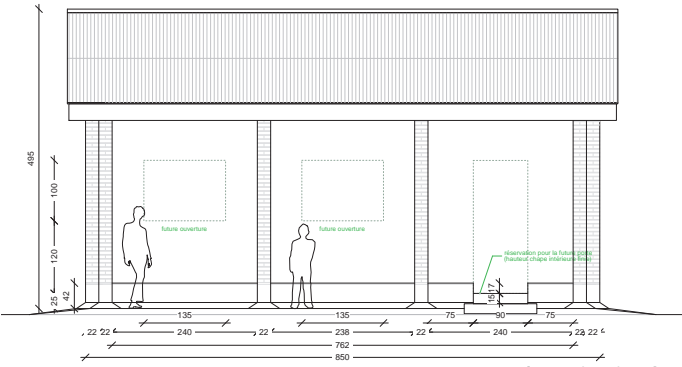
Plan



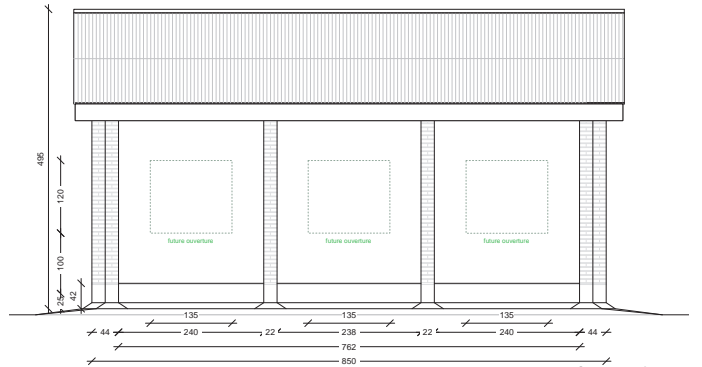
Plan



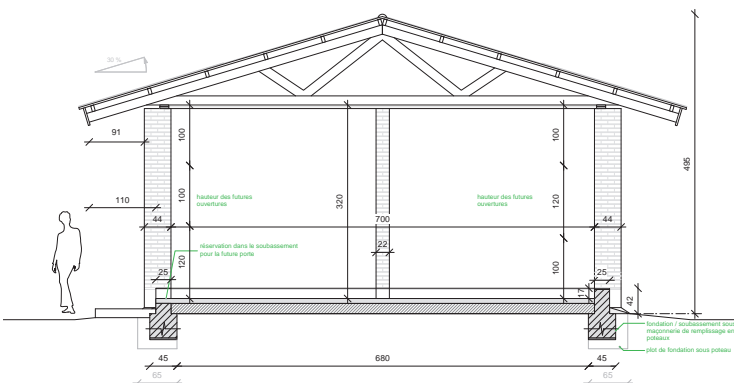
Façade latérale



Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'

Structures poteaux (parapluie) en RdC

T-05 : Poteaux briques cuites - sans remplissage

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-05 : structure poteaux briques cuites - sans remplissage) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	17 917,66	100,00%	17 852,04	100,00%	17 214,47	100,00%	29 571,30	100,00%
Main d'œuvre directe	1 620,98	9,05%	1 408,24	7,89%	1 408,24	8,18%	1 422,58	4,81%
Investissement de proximité	11 336,27	63,27%	9 427,68	52,81%	5 395,19	31,34%	3 602,03	12,18%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 3 ou 4 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-2 Secteurs 3 et 4, p. 167, 183 ou 199).

Descriptif technique propre cette typologie architecturale (T-02) :

Fondations :

- Sous les poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en béton cyclopéen.
 - Si cette technique n'est pas applicable sur le site étudié, une alternative de briques cuites ou de pierre maçonnée au mortier ciment pourrait être étudiée.

- Sous les murs de remplissage entre poteaux :

- Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.

Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.

- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :

- fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
- fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
- fondation en sable stabilisé et compacté,
- fondation en béton cyclopéen,
- fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
- fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites, hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée à la terre et rejointoyée au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

Les poteaux pris en compte dans cette étude sont de section 46x46 cm réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.

Maçonnerie des élévations :

Pour cette typologie, il a été considéré que la population aurait la charge de réaliser les élévations avec le matériau ou le système constructif de son choix. Elle est ici présentée sans remplissage intermédiaire entre poteaux.

Cette typologie de plans permet l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, de terre cuite, de blocs à chaux, de BTCS, de planches de bois, de blocs ciment, etc.

Chaînage :

Il n'y a pas de chaînage à proprement parler dans cette approche architecturale. La stabilité de la structure est assurée par la section des poteaux.

Linteaux :

Dans cette étude, le remplissage entre poteaux n'étant pas pris en compte, cet élément est donc laissé également à la charge des populations.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 3 et 4 sont réalisées localement en bois. La structure présentée ici est étudiée sans remplissage entre poteaux, pour autant les portes et fenêtres, même si elles ne peuvent être posées, sont fournies.

Enduits et finitions :

- Dans cette étude, le remplissage entre poteaux n'étant pas pris en compte, les enduits extérieurs et intérieurs sont donc également laissés à la charge des communautés bénéficiaires.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude, les faux plafonds sont laissés à la charge des communautés bénéficiaires.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-05 : structure poteaux briques cuites - sans remplissage) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	4
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	4
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Étage, Béton	m3	0
Étage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	44,16
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0

Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	15
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	0
Peinture intérieure	m2	0
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	0
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

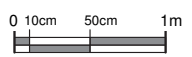
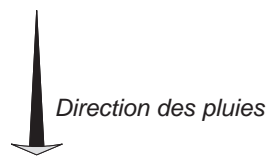
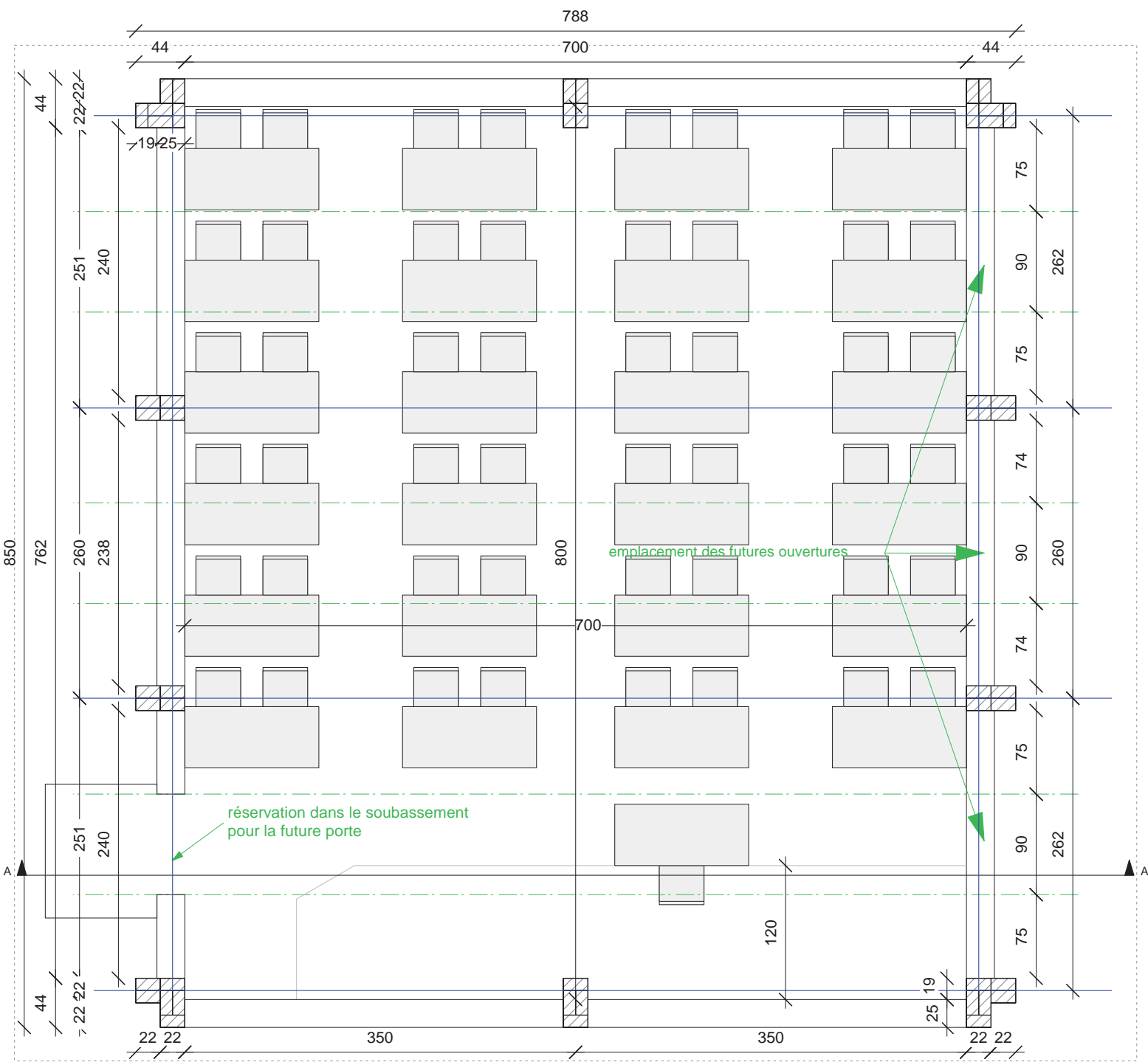
Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par composant :

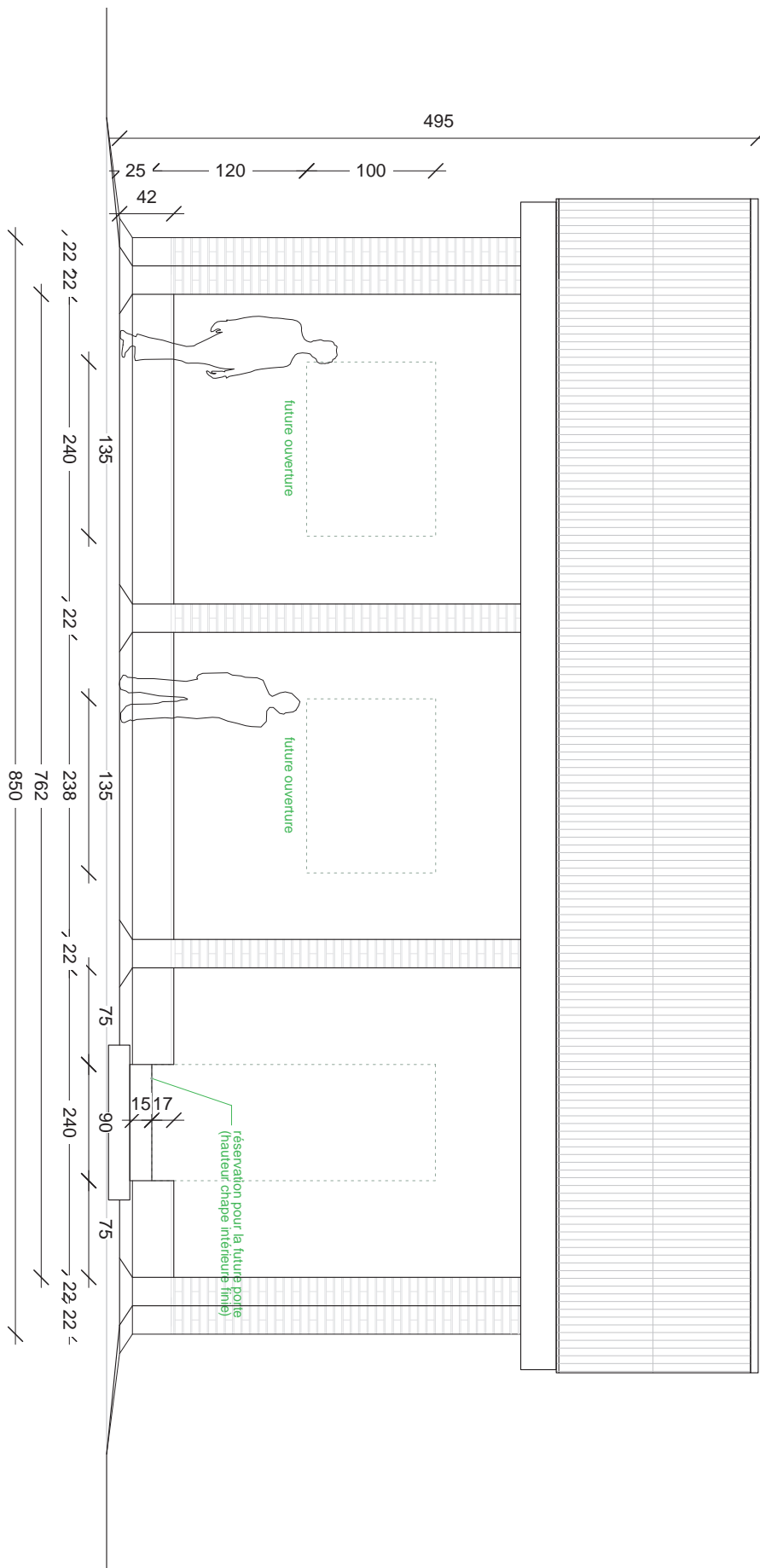
Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	243,13
Main d'œuvre qualifié	Jours	117,12
Supervision très qualifié	Jours	7,17
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	130,41
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	24,00
Gravier	m3	13,74
Sable	m3	20,85
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	9,15
Terre pour enduit	m3	0,00
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	11 577,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	123,43
Eau	m3	36,55
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	8,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	12,28
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	0,00
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	0,00
acier HA 10 6 ml	barre	0,00
acier FE 6 6 ml	barre	0,00
fil d'attache 2mm	kg	0,00
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	0,00
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	65,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	0,00
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	15,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	13,10
Peinture eau	litre	1,64
Diluant	litre	4,50
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

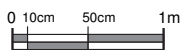
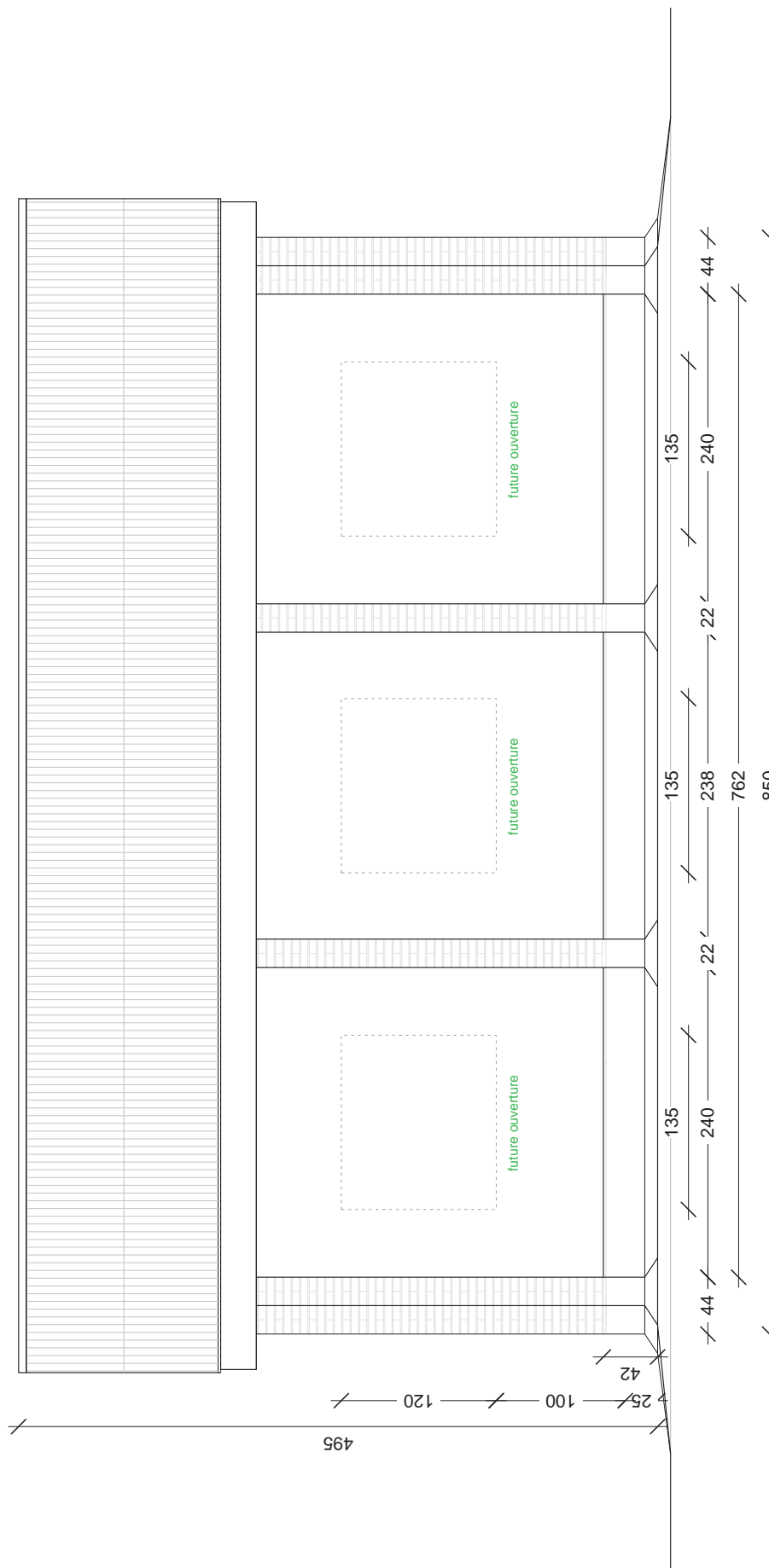


1 classe en RdC
 Structure poteaux briques cuites - sans remplissage
 Plan assise a - échelle 1/50

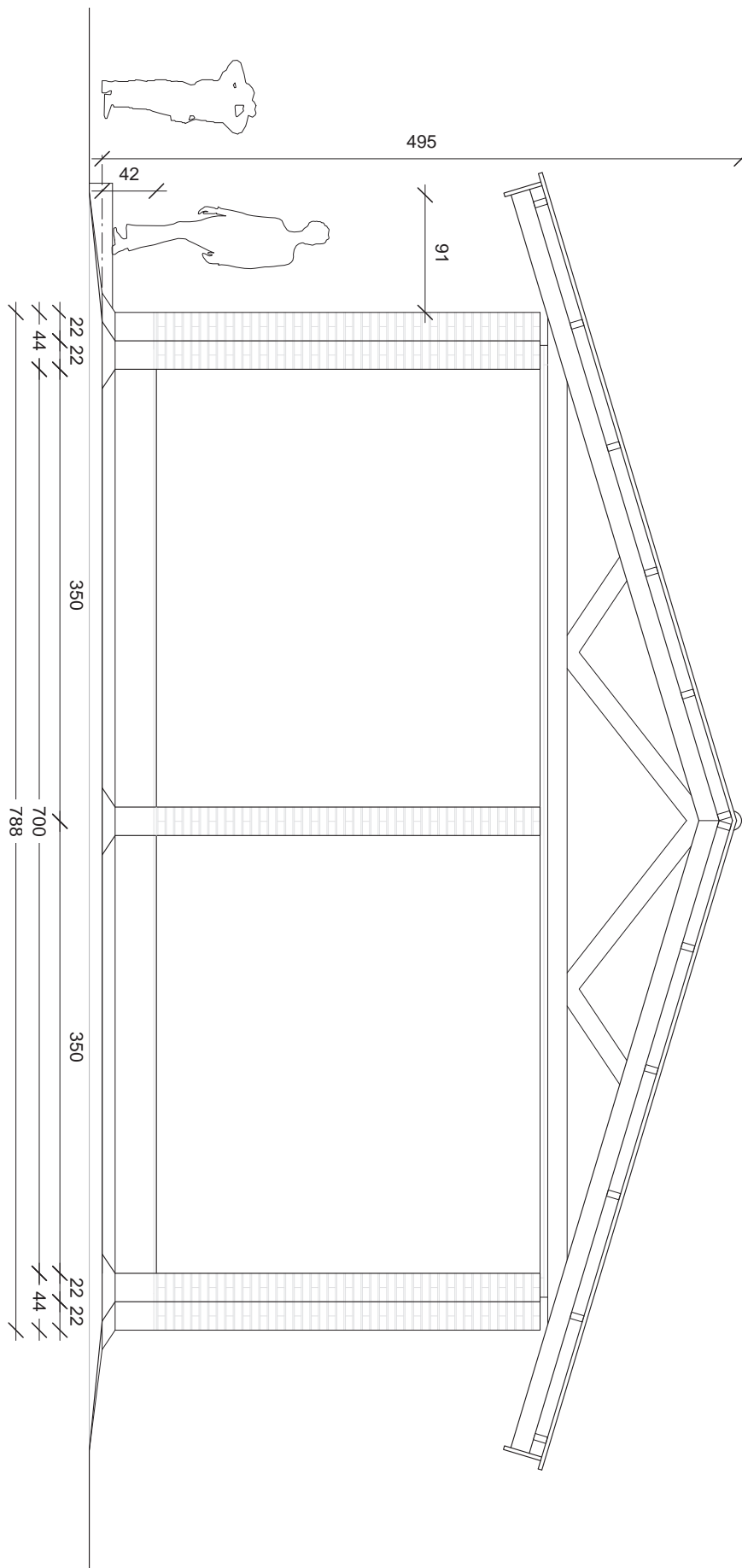


1 classe en RdC
 Structure poteaux briques cuites - sans remplissage
 Façade principale - échelle 1/50



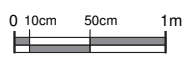
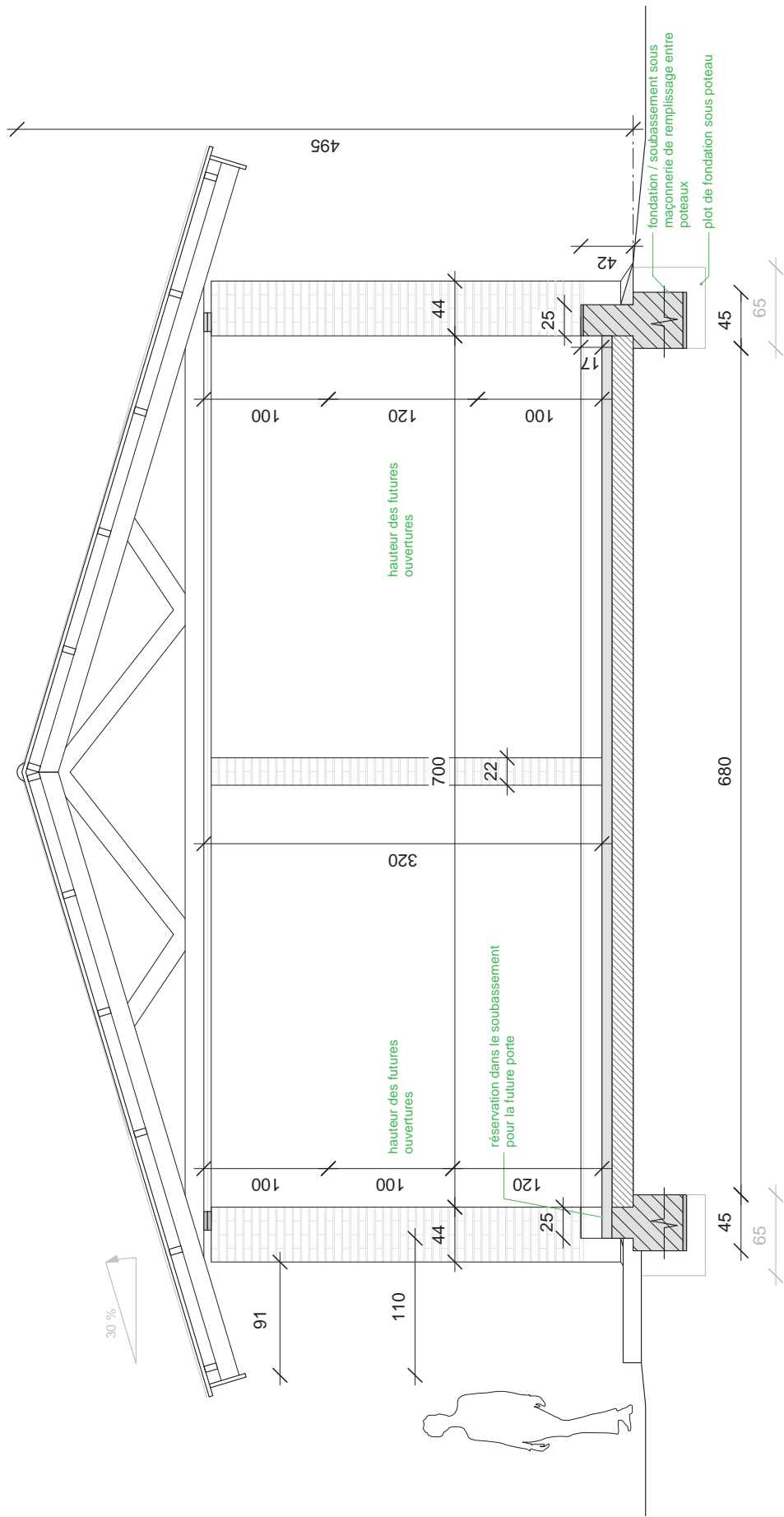


1 classe en RdC
 Structure poteaux briques cuites - sans remplissage
 Façade arrière - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Structure poteaux briques cuites - sans remplissage
 Façade latérale - échelle 1/50

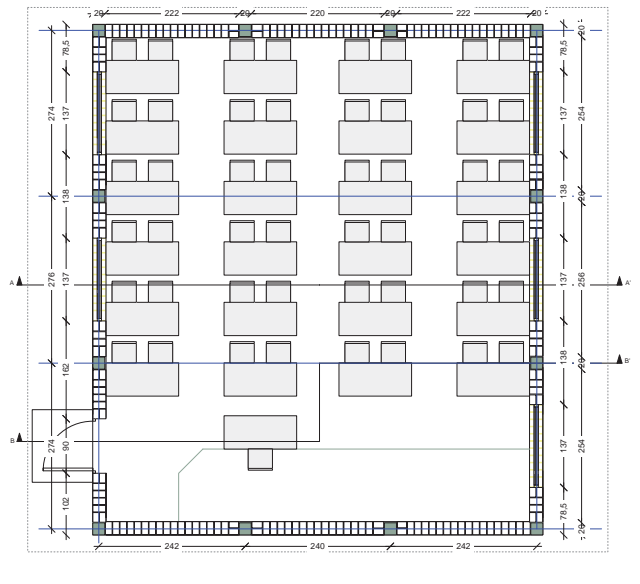




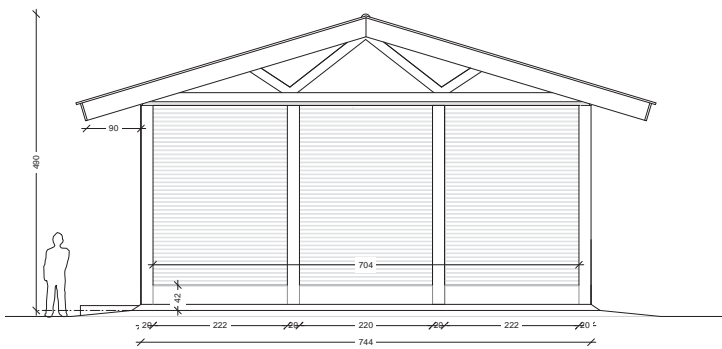
1 classe en RdC
 Structure poteaux briques cuites - sans remplissage
 Coupe - échelle 1/50



Plan



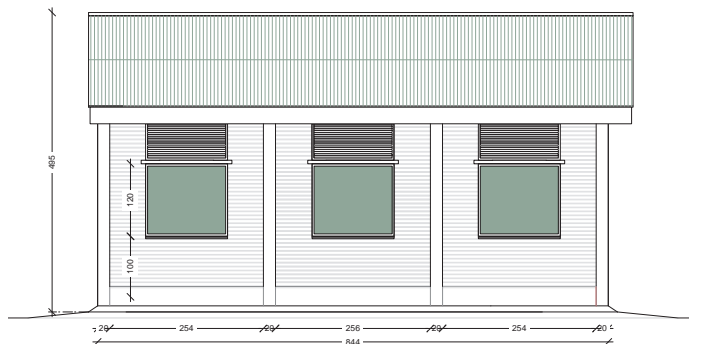
Plan



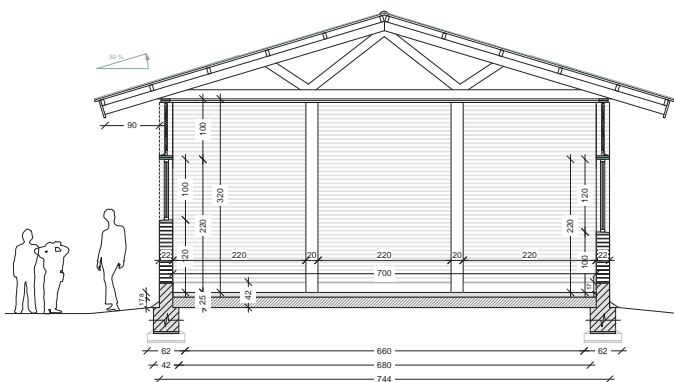
Façade latérale



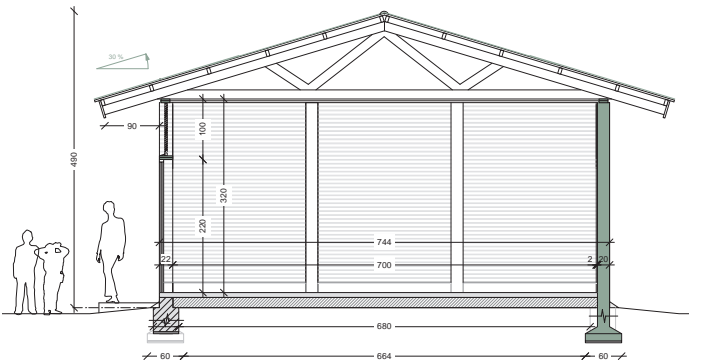
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Structures poteaux (parapluie) en RdC

T-09 : Poteaux béton armé - remplissage briques cuites

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-09 : structure poteaux BA - remplissage briques cuites) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	25 435,17	100,00%	27 182,49	100,00%	31 990,14	100,00%	54 942,81	100,00%
Main d'œuvre directe	2 569,22	10,10%	2 213,97	8,14%	2 213,97	6,92%	2 246,01	4,09%
Investissement de proximité	15 116,02	59,43%	12 500,25	45,99%	8 224,23	25,71%	6 065,33	11,04%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 1 ou 2 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-1 Secteurs 1 et 2, p. 105, 123 ou 139).

Descriptif technique propre cette typologie architecturale (T-09) :

Fondations :

- Sous les poteaux :
Les fondations sont réalisées en béton armé sous la forme de semelles isolées dans lesquelles les poteaux en béton armés seront ancrés.
- Sous les murs de remplissage entre poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de terre et rejointoyée au mortier de ciment.

Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site (si tous les matériaux locaux sont disponibles localement, cette solution est une de celle qui revient le moins cher avec un délais de réalisation relativement rapide et un niveau de qualité relativement facile à atteindre et contrôler). Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.

 - Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de briques cuites, hourdées au mortier de ciment,
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

Les poteaux sont réalisés en béton armé.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie de remplissage entre poteaux est réalisée en briques cuites d'une épaisseur de 22 cm.
Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, blocs ciment, blocs à chaux, BTCS, etc...

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en briques cuites sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-09 : structure poteaux BA - remplissage briques cuites) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	10,24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	1,728
Armatures	U	32
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	4,288
Rez de chaussé, Armatures	U	32
Étage, Béton	m3	0
Étage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0

Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	228,4
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	15
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	60
Peinture intérieure	m2	270
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

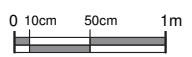
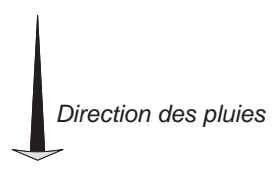
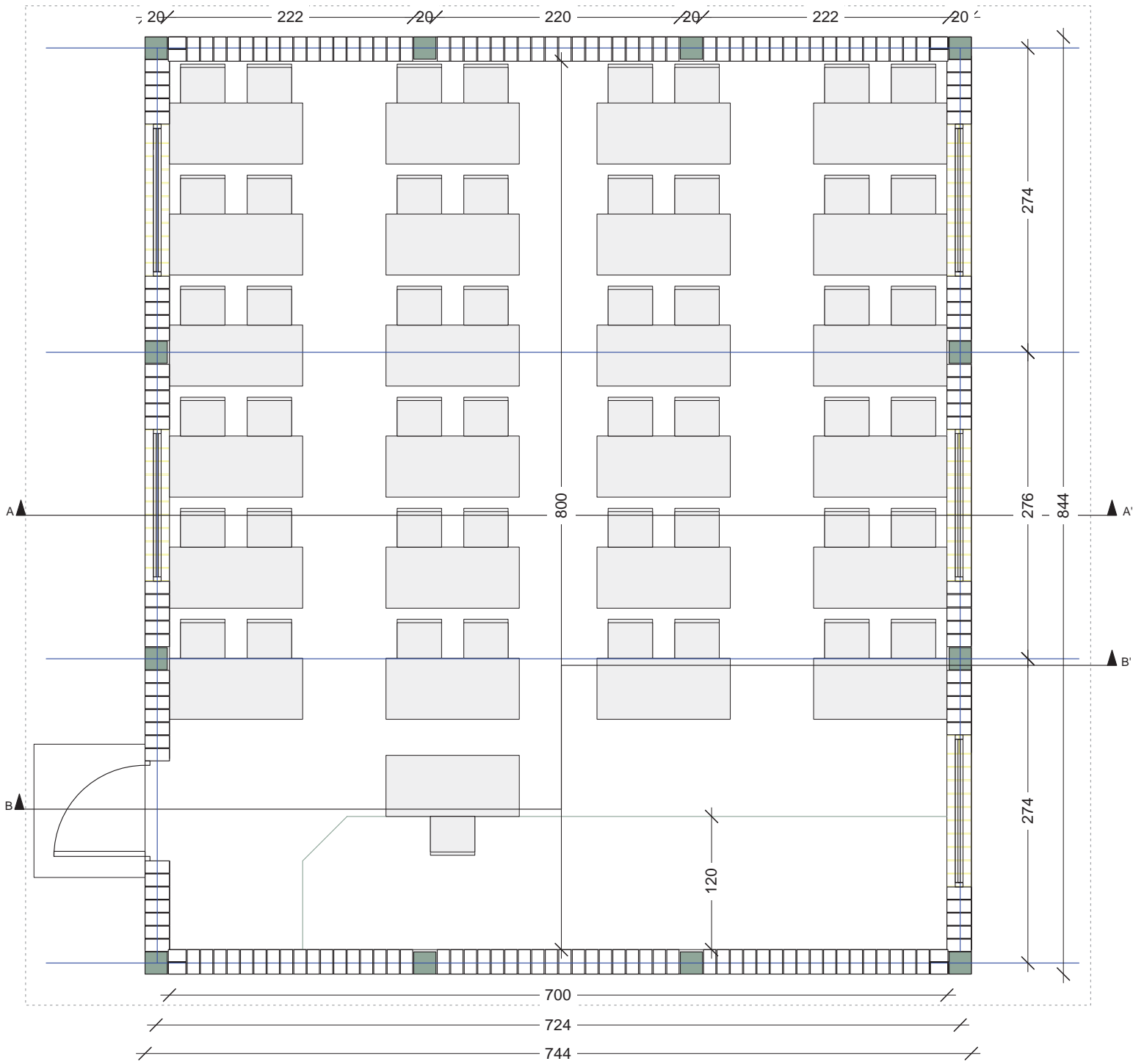
Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / métré par composant :

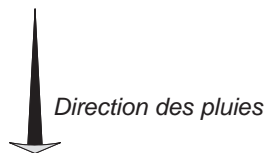
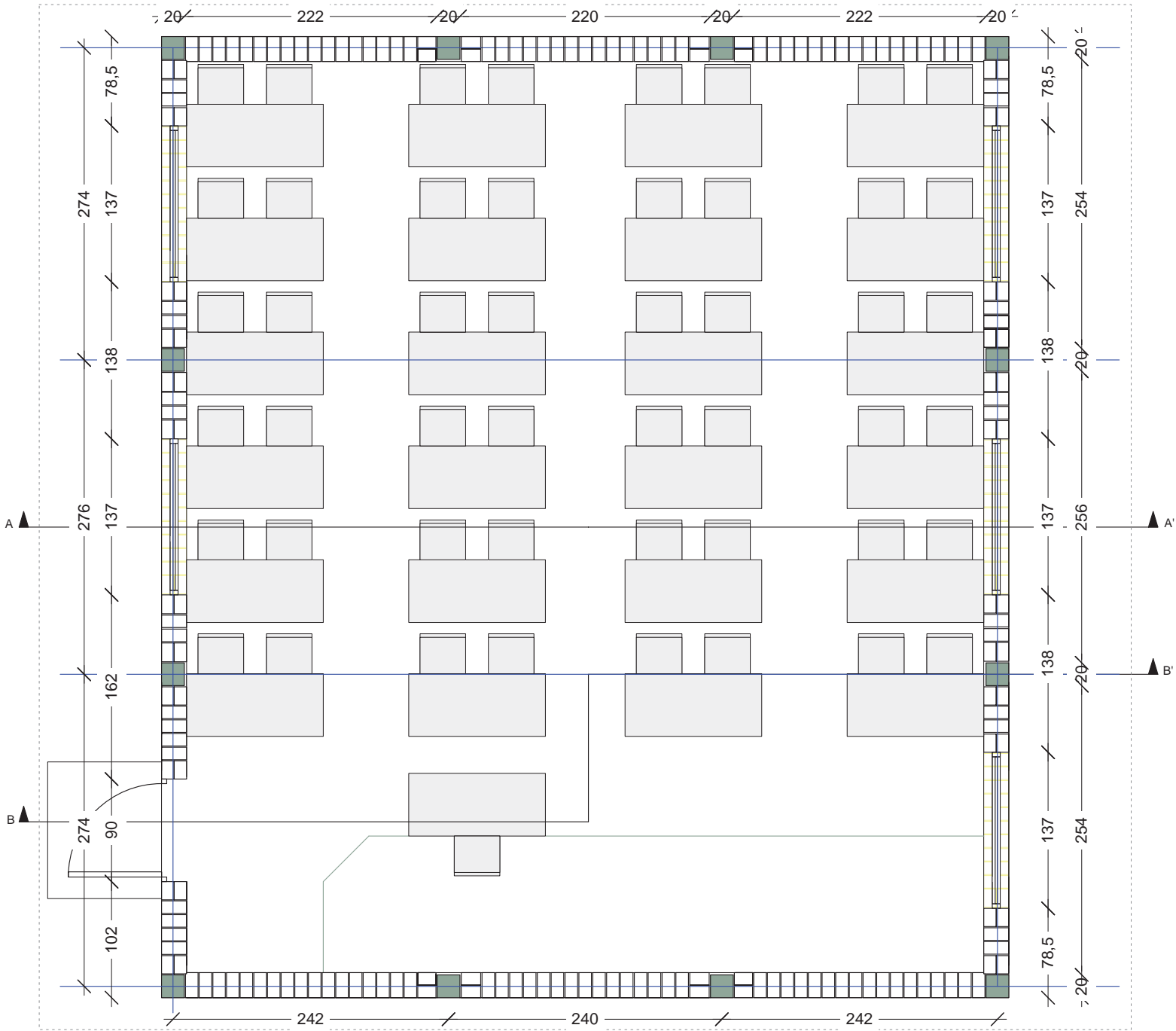
Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	332,46
Main d'œuvre qualifié	Jours	201,66
Supervision très qualifié	Jours	16,02
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	209,66
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	19,20
Gravier	m3	19,91
Sable	m3	20,25
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	31,99
Terre pour enduit	m3	0,00
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	22 159,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	157,75
Eau	m3	48,48
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	15,97
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	16,00
acier HA 10 6 ml	barre	280,00
acier FE 6 6 ml	barre	137,10
fil d'attache 2mm	kg	20,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,83
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	3,19
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	15,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	19,10
Peinture eau	litre	34,24
Diluant	litre	6,30
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

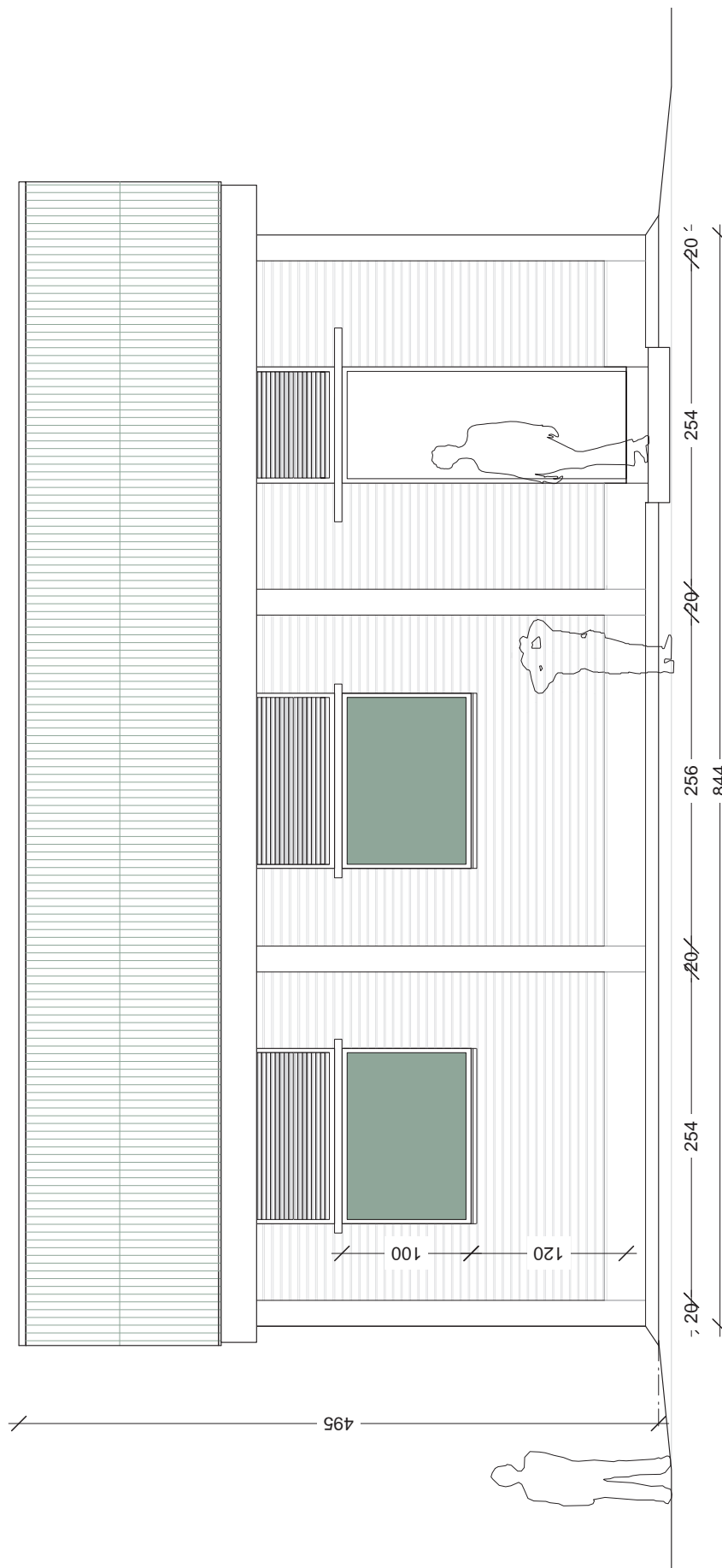


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Plan assise a - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Plan assise b - échelle 1/50





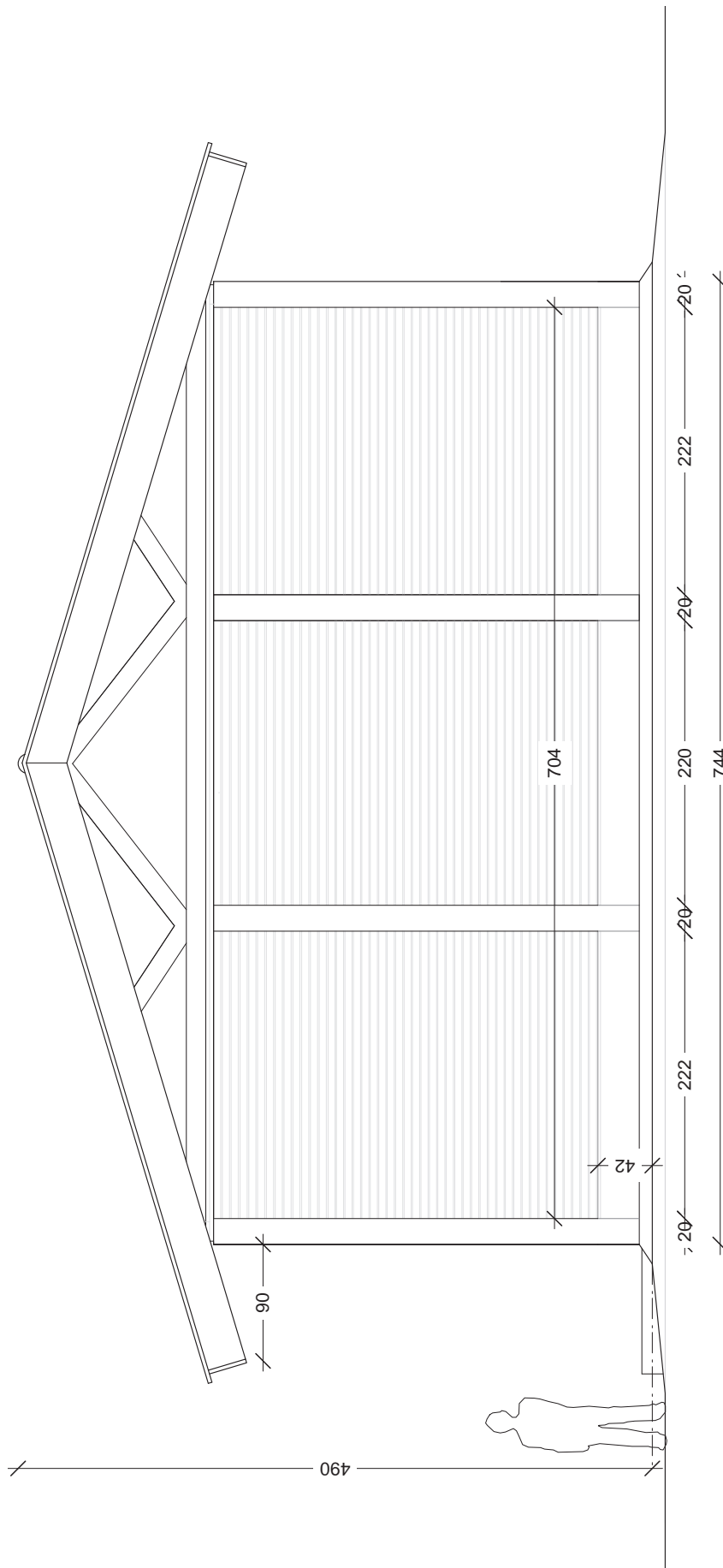
1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Façade principale - échelle 1/50



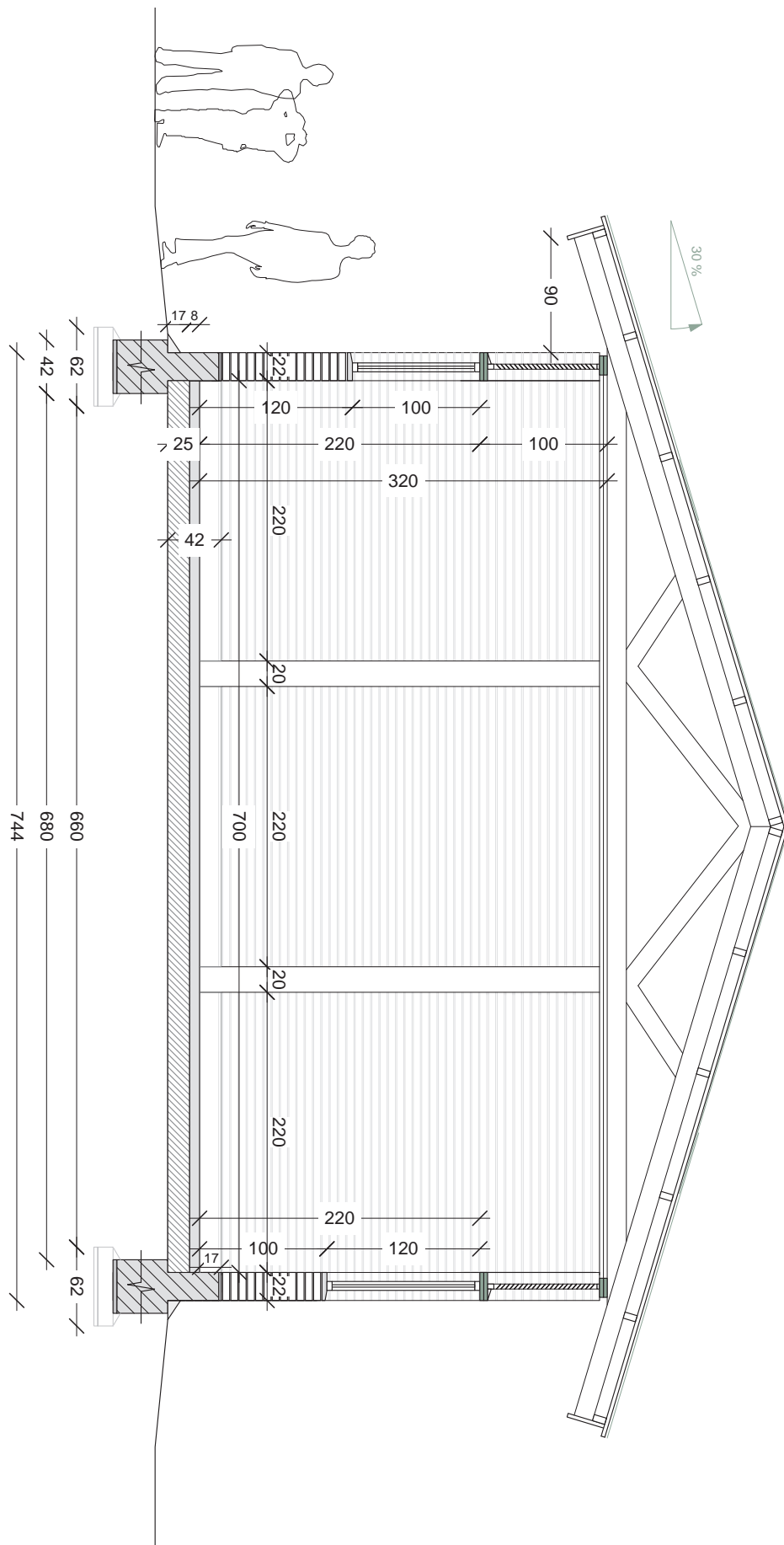


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Façade arrière - échelle 1/50



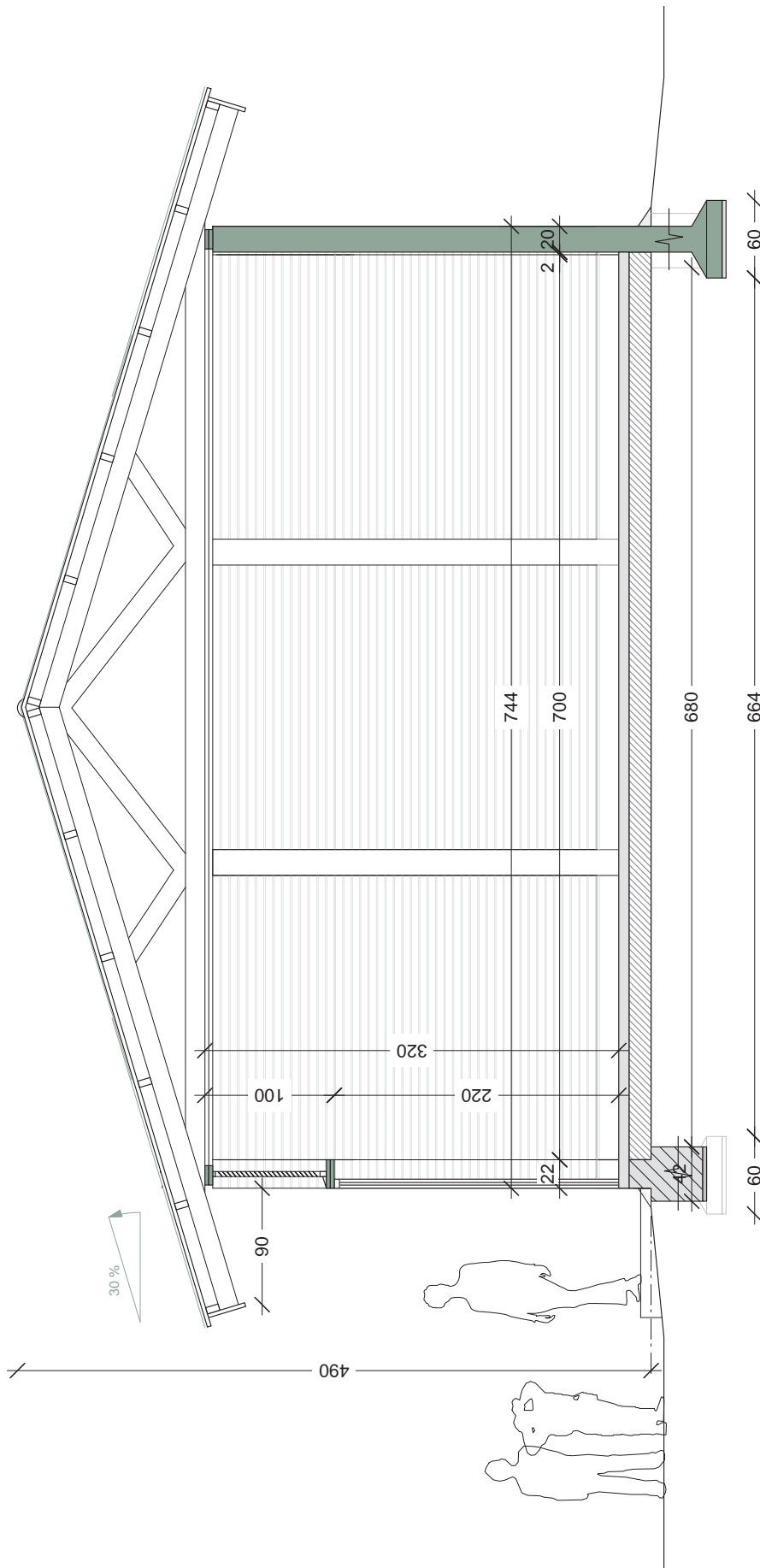


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Façade latérale - échelle 1/50



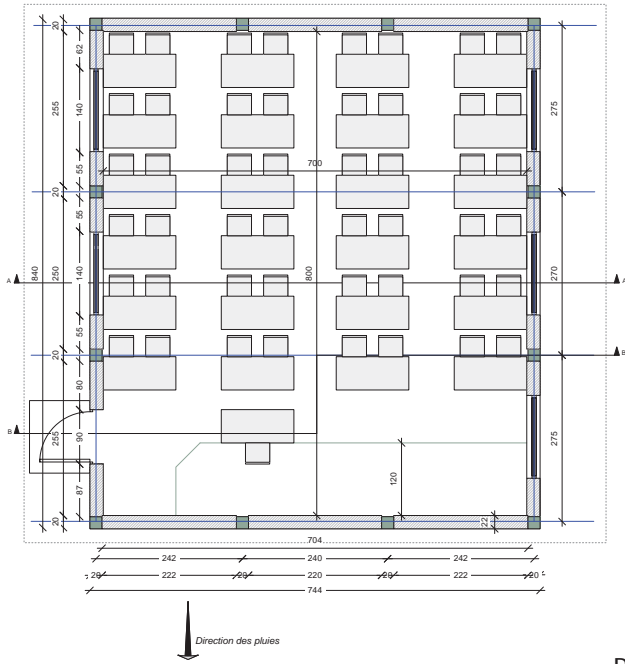
1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Coupe AA' - échelle 1/50



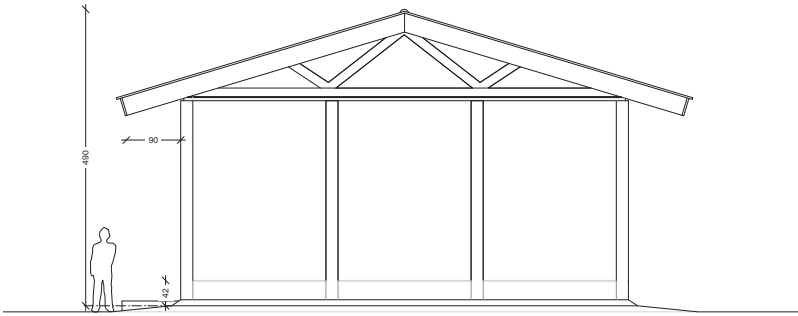


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en briques cuites
 Coupe BB' - échelle 1/50





Plan



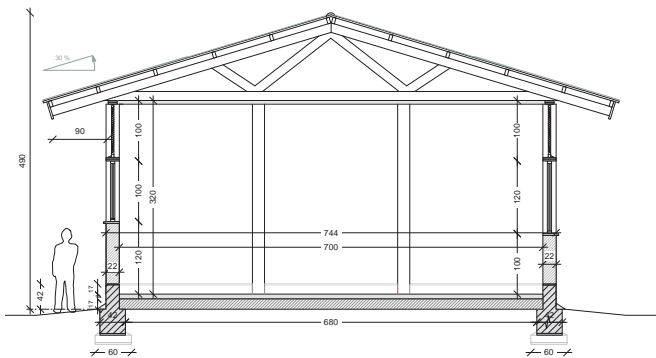
Façade latérale



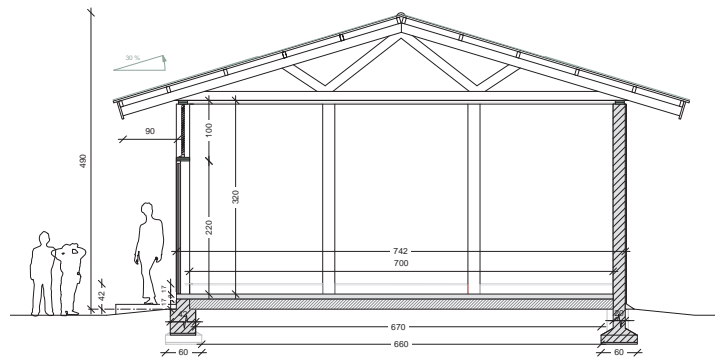
Façade principale



Façade arrière



Coupe AA'



Coupe BB'

Structures poteaux (parapluie) en RdC

T-13 : Poteaux béton armé - remplissage BTCS

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-13 : structure poteaux BA - remplissage BTCS) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	24 387,47	100,00%	29 062,87	100,00%	38 236,77	100,00%	80 378,89	100,00%
Main d'œuvre directe	2 418,72	10,07%	2 102,22	7,32%	2 102,22	5,55%	2 134,43	2,67%
Investissement de proximité	10 889,77	45,32%	9 315,03	32,45%	5 684,55	15,01%	4 933,07	6,16%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 1 ou 2 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-1 Secteurs 1 et 2, p. 105, 123 ou 139).

Descriptif technique propre cette typologie architecturale (T-13) :

Fondations :

- Sous les poteaux :
Les fondations sont réalisées en béton armé sous la forme de semelles isolées dans lesquelles les poteaux en béton armés seront ancrés.
- Sous les murs de remplissage entre poteaux :
 - Les fondations sont réalisées en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment.
Ce choix technique n'est pertinent que dans le cas où les pierres adaptées à ce mode de construction sont effectivement disponibles sur site. Dans le cas contraire, l'influence sur le coût de réalisation doit être prise en compte pour estimer si ce choix technique reste pertinent.
 - Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en sable stabilisé et compacté,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment.
- Si ce choix n'est pas pertinent sur le site étudié, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment pleins.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

Les poteaux sont réalisés en béton armé.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie de remplissage entre poteaux est réalisée en Blocs de Terre Comprimés. Les murs ont une épaisseur de 22 cm.

Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, de terre cuite, blocs à chaux, blocs ciment, etc...

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont réalisés en béton armé préfabriqués.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-13 : structure poteaux BA - remplissage BTCS) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	10,24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	16
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiement au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	1,728
Armatures	U	32
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	6,864
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	4,288
Rez de chaussé, Armatures	U	32
Etage, Béton	m3	0
Etage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	261,4
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0

Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	0
Ferailage	ml	0
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	0,576
Ferailage	ml	24
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	0
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	3
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	15
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	54
Peinture extérieure	m2	0
Peinture intérieure	m2	0
Accès à l'étage		
Escalier	U	0
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	0
Auvent de protection de la circulation	m2	0
Estrade		
Estrade	U	3
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

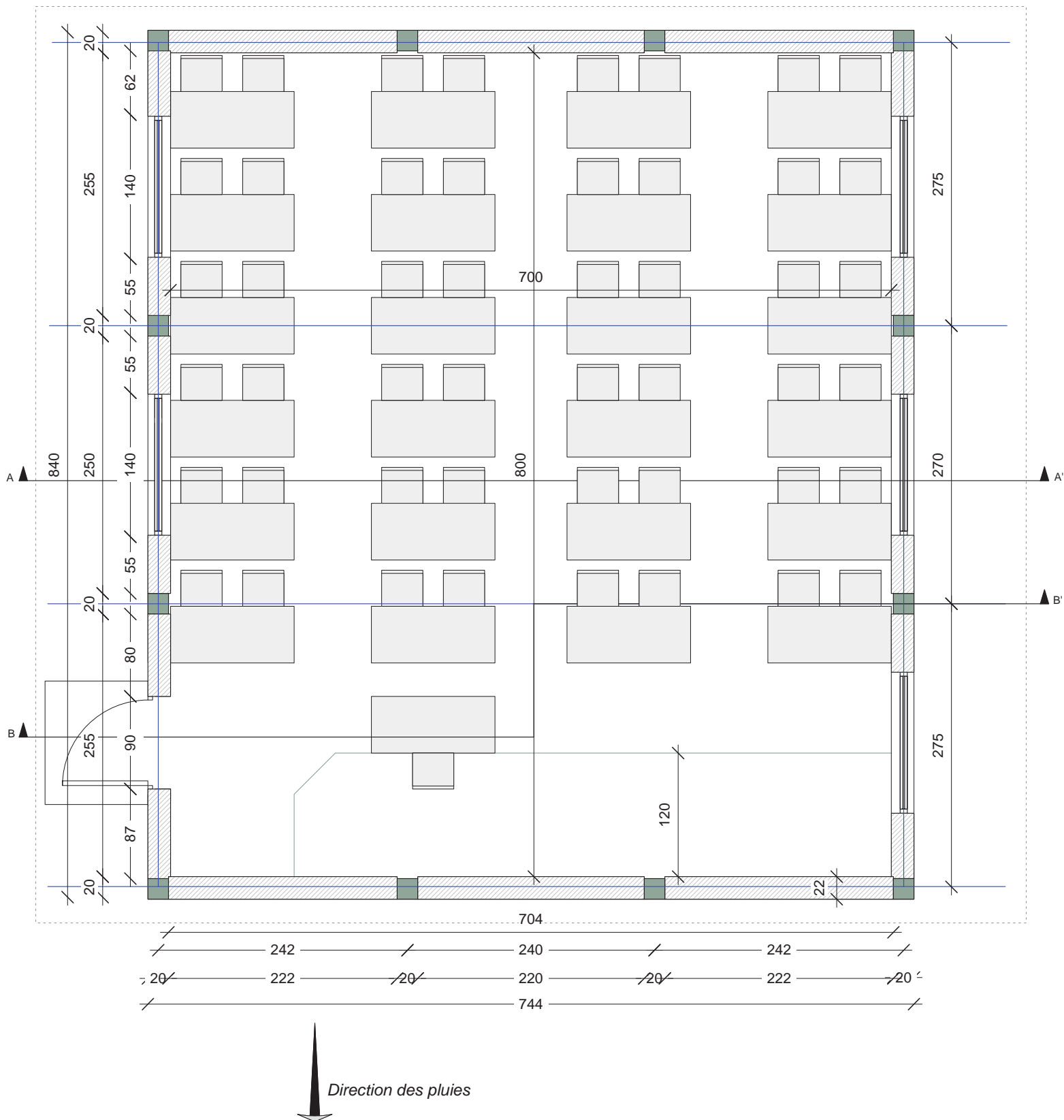
Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

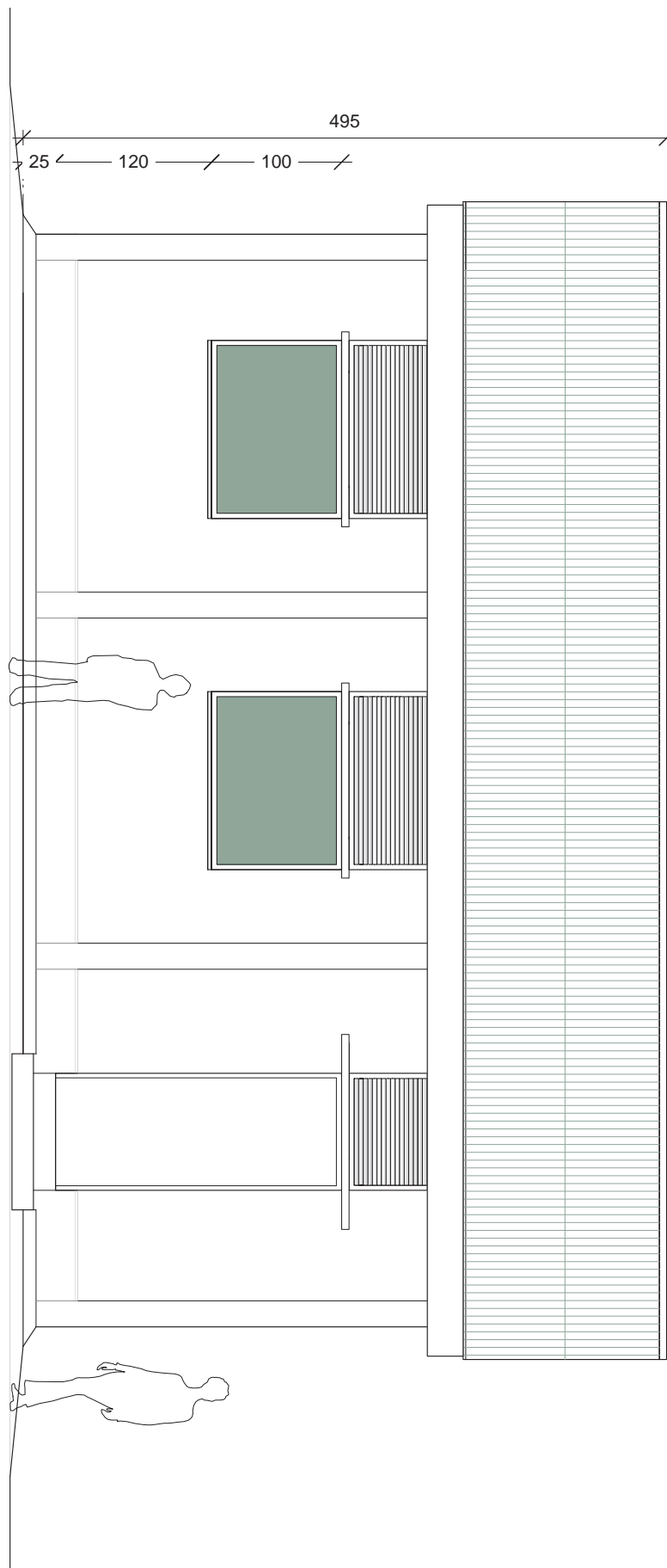
Quantitatif / métré par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	345,66
Main d'œuvre qualifié	Jours	191,76
Supervision très qualifié	Jours	15,86
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	225,67
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	19,20
Gravier	m3	19,91
Sable	m3	20,48
Terre pour remblais	m3	48,98
Terre pour mortier	m3	2,75
Terre pour enduit	m3	13,07
Terre pour torchis	m3	0,00
Eléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	2 745,60
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	60,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	9 933,20
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	176,04
Eau	m3	40,01
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	102,00
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	22,00
clous de 8	kg	15,97
clous de 6	kg	10,80
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	56,70
clous tôle	kg	19,50
acier HA 12 6 ml	barre	16,00
acier HA 10 6 ml	barre	280,00
acier FE 6 6 ml	barre	137,10
fil d'attache 2mm	kg	20,60
IPN 120 * 300	Unité	0,00

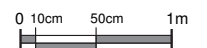
Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	94,83
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	3,19
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	28,50
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	79,00
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	0,00
stick d14 4ml	Unité	0,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	3,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	15,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	23,60
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	13,10
Peinture eau	litre	7,24
Diluant	litre	4,50
Ardoisine	litre	13,50

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.



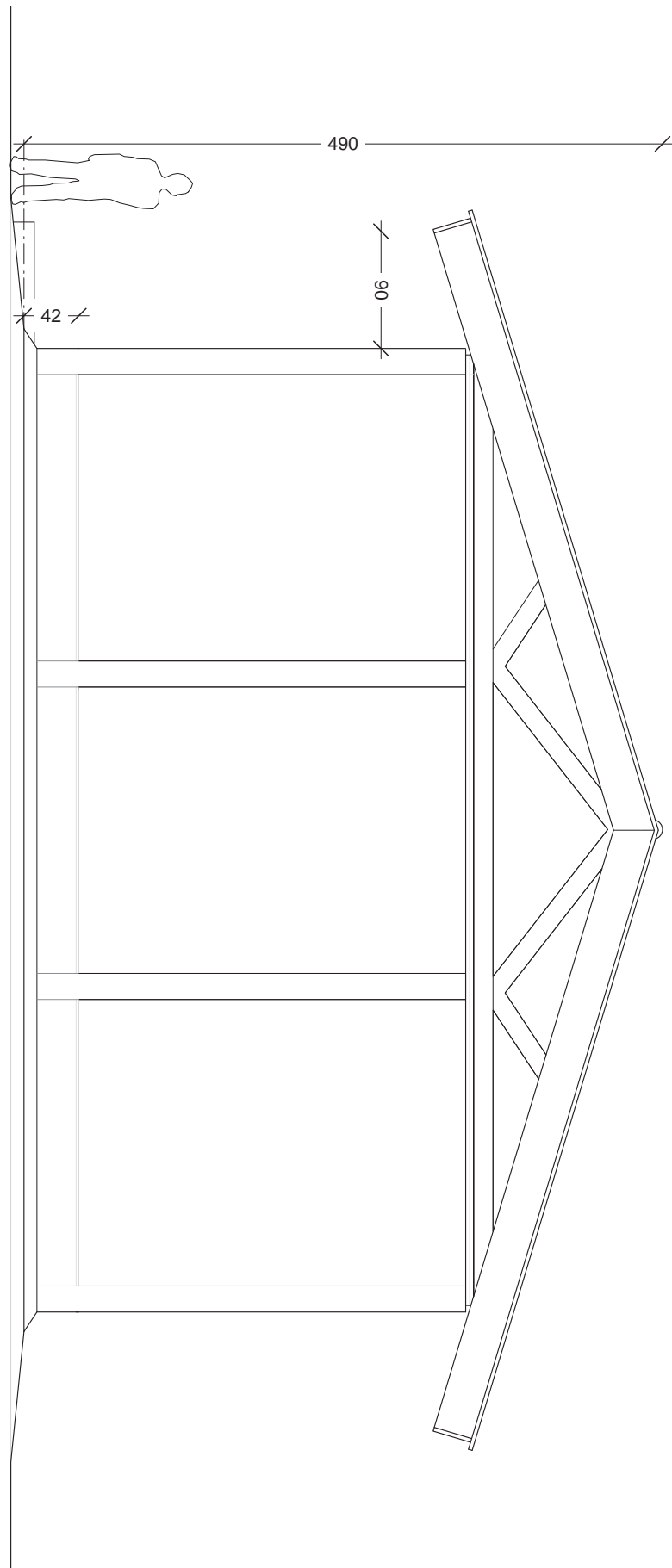


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en BTCS
 Façade principale - échelle 1/50



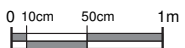
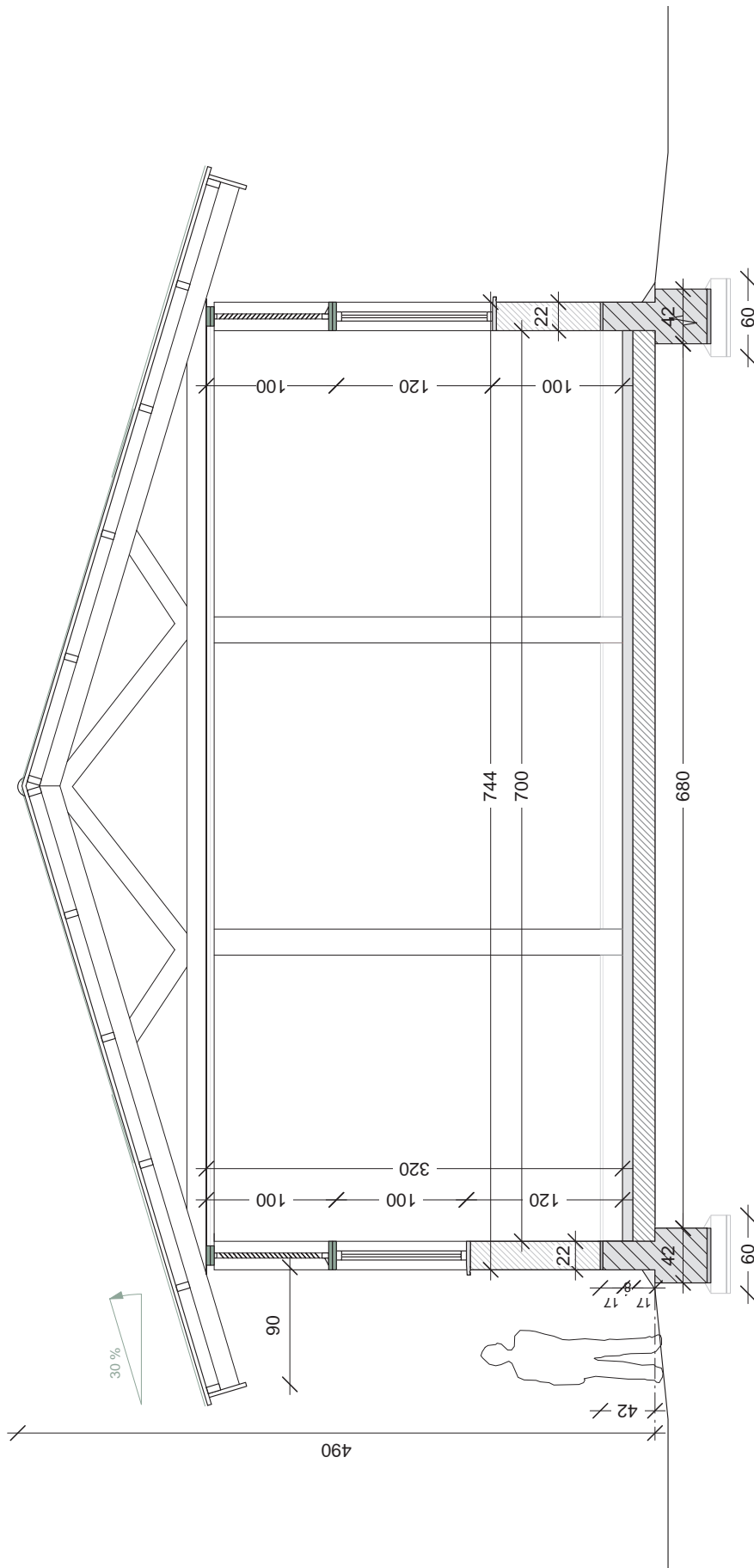


1 classe en RdC
Poteaux en béton armé - remplissage en BTCS
Façade arrière - échelle 1/50

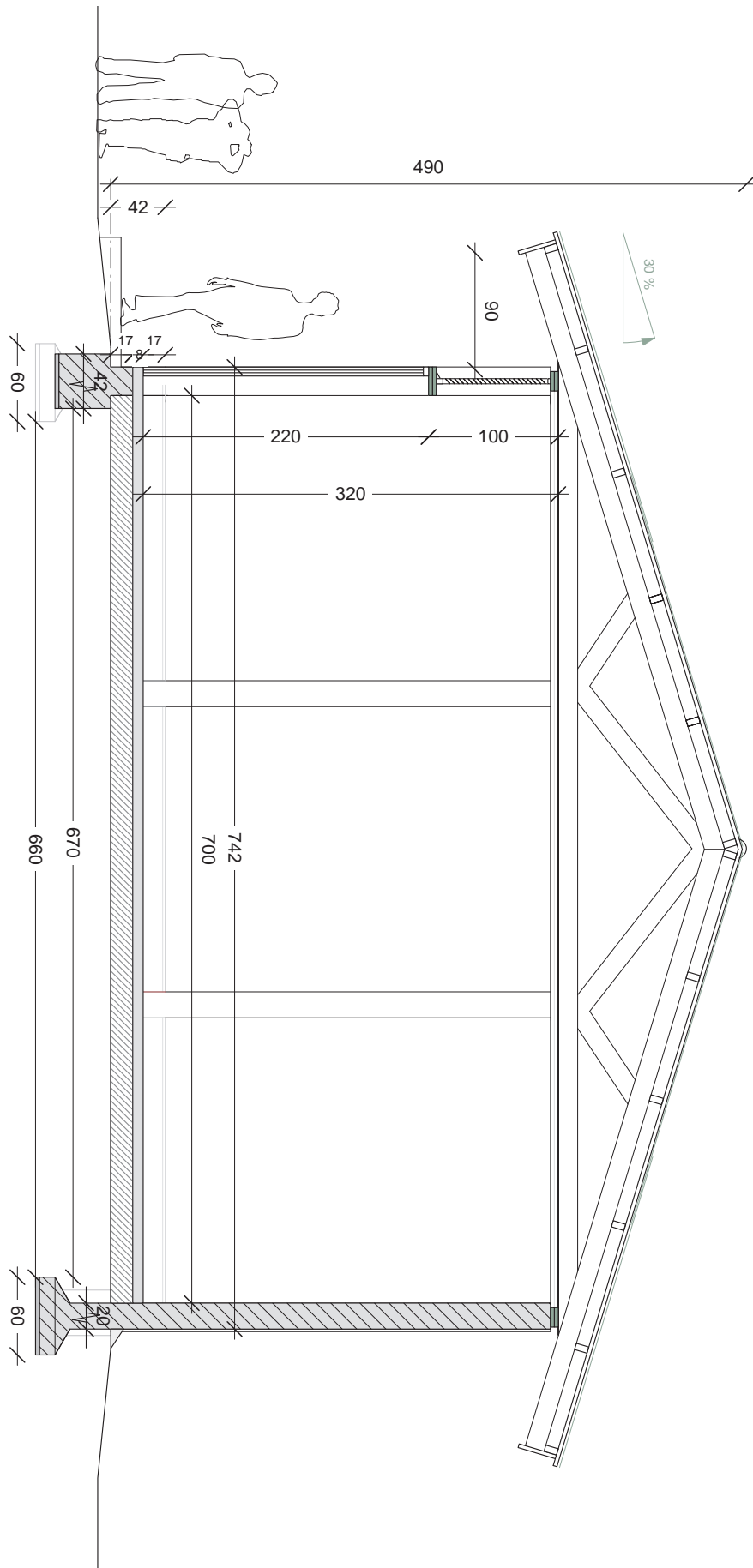


1 classe en RdC
Poteaux en béton armé - remplissage en BTCS
Façade latérale - échelle 1/50



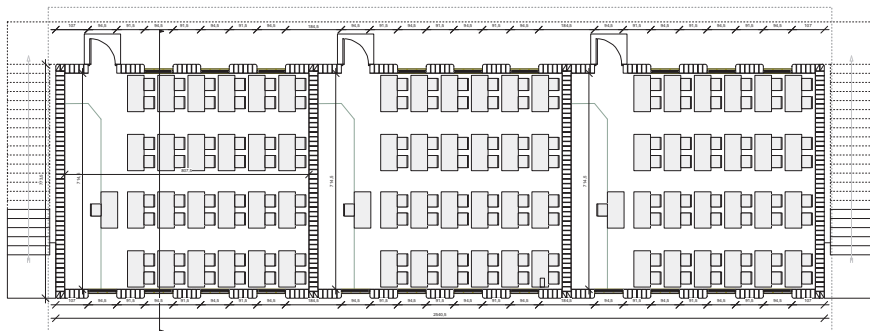


1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en BTCS
 Coupe AA' - échelle 1/50



1 classe en RdC
 Poteaux en béton armé - remplissage en BTCS
 Coupe BB' - échelle 1/50





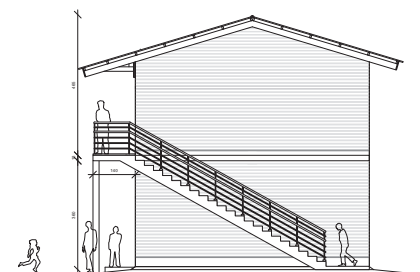
Plan



Plan



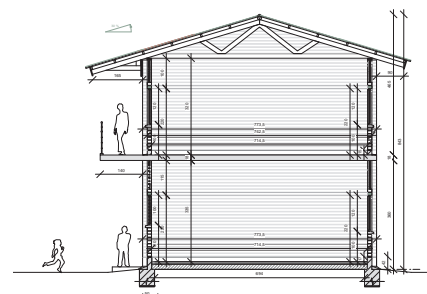
Façade principale



Façade latérale



Façade arrière



Coupe AA'

Murs porteurs en RdC+étage

T-10 : Murs en BTCS

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-10 : murs porteurs en BTCS en RdC+étage) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	56 224,66	100,00%	68 613,62	100,00%	97 237,76	100,00%	213 405,80	100,00%
Main d'œuvre directe	4 675,31	8,32%	4 022,77	5,86%	4 022,77	4,14%	4 083,66	1,91%
Investissement de proximité	22 653,07	40,29%	18 858,05	27,48%	11 162,39	11,48%	8 901,64	4,17%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 1 ou 2 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-1 Secteurs 1 et 2, p. 105, 123 ou 139).

Descriptif techniques du modèle architectural :

Fondations :

- Les fondations sont réalisées en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment.
- Si ce choix technique n'est pas possible, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment plein.

Soubassements :

- Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de briques cuites hourdées au mortier de ciment.
- Si ce choix technique n'est pas possible, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - soubassements en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - soubassements en blocs de sable ciment plein.

Maçonnerie des élévations :

- Rez-de-chaussée : la maçonnerie est réalisée en Blocs de Terre Stabilisée Comprimée hourdée au mortier de terre stabilisée. Les murs ont une épaisseur de 29,5 cm, sauf pour les trumeaux sous fenêtres qui sont plus fins (14 cm).
- Etage : la maçonnerie est réalisée en blocs de terre stabilisée hourdée au mortier de terre stabilisée. Les murs ont une épaisseur de 14 cm. La stabilité des murs est assurée par la présence de contreforts.

Chaînage :

- Dans cette étude, les chaînages sont réalisés en béton armé coulés en place dans des coffrages perdus (blocs spéciaux).
- Si ce savoir-faire n'est pas disponible localement, les chaînages pourront être en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce type de choix.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont préfabriqués en béton armé.
- Les autres options de linteaux peuvent être de les réaliser en maçonnerie (arcs) ou en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Le coût de l'ouvrage sera bien sûr influencé à la hausse par ce dernier choix.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en BTCS sont laissés apparents et ne reçoivent pas de peinture.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

Accès à l'étage :

Les salles de classe à l'étage sont accessibles à raison de deux escaliers pour trois salles de classes. Ils sont réalisés en béton armé ou en métal.

Une coursive en béton armé relie les deux escaliers et permet l'accès aux salles de classe de l'étage.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-10 : murs porteurs en BTCS en RdC+étage) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	0
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	10,24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0,96
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	17,6
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	0
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	0
Armatures	U	0
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	10,296
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	0
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	24
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	0
Rez de chaussé, Armatures	U	0
Étage, Béton	m3	0
Étage, Armatures	U	0
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Réz de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Réz de Chaussé)	m2	234,4
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	261,4
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	0
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0

Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	1,152
Ferailage	ml	48
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	33,5664
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	6
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	42
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	108
Peinture extérieure	m2	120
Peinture intérieure	m2	810
Accès à l'étage		
Escalier	U	2,0001
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	6,1992
Auvent de protection de la circulation	m2	28,8
Estrade		
Estrade	U	6
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	3

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	589,09
Main d'œuvre qualifié	Jours	371,94
Supervision très qualifié	Jours	30,45
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	442,53
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	0,00
Gravier	m3	56,19
Sable	m3	48,78
Terre pour remblais	m3	53,48
Terre pour mortier	m3	0,00
Terre pour enduit	m3	32,86
Terre pour torchis	m3	0,00
Éléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	11 158,40
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	0,00
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	120,00
BTC 29,5*14*10	Unité	21 644,60
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	559,94
Eau	m3	73,84
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	145,92
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	35,08
clous de 8	kg	82,31
clous de 6	kg	21,60
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	113,40
clous tôle	kg	25,27
acier HA 12 6 ml	barre	598,92
acier HA 10 6 ml	barre	199,20
acier FE 6 6 ml	barre	63,00
fil d'attache 2mm	kg	112,73
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	236,14
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	46,72
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,00
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	57,00
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	93,40
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	198,83
stick d14 4ml	Unité	20,00
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	6,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	42,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	36,00
Finitions		
Huile morte	litre	29,36
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	36,98
Peinture eau	litre	88,24
Diluant	litre	12,60
Ardoisine	litre	27,00

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Notes de calculs pour la construction en Béton Armé

Les calculs ont été réalisés pour une portée de 7 m (salles de classe classiques) et une portée de 6 m, qui permet une réduction importante de béton et d'acier (soit de matériaux importés nécessaires), donc une réduction de coût qui peut ne pas être négligeable si cette typologie architecturale peut être envisagée.

Les calculs suivants ont été réalisés selon le BAEL, pour une salle de classe de 7m de portée :

Hypothèses de chargement

Charge d'exploitation : 150 Kg /M2
Densité du béton armé : 2500 Kg / M3
Enrobage : 3 cm

Propriétés des matériaux

Béton : FC28 = 16 MPa
Acier : Fe 400, $\gamma_s = 1,15$

Calculs ELU de la dalle

Portée	7	m
Moment	34146,88	N.m
b	1	m
Moment réduit	0,160887	N.m
Alpha u	0,220569	
As	0,000704	m ²
	7,037378	cm ²

Il faut donc 7,04 cm² d'acier par mètre de largeur de dalle. Ces aciers devront être placés en partie basse de la dalle.

Pour le porte-à-faux les aciers devront être placés en partie haute. La section minimum sera de 1,3 cm² par mètre de largeur de dalle.

Calculs ELU du poteau

Charge	62462,4	N.m
L	3,45	m
b	0,2	m
I	0,000133	m ⁴
A	0,04	m ²
i	0,057735	m
Lambda	59,75575	
Ferrailage min	3,2	cm ²
Ferrailage min	0,8	cm ²
Acier nécessaire	5,8	cm ²
Charge ultime	62539,25	N

La section d'acier nécessaire pour le poteau est de 5,8 cm².

Les calculs suivants ont été réalisés selon le BAEL, pour une salle de classe de 6 m de portée :

Hypothèses de chargement

Charge d'exploitation : 150 Kg /M2
Densité du béton armé : 2500 Kg / M3
Enrobage : 3 cm

Propriétés des matériaux

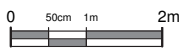
Béton : FC28 = 16 MPa
Acier : Fe 400, $\gamma_s = 1,15$

Calculs ELU de la dalle

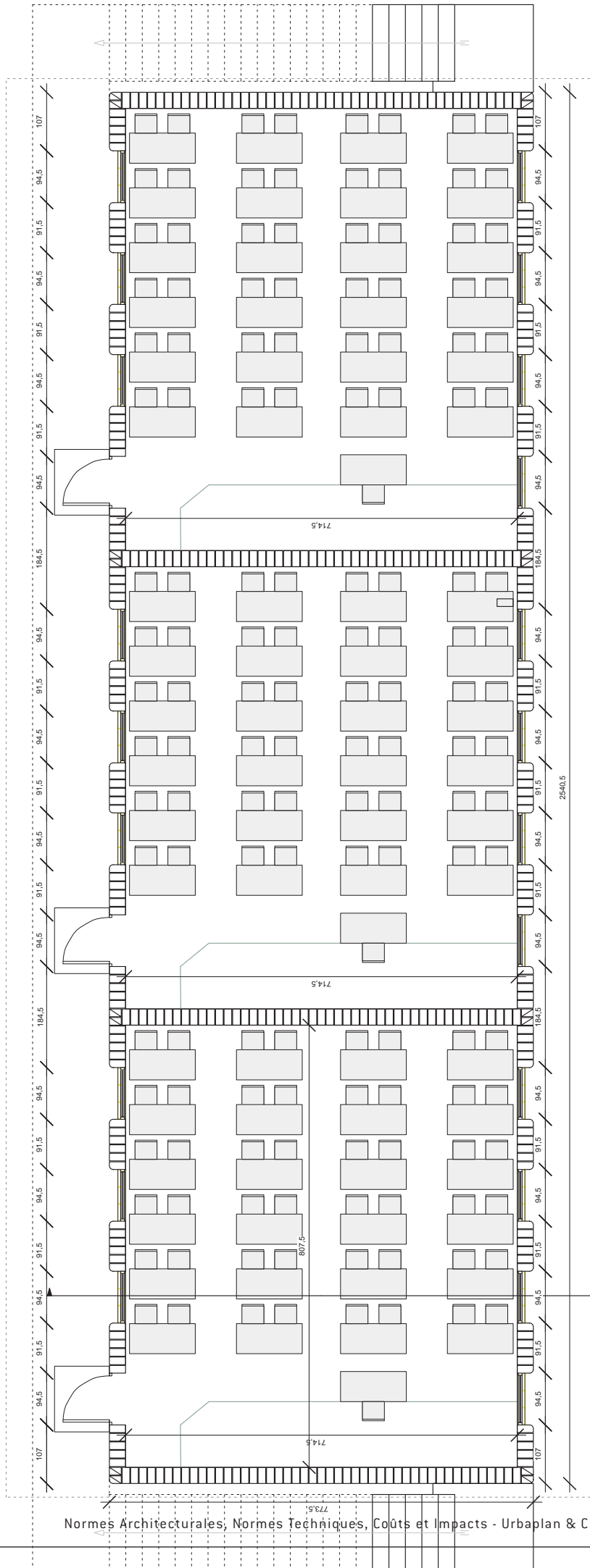
Portée	6	m
Moment	25087,5	N.m
b	1	m
Moment réduit	0,118203	N.m
Alpha u	0,157701	
As	0,000503	m ²
	5,031546	cm ²

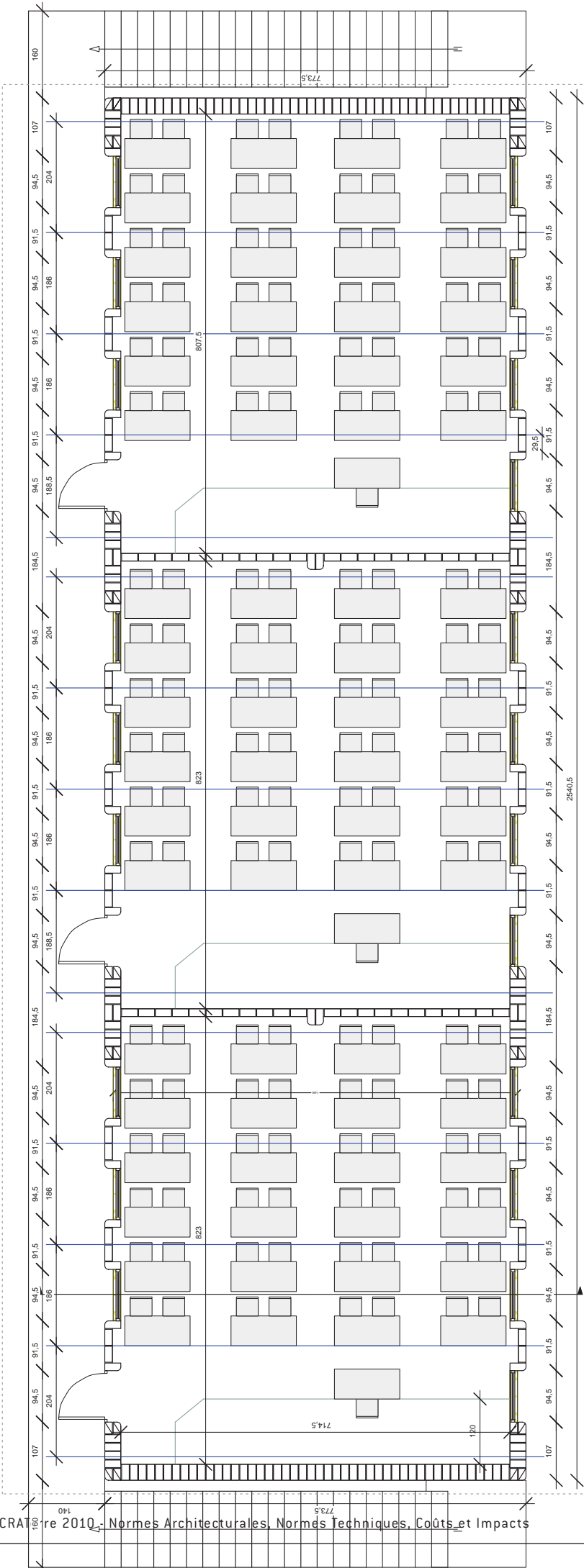
Il faut donc 5,03 cm² d'acier par mètre de largeur de dalle. Ces aciers devront être placés en partie basse de la dalle.

Pour le porte-à-faux, les aciers devront être placés en partie haute. La section minimum sera de 1,3 cm² par mètre de largeur de dalle.

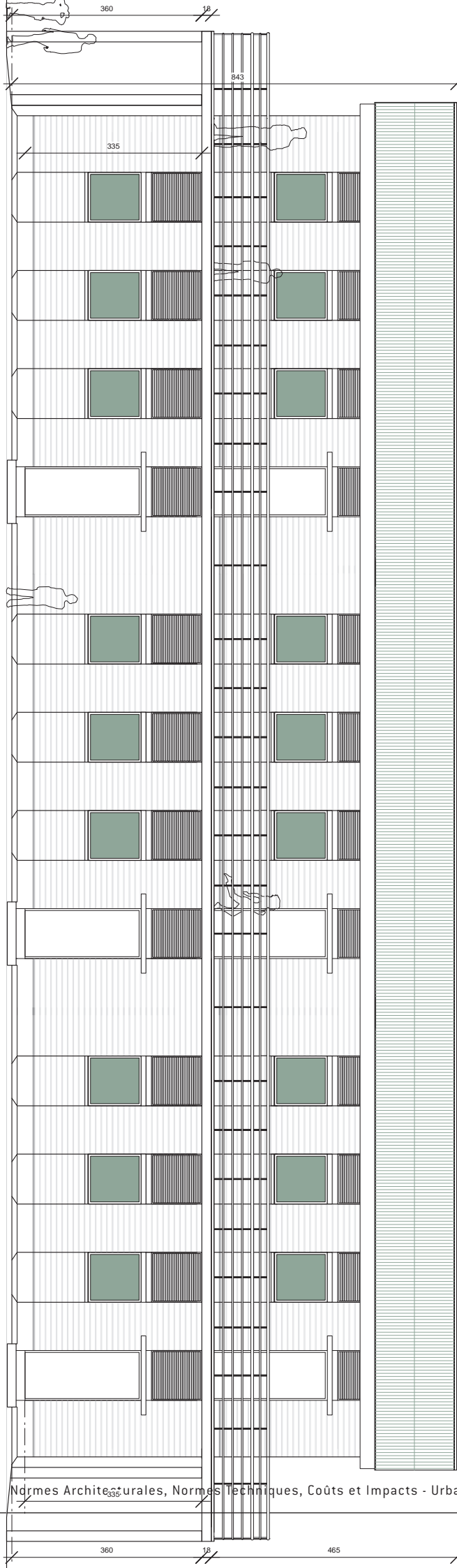


Classes en RdC + 1 étage
 Murs porteurs en BTCS
 Plan du RdC - échelle 1/100





Classes en RdC + 1 étage
 Murs porteurs en BTCS
 Plan de l'étage - échelle 1/100

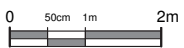
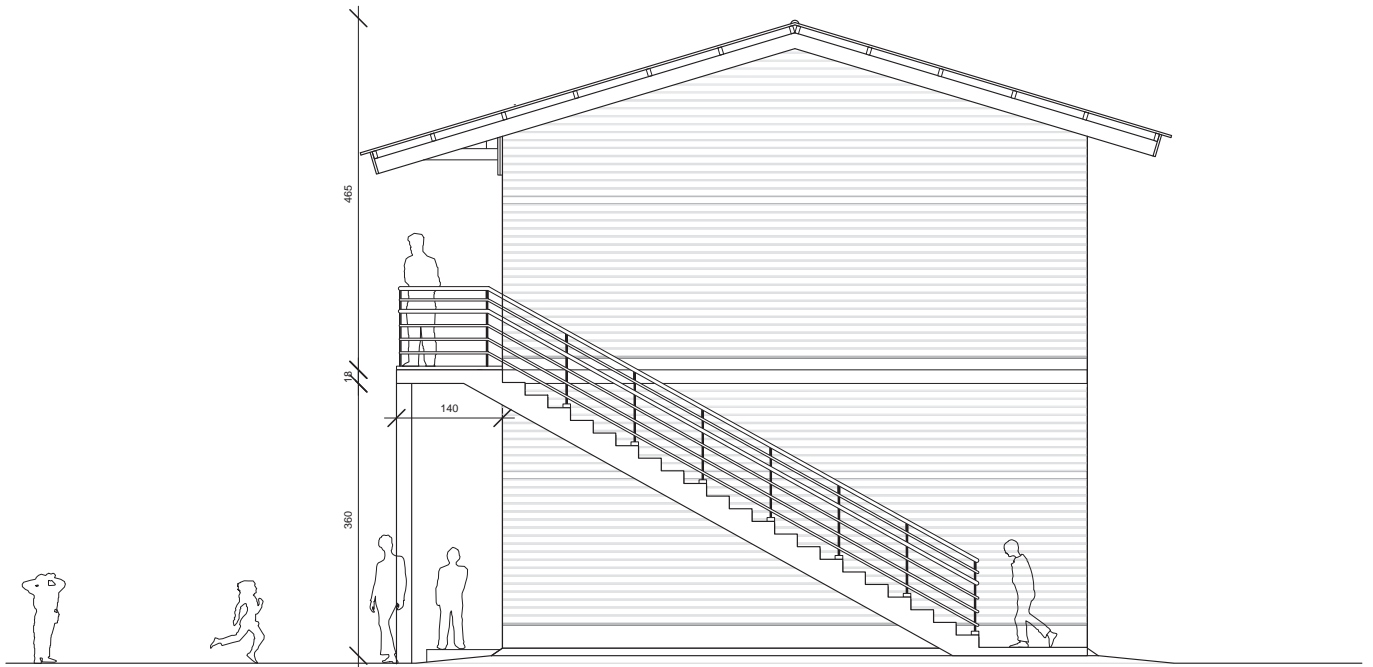


0 50cm 1m 2m

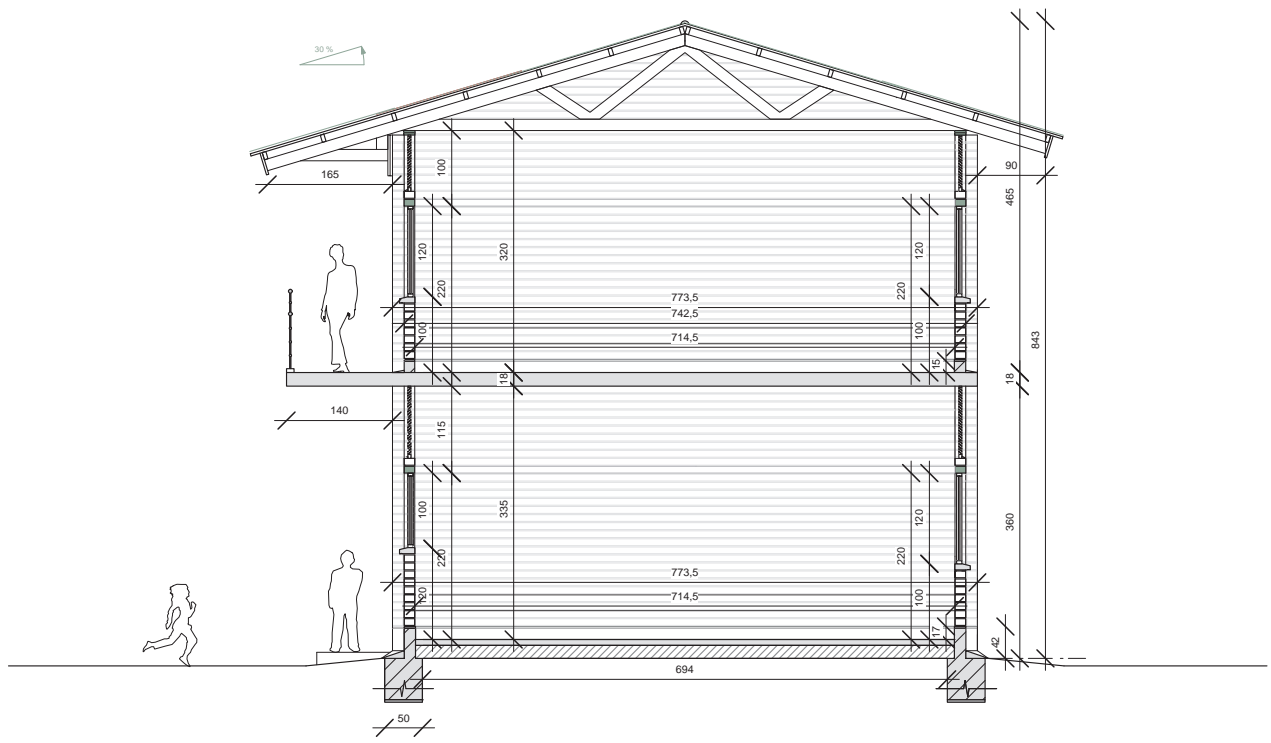
Classes en RdC + 1 étage
Murs porteurs en BTCS
Façade principale - échelle 1/100



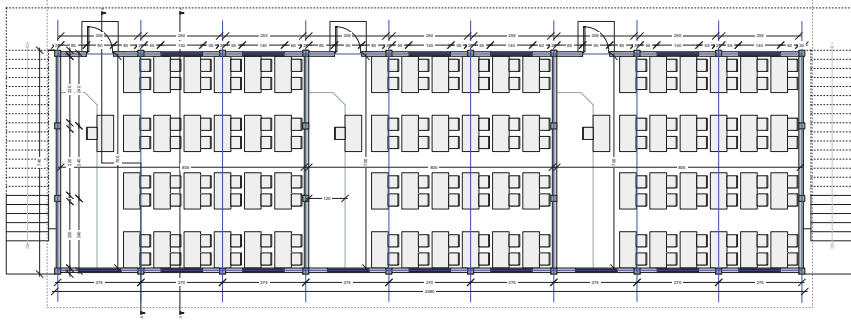
Classes en RdC + 1 étage
Murs porteurs en BTCS
Façade arrière - échelle 1/100



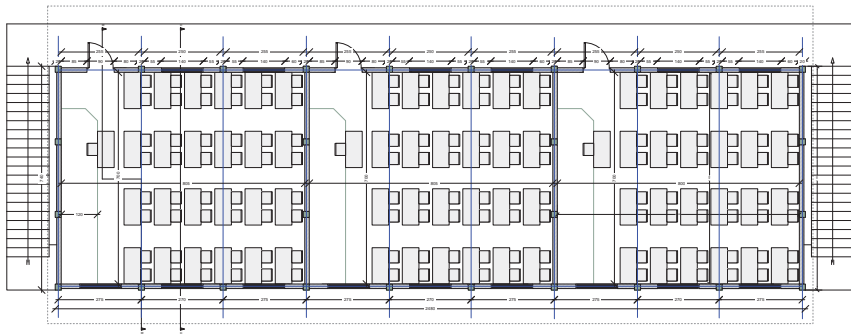
Classes en RdC + 1 étage
Murs porteurs en BTCS
Façade latérale - échelle 1/100



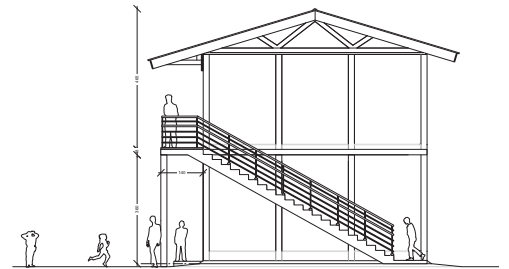
Classes en RdC + 1 étage
 Murs porteurs en BTCS
 Coupe - échelle 1/100



Plan



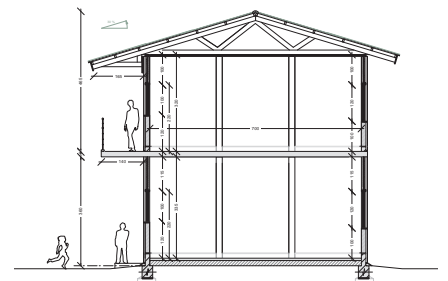
Plan



Façade latérale



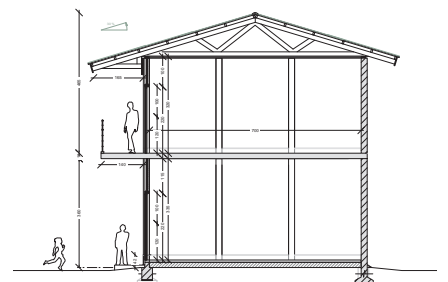
Façade principale



Coupe AA'



Façade arrière



Coupe BB'

Structures poteaux (parapluie) en RdC+étage

T-11 : Poteaux béton armé - remplissage blocs ciment

Comparatif des prix par secteur (et impact sur l'économie locale) :

Comparatif de prix pour la même typologie constructive (T-11 : structure poteaux BA en RdC+étage - remplissage blocs ciment) dans les quatre secteurs prédéfinis (Cf. III.3 Options non retenues / Définition des différents secteurs d'intervention, p. 215).

	Secteur 1		Secteur 2		Secteur 3		Secteur 4	
	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%	Montant en US\$	%
Total	64 882,07	100,00%	81 337,54	100,00%	122 784,92	100,00%	242 641,09	100,00%
Main d'œuvre directe	5 744,86	8,85%	4 923,15	6,05%	4 923,15	4,01%	5 021,75	2,07%
Investissement de proximité	22 562,53	34,77%	18 918,34	23,26%	11 205,51	9,13%	9 456,75	3,90%

Les prix indiqués dans le tableau ci-dessus restent indicatifs, ils sont donnés en US\$ et sont évalués pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Etant donné le coût élevé de cette typologie architecturale et compte-tenu des attentes du commanditaire et des coûts d'objectifs à atteindre, elle ne peut faire partie des solutions techniques privilégiées. Les informations la concernant seront par conséquent moins développées que pour les typologies constructives recommandées et présentées dans les deux chapitres précédents (III.1 Secteurs 1 et 2, et III.2 Secteurs 3 et 4).

Néanmoins, si cette typologie venait à être mise en oeuvre pour des choix autres que ceux annoncés dans un premier temps par le commanditaire, elle trouverait davantage sa place en secteur 1 ou 2 pour lesquels elle serait plus pertinente (les options de services annexes : clôture, sanitaires et point d'eau relatifs, ainsi que leur coût peuvent alors être retrouvés dans le détail des typologies constructives exposées en chapitre III-1 Secteurs 1 et 2, p. 105, 123 ou 139).

Descriptif technique propre cette typologie architecturale (T-11) :

Fondations :

- Sous les poteaux :
Les fondations sont réalisées en béton armé sous la forme de semelles isolées dans lesquelles les poteaux en béton armés seront ancrés.
- Sous les murs de remplissage entre poteaux :
 - Les fondations sont des fondations filantes en béton armé surmontées de blocs ciment pleins (de 20 cm) hourdés au mortier de ciment.
 - Si ce choix n'est pas pertinent, il y aura lieu d'étudier les solutions constructives qui suivent, selon la hiérarchie proposée et basée sur des critères de Coût/Exécution/Qualité :
 - fondation en maçonnerie de briques cuites hourdées à la terre et rejointoyées au mortier de ciment,
 - fondation en briques cuites hourdées au mortier de ciment,
 - fondation en maçonnerie de pierre hourdée au mortier de ciment,
 - fondation en blocs de sable ciment pleins.

Soubassements :

Les soubassements sont réalisés en maçonnerie de blocs de ciment creux hourdés au mortier de ciment.

Poteaux, structure porteuse de la toiture ou éléments de la construction :

Les poteaux sont réalisés en béton armé.

Maçonnerie des élévations :

La maçonnerie de remplissage entre poteaux est réalisée en blocs de ciment pleins d'une épaisseur de 15 cm. *Cette typologie de plans peut aussi permettre l'utilisation de murs de remplissage en briques de terre crue, de terre cuite, blocs à chaux, BTCS, etc...*

Chaînage :

- Dans cette étude, le chaînage est réalisé en béton armé coulé en place de façon conventionnelle. Il y a deux chaînages et une longrine basse.

Linteaux :

- Dans cette étude, les linteaux sont préfabriqués en béton armé.
- L'autre option de linteaux peut être de les réaliser en béton armé coulé en place de façon conventionnelle.

Portes et fenêtres :

Dans cette étude, les menuiseries prises en compte pour les secteurs 1 et 2 sont en bois et achetées dans le commerce (prix plus élevé que pour celles produites localement en secteurs 3 et 4).

Enduits et finitions :

- Les murs intérieurs et extérieurs des constructions en blocs ciment sont enduits au mortier sable-ciment.
- Les menuiseries et boiseries sont peintes.
- Chaque salle de classe est équipée d'un tableau noir intégré à un mur pignon et traité à l'ardoisine.

Faux plafonds :

Dans cette étude et pour les secteurs 1 et 2, les faux plafonds sont horizontaux et réalisés avec des matériaux manufacturés de type triplis ou contreplaqué.

Accès à l'étage :

Les salles de classe à l'étage sont accessibles à raison de deux escaliers pour trois salles de classes. Ils sont réalisés en béton armé ou en métal.

Une coursive en béton armé relie les deux escaliers et permet l'accès aux salles de classe de l'étage.

L'ensemble des calculs de coûts et quantitatifs qui vont suivre à propos de cette typologie (T-11 : structure poteaux BA en RdC+étage - remplissage blocs ciment) est désormais effectué sur la base d'un ensemble de 3 salles de classe attenantes, sans service annexe supplémentaire (clôture, sanitaires, point d'eau) dont le coût sera à ajouter si nécessaire. Ces prix sont donnés en US\$.

Quantitatif / mètre par élément :

Tâche	Unité	Quantité totale
Préparation du terrain		
Nettoyage	m2	352
Terrassement	m3	105,6
Remblais	m3	3,2
Fouilles pour fondations		
Fouilles en rigoles pour fondations continues coulées en place (béton, béton cyclopéen)	m3	16
Fouilles en rigoles pour fondations continues maçonnées en pierre ou briques cuites	m3	0
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux béton armé	m3	10,24
Fouilles ponctuelles pour fondations sous poteaux bois ou métallique	m3	0
Fondations		
Béton (mortier) de propreté	m3	0,96
Fondations en béton cyclopéen	m3	0
Fondations en pisé stabilisé	m3	0
Fondations en Blocs de ciment pleins (largeur 0,40 puis 0,20)	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de pierre, mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoiment au mortier de ciment	m3	0
Fondations en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment	m3	0
Fondations maçonnerie (blocs de ciment pleins ou briques cuites) sur fondation filante en béton armé.		
Fondation filante en béton armé	m3	6,4
Maçonnerie en blocs de ciment pleins, épaisseur 20 cm, mortier ciment	m2	31,2
Maçonnerie en briques cuites, épaisseur 22 cm, mortier ciment	m2	0
Massif de fondation sous poteaux (bois, briques cuites ou métalliques)		
En béton cyclopéen	m3	0
En briques cuites	m3	0
Fondation ponctuelles en BA sous poteaux BA		
Béton	m3	1,728
Armatures	U	32
Soubassement		
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment, murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de pierre, mortier de ciment murs de 30 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de terre et rejointoyage au mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement en maçonnerie de briques cuites, mortier de ciment murs de 22 cm	m3	0
Soubassement maçonnerie de blocs de ciment creux murs de 20 cm	m2	31,2
Barrière capillaire		
Barrière capillaire en film plastique	m2	16
Barrière capillaire en mortier de sable ciment	m2	0
Poteaux		
Poteaux en Béton armés		
Rez de chaussé, Béton	m3	4,288
Rez de chaussé, Armatures	U	32
Étage, Béton	m3	3,84
Étage, Armatures	U	32
Briques cuites, maçonnerie de 46 cm d'épaisseur	m2	0
Poteaux bois	U	0
Poteaux métalliques	U	0
Maçonneries des élévations		
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 20 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques d'adobes (murs de 40 cm)	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 13 cm), mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé, murs porteurs		
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 22 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 29,5 cm, Rés de Chaussé)	m2	0
Maçonnerie en blocs de terre comprimé (murs de 14 cm, étage)	m2	0
Maçonnerie en BTC (murs de 14 cm), remplissage entre poteaux BA ou métal	m2	0
Maçonnerie en blocs de ciment creux (murs de 20 cm), remplissage entre poteaux BA	m2	408,8
Maçonnerie en torchis, remplissage entre poteaux BA, métal, bois ou briques cuites	m2	0

Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier en terre et rejointoyage au mortier de ciment	m2	0
Maçonnerie en briques cuites (murs de 22 cm), mortier de ciment	m2	0
Chainages		
Chainage bas		
Béton	m3	3,12
Ferailage	ml	78
Chainage haut		
Béton	m3	6,24
Ferailage	ml	156
Chainage haut en bois	ml	0
Linteaux		
Linteaux en béton armé		
Béton	m3	1,152
Ferailage	ml	48
Linteaux en bois	ml	0
Toitures		
Fermes de portée de 7,00 mètres (hors dépassé de toiture)	U	12
Pannes	ml	250
Couverture	m2	200
Faitière	ml	25
Planches de rives	ml	82
Dalles de sol		
Remblais sous dalle	m3	33,6
Dalle avec chappe intégrée	m3	11,76
Dalle en Béton Armé entre RdC et Etage avec chappe intégrée	m3	33,5664
Portes et fenêtre		
Portes (y compris seuil; auvent, peinture et finitions)	U	6
Fenêtre (y compris appuis, auvent, peinture et finitions)	U	30
Enduits et finitions		
Enduits extérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	512
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit armés	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Enduits intérieurs		
Sur maçonnerie en blocs ciment ou briques cuites	m2	474,4
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit ciment	m2	0
Sur maçonnerie en blocs d'adobes ou torchis, enduit locaux	m2	0
Tableaux noirs	m2	108
Peinture extérieure	m2	120
Peinture intérieure	m2	810
Accès à l'étage		
Escalier	U	2,00
Dalle de circulation étage, y compris barrière de protection	m3	6,1992
Auvent de protection de la circulation	m2	28,8
Estrade		
Estrade	U	6
Faux plafonds		
Faux plafonds contreplaqué	m2	56
Faux plafonds natte	m2	0
Electricité	par classe	6

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Quantitatif / mètre par composant :

Désignation	Unité	Quantité
Main D'œuvre		
Main d'œuvre non qualifié	Jours	619,44
Main d'œuvre qualifié	Jours	484,80
Supervision très qualifié	Jours	49,30
Equipement		
Investissement outillage et équipement	US\$	499,76
Matière minérale		
Moellons pierre	m3	0,00
Gravier	m3	71,70
Sable	m3	76,43
Terre pour remblais	m3	53,48
Terre pour mortier	m3	0,00
Terre pour enduit	m3	0,00
Terre pour torchis	m3	0,00
Éléments de maçonnerie		
Adobe 14*14*32	Unité	0,00
Adobe 30*20*12	Unité	0,00
Briques cuites 6*11*22	Unité	0,00
Briques cuites 8*13*28	Unité	0,00
Blocs ciment pleins 20*20*40	Unité	343,20
Blocs ciment creux 20*20*40	Unité	4 960,00
BTC 29,5*14*10	Unité	0,00
BTC 22*22*10	Unité	0,00
Liants		
Chaux	sac	0,00
Ciment	sac	695,11
Eau	m3	126,28
Métal		
Pièce d'ancrage des poteaux	Unité	0,00
Tôle dure ondulée 2,0 ml * 0,66	Unité	145,92
Tôle dure ondulée 2,5 ml * 0,66	Unité	89,00
feuillard	ml	48,00
clous de 12	kg	0,00
clous de 10	kg	35,08
clous de 8	kg	86,50
clous de 6	kg	21,60
clous de 4	kg	2,80
grillage à poule	m2	113,40
clous tôle	kg	25,27
acier HA 12 6 ml	barre	1 037,34
acier HA 10 6 ml	barre	338,42
acier FE 6 6 ml	barre	399,30
fil d'attache 2mm	kg	135,58
IPN 120 * 300	Unité	0,00

Bois		
Planche 2,5*16*400 (6*1)	Unité	249,66
Planche 5*16*400 (6*2)	Unité	49,69
Planche 2,5*22,5*400 (9*1)	Unité	0,77
Planche 5*7,5*400 (2*3)	Unité	57,00
Planche 5*10*400 (2*4)	Unité	93,40
stick d5 4ml	Unité	0,00
stick d8 4ml	Unité	198,83
stick d14 4ml	Unité	20,01
stick d12 5ml	Unité	0,00
stick d12 7ml	Unité	0,00
Rameaux de palmier	Unité	0,00
Corde pour ligature	Boule	0,00
Nattes locales 1,3*1,8	Unité	0,00
Contreplaqué faux plafond	m2	61,60
Menuiseries		
portes extérieures 0,9 * 2	Unité	6,00
portes intérieures 0,8 * 2	Unité	0,00
fenêtre 0,6*0,8	Unité	30,00
fenêtre 0,6*0,4	Unité	0,00
Matière plastique		
Bâche plastique	m2	24,00
Finitions		
Huile morte	litre	29,36
Bitchi	litre	0,00
Vernis	litre	0,00
Peinture huile	litre	36,98
Peinture eau	litre	88,24
Diluant	litre	12,60
Ardoisine	litre	27,00

Pour rappel, le quantitatif ci-dessus est réalisé pour un ensemble de 3 salles de classe attenantes.

Notes de calculs pour la construction en Béton Armé

Les calculs ont été réalisés pour une portée de 7 m (salles de classe classiques) et une portée de 6 m, qui permet une réduction importante de béton et d'acier (soit de matériaux importés nécessaires), donc une réduction de coût qui peut ne pas être négligeable si cette typologie architecturale peut être envisagée.

Les calculs suivants ont été réalisés selon le BAEL, pour une salle de classe de 7 m de portée :

Hypothèses de chargement

Charge d'exploitation : 150 Kg /M2
Densité du béton armé : 2500 Kg / M3
Enrobage : 3 cm

Propriétés des matériaux

Béton : FC28 = 16 MPa
Acier : Fe 400, $\gamma_s = 1,15$

Calculs ELU de la dalle

Portée	7	m
Moment	34146,88	N.m
b	1	m
Moment réduit	0,160887	N.m
Alpha u	0,220569	
As	0,000704	m ²
	7,037378	cm ²

Il faut donc 7,04 cm² d'acier par mètre de largeur de dalle. Ces aciers devront être placés en partie basse de la dalle.

Pour le porte-à-faux les aciers devront être placés en partie haute. La section minimum sera de 1,3 cm² par mètre de largeur de dalle.

Calculs ELU du poteau

Charge	62462,4	N.m
L	3,45	m
b	0,2	m
I	0,000133	m ⁴
A	0,04	m ²
i	0,057735	m
Lambda	59,75575	
Ferraillage min	3,2	cm ²
Ferraillage min	0,8	cm ²
Acier nécessaire	5,8	cm ²
Charge ultime	62539,25	N

La section d'acier nécessaire pour le poteau est de 5,8 cm².

Les calculs suivants ont été réalisés selon le BAEL, pour une salle de classe de 6 m de portée :

Hypothèses de chargement

Charge d'exploitation : 150 Kg /M2
Densité du béton armé : 2500 Kg / M3
Enrobage : 3 cm

Propriétés des matériaux

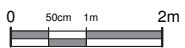
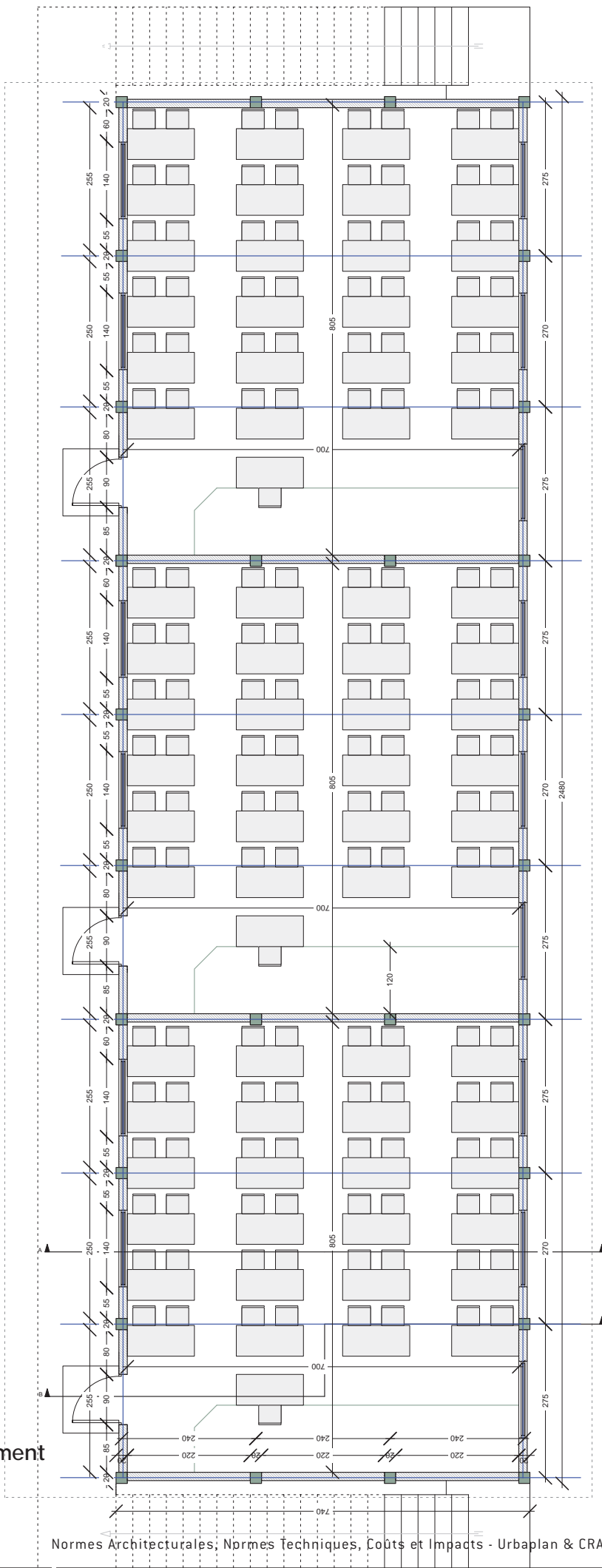
Béton : FC28 = 16 MPa
Acier : Fe 400, $\gamma_s = 1,15$

Calculs ELU de la dalle

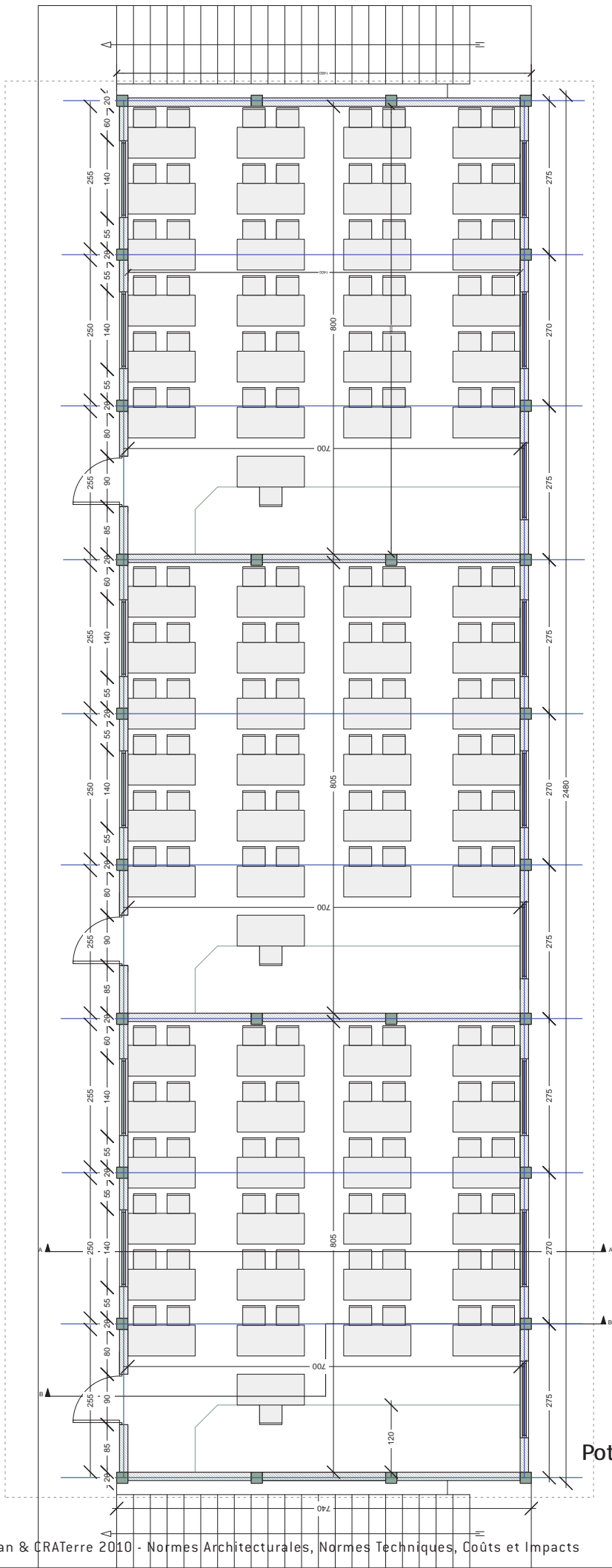
Portée	6	m
Moment	25087,5	N.m
b	1	m
Moment réduit	0,118203	N.m
Alpha u	0,157701	
As	0,000503	m ²
	5,031546	cm ²

Il faut donc 5,03 cm² d'acier par mètre de largeur de dalle. Ces aciers devront être placés en partie basse de la dalle.

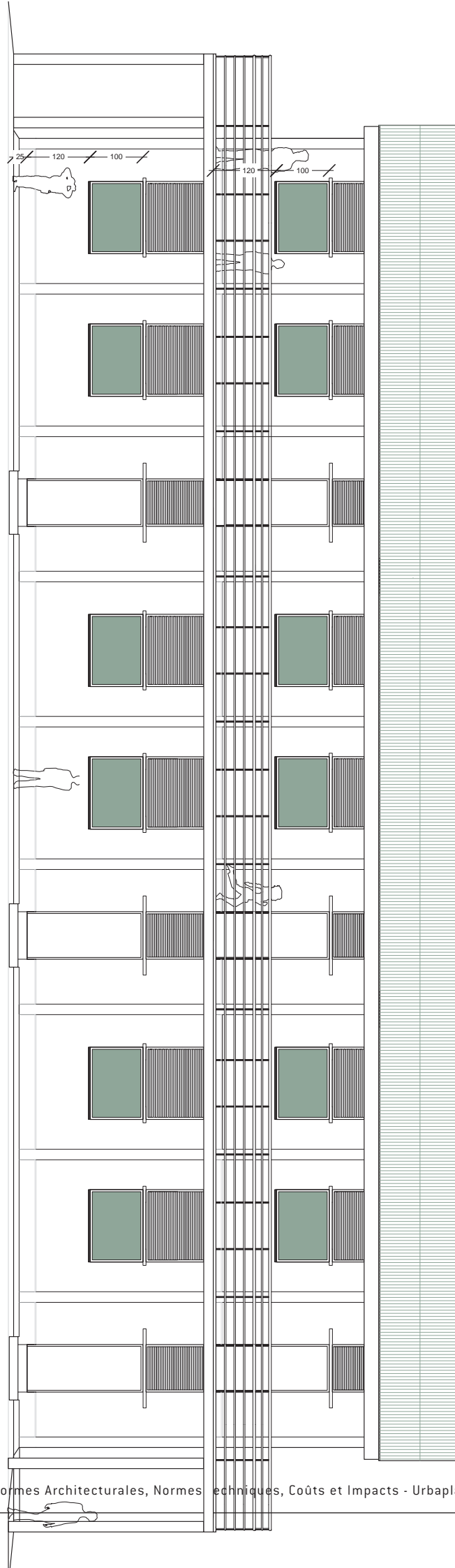
Pour le porte-à-faux, les aciers devront être placés en partie haute. La section minimum sera de 1,3 cm² par mètre de largeur de dalle.



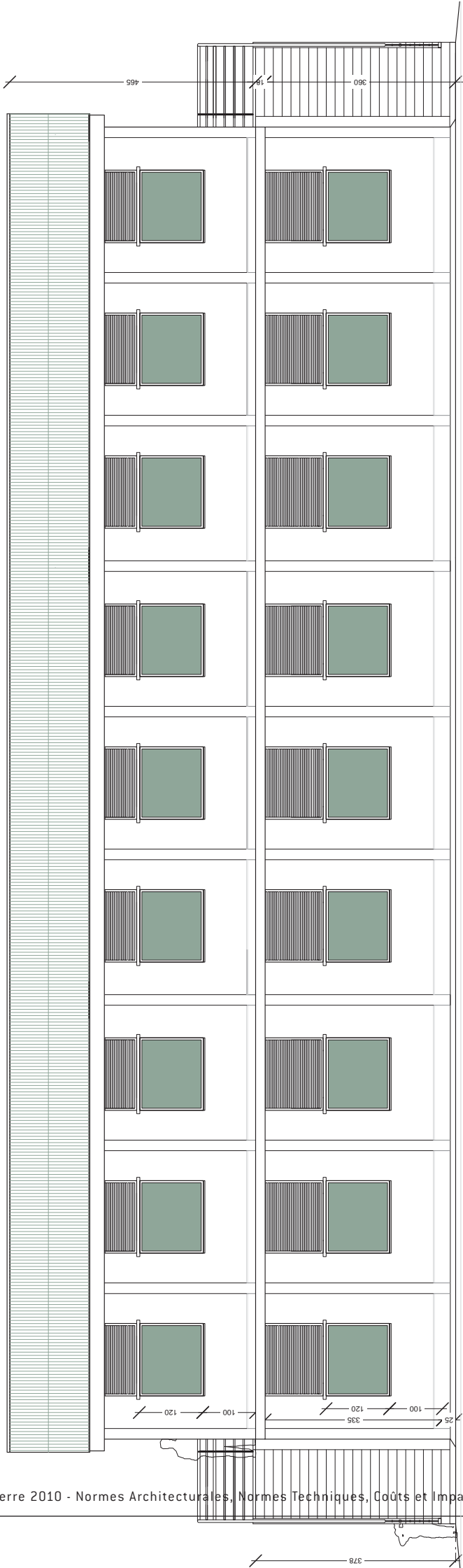
Classes en RdC + 1 étage
 Poteaux BA - remplissage blocs ciment
 Plan du RdC - échelle 1/100



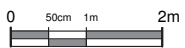
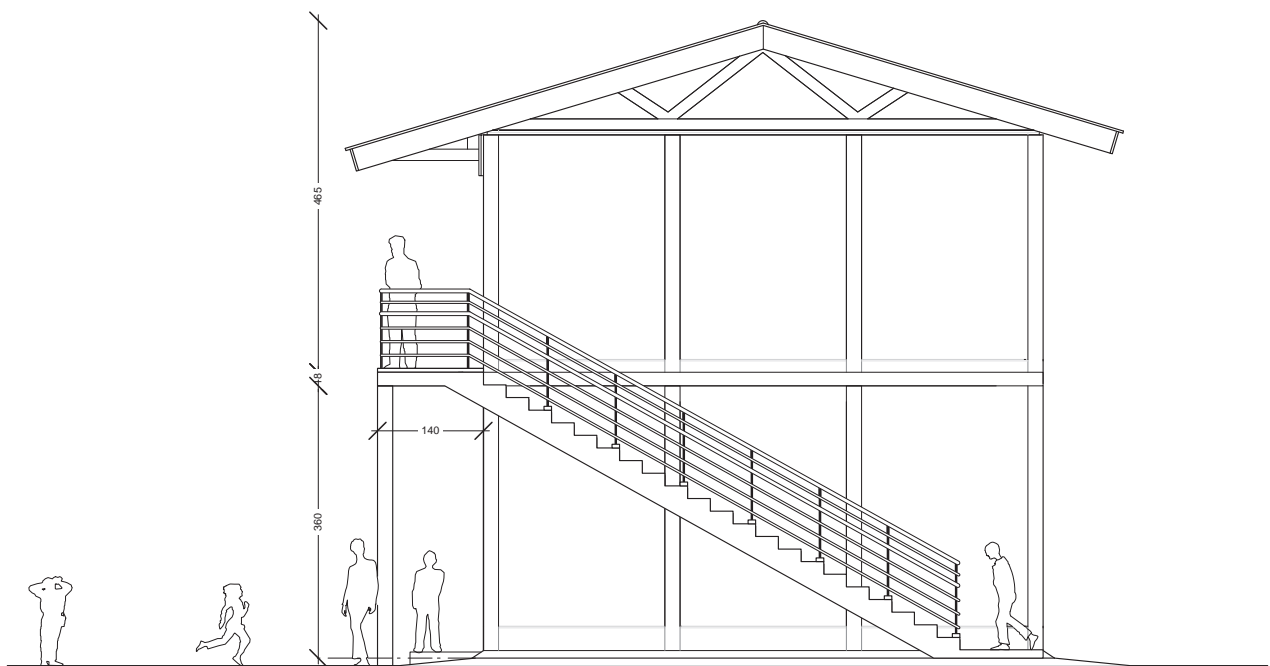
Classes en RdC + 1 étage
 Poteaux BA - remplissage blocs ciment
 Plan de l'étage - échelle 1/100



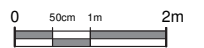
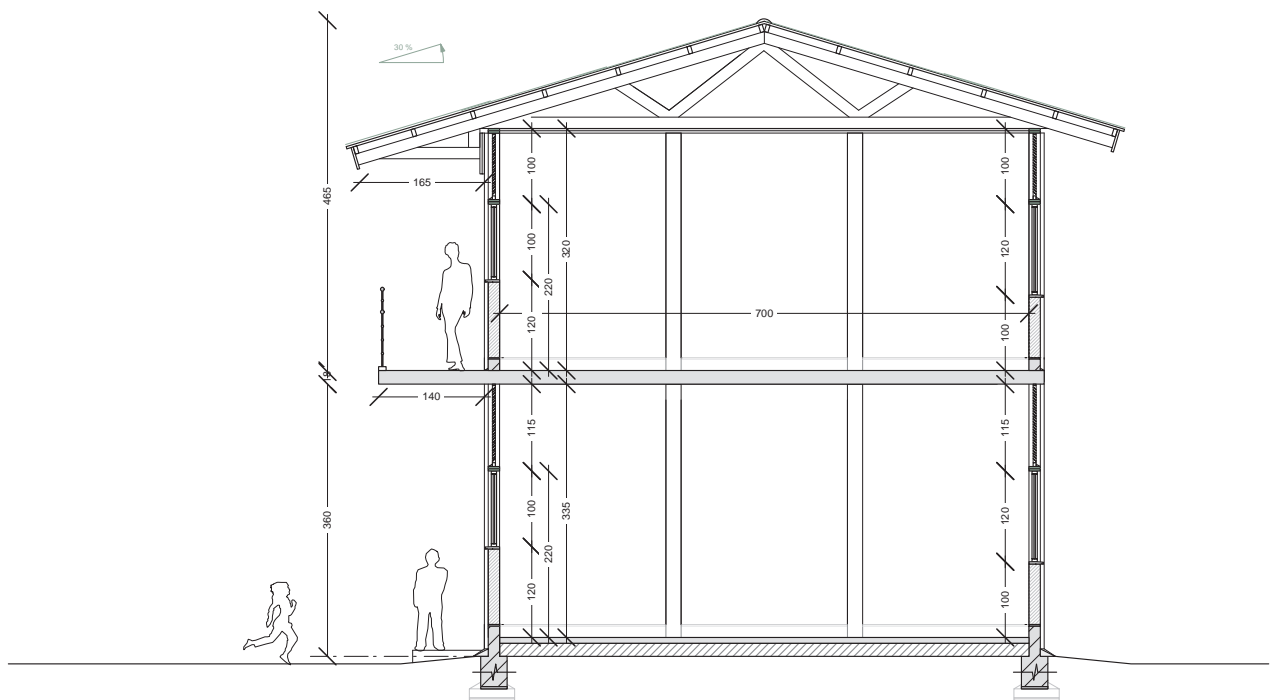
Classes en RdC + 1 étage
Poteaux BA - remplissage blocs ciment
Façade principale - échelle 1/100



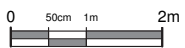
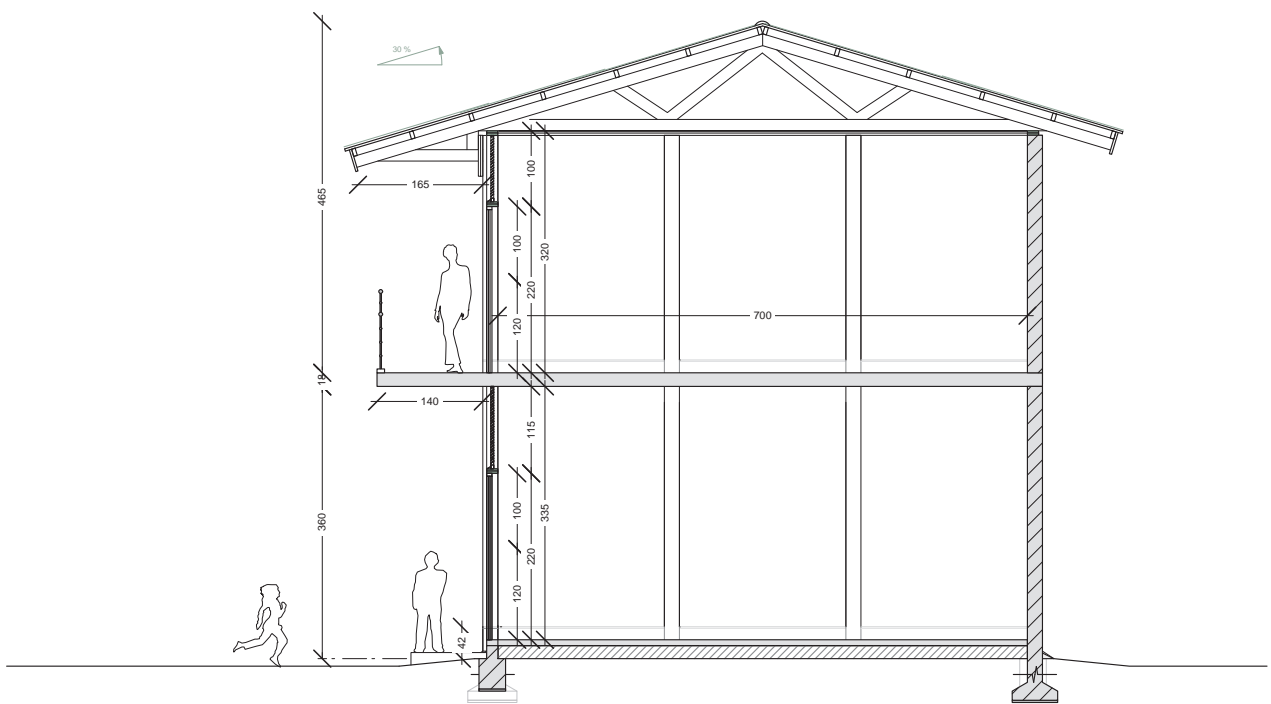
Classes en RdC + 1 étage
 Poteaux BA - remplissage blocs ciment
 Façade arrière - échelle 1/100



Classes en RdC + 1 étage
Poteaux BA - remplissage blocs ciment
Façade latérale - échelle 1/100



Classes en RdC + 1 étage
 Poteaux BA - remplissage blocs ciment
 Coupe AA' - échelle 1/100



Classes en RdC + 1 étage
 Poteaux BA - remplissage blocs ciment
 Coupe BB' - échelle 1/100



Conclusion - Recommandations générales

*Analyse comparative des approches
constructives (alternatives et
conventionnelles)*



IV.Sommaire

IV.1. Comparatifs des typologies constructives entre elles	313
Comparatif en fonction de critères techniques	313
Comparatif en fonction de critères qualitatifs	313
IV.2. Adéquation typologies / zones géographiques	315
Caractéristiques générales des provinces	315
Grandes familles constructives préconisées par zone géographique suivant ses caractéristiques	316
Avertissements et conseils pour l'implantation en zones à risques	317
Récapitulatif - Adéquation par province	319
IV.3. Conclusions - Recommandations générales	321
IV.4. Niveau de subvention nécessaire par salle de classe	325
Tableaux des coûts de réalisation pour un complexe de trois salles de classe attenantes, sans autres services	326
Tableaux des coûts de réalisation pour une école complète	327
Tableaux des coûts de réalisation pour une prestation minimale et pour école sans clôture	328
Approches de mise en oeuvre quant à l'allocation de subventions	330

Comparatif en fonction de critères techniques :

	Accès aux ressources humaines et matérielles			
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
T-01	Moyen	Moyen	Bon	Bon
T-02	Moyen	Moyen	Difficile	Difficile
T-03	Moyen	Moyen	Bon	Bon
T-06	Moyen	Moyen	Bon	Bon
T-07	Bon	Moyen	Difficile	Difficile
T-10	Difficile	Difficile	Difficile	Difficile
T-11	Moyen	Difficile	Difficile	Difficile
T-12	Bon	Moyen	Moyen	Difficile

Comparatif en fonction de critères qualitatifs :

	Coûts				Secteur 1
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4	
T-01	Bon	Bon	Bon	Bon	Moyen
T-02	Moyen	Moyen	Mauvais	Mauvais	Moyen
T-03	Bon	Bon	Bon	Bon	Moyen
T-06	Bon	Bon	Bon	Bon	Moyen
T-07	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Bon
T-10	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Moyen
T-11	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Bon
T-12	Moyen	Bon	Moyen	Mauvais	Bon

Pour rappel, l'étude a été réalisée en tenant compte de quatre secteurs d'intervention distincts :

- Secteur 1 : Urbain, lieu d'approvisionnement national connecté au commerce international.
- Secteur 2 : Urbain, facilement desservi à partir de la zone 1.
- Secteur 3 : Difficile d'accès, l'approvisionnement doit se faire par petit véhicule ceci à partir des secteurs 1 ou 2 (en fonction de l'éloignement et de l'état des voies de communication).
- Secteur 4 : Très difficile d'accès, l'approvisionnement doit se finir à pied à partir des secteurs 2 ou 3, voir 1 dans certains cas.

Comparatifs des typologies constructives entre elles

Comportement des structures face aux aléas			Mode de mise en œuvre	
Séismes	Inondations	Sols gonflant	Entreprise	Communautaire
Moyen	Mauvais	Moyen	Moyen	Facile
Moyen	Bon	Moyen	Difficile	Difficile
Moyen	Mauvais	Moyen	Moyen	Facile
Bon	Bon	Bon	Moyen	Facile
Moyen	Bon	Bon	Facile	Difficile
Mauvais	Bon	Mauvais	Moyen	Très difficile
Mauvais	Bon	Mauvais	Moyen	Très difficile
Moyen	Bon	Mauvais	Facile	Moyen

Délais de réalisation			Impact environnemental	Impact positif sur l'habitat	Facilité d'entretien
Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4			
Bon	Bon	Bon	Faible	Fort	Fort
Moyen	Mauvais	Mauvais	Moyen	Faible	Faible
Bon	Bon	Bon	Faible	Fort	Fort
Bon	Bon	Bon	Faible	Fort	Fort
Moyen	Mauvais	Mauvais	Important	Faible	Faible
Mauvais	Mauvais	Mauvais	Très important	Faible	Faible
Mauvais	Mauvais	Mauvais	Très important	Faible	Faible
Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Fort

	Intéressant selon le critère étudié
	Moyennement intéressant selon le critère étudié
	Non intéressant selon le critère étudié

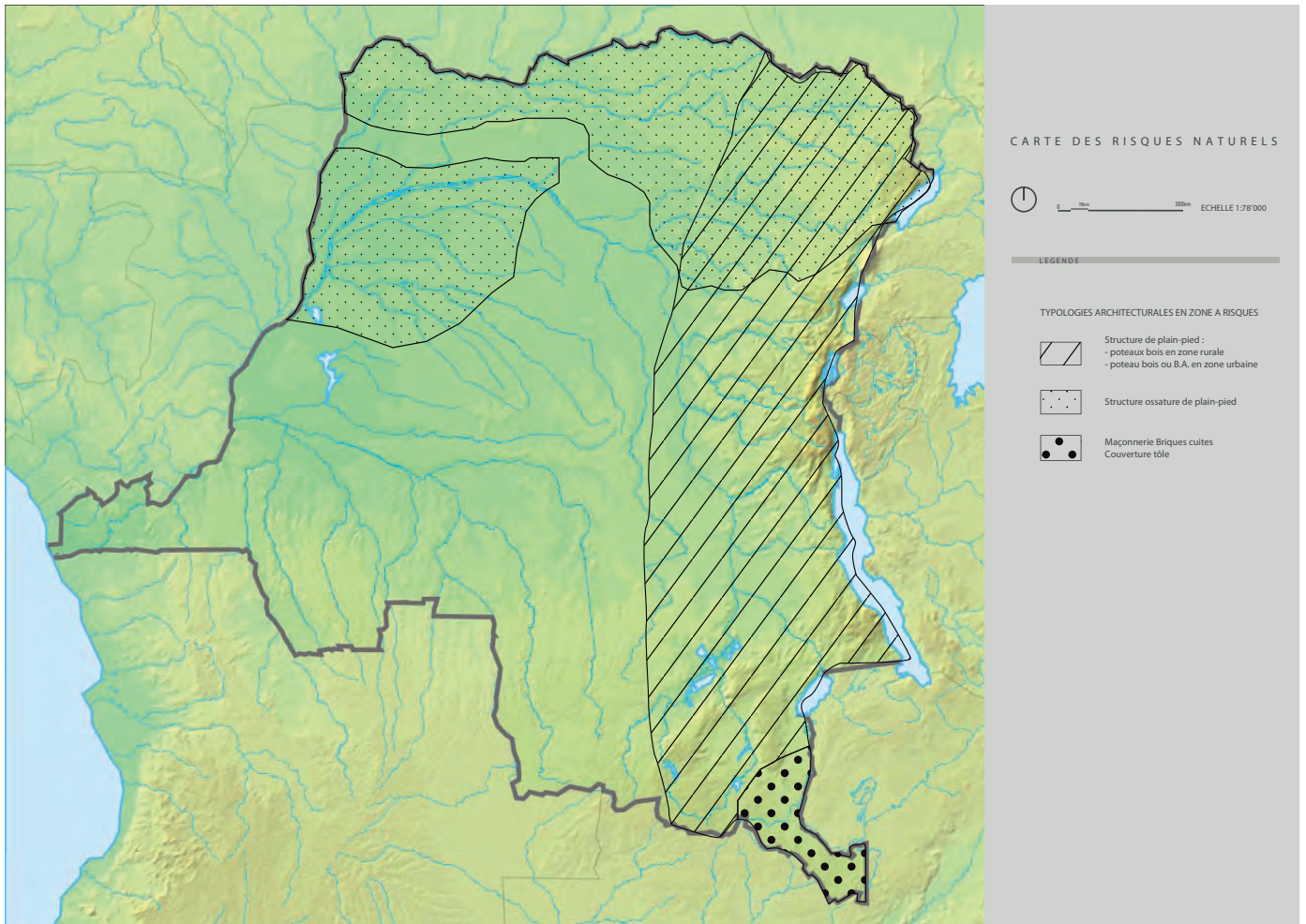
Caractéristiques générales des provinces :

	Risques		
	Séismes	Inondations	Sols gonflants
Bandundu		Moyen	
Bas Congo		Moyen	
Equateur		Fort	Oui
Kasaï occidental		Moyen	
Kasaï oriental		Moyen	
Katanga	Oui, à l'Est	Moyen	
Kinshasa		Moyen	
Maniema	Oui, à l'Est	Moyen	
Nord Kivu	Oui	Faible	
Province orientale	Oui, à l'Est	Moyen	Oui, au Nord
Sud Kivu	Oui	Faible	

Adéquation typologies / zones géographiques

Enclavement		Particularités
Etat des voies de communication	Eloignement par rapport aux centres d'approvisionnement en matériaux industriels	
Bon à faible	Moyen	
Bon	Proche	
Mauvais	Eloigné	
Faible à mauvais	Moyen	
Faible à mauvais	Moyen	
Bon à mauvais	Proche à éloigné	Le Sud Est manque de bois et de sable, mais l'approvisionnement en métal y est plus aisé qu'ailleurs
Bon	Proche	
Mauvais	Eloigné	
Bon à faible	Proche à moyen	
Faible à mauvais	Proche à éloigné	
Bon à faible	Proche à moyen	

Grandes familles constructives préconisées par zone géographique suivant ses caractéristiques :



Avertissements et conseils pour l'implantation en zones à risques :

Trois principaux risques existent en RDC et doivent être pris en compte dans le cadre des choix architecturaux à privilégier :

- Les risques d'inondations
- Les sols gonflants
- Le risque sismique

Zones à risque d'inondations

Les solutions techniques qui permettraient de construire en zone inondable sont très onéreuses. Les zones inondables étant souvent très localisées, il est souvent plus simple de plutôt choisir le site qui permettra de se prémunir de ce risque. Il a donc été choisi de ne pas rechercher de solutions techniques adaptées à ce risque dans cette étude, mais de préconiser que le choix du site prenne en compte ce facteur.

Sols gonflants

Les secteurs géographiques où la présence de sols gonflants est avérée sont généralement assez vastes. Il ne peut donc pas être fait autrement que de construire dans ces zones.

De nouveau, les solutions conventionnelles qui permettraient de se prémunir de ce risque sont très onéreuses et demandent des compétences techniques spécifiques, difficilement disponibles dans les secteurs enclavés de la RDC.

Il est donc recommandé, dans ces secteurs, de limiter au possible la dimension des salles de classe ou des ensembles de salles de classe : il sera recommandé de ne pas dépasser des ensembles de deux salles de classe. Les solutions constructives à structures porteuses en poteaux et remplissage en maçonnerie ont plus de souplesse et acceptent mieux les déformations issues des mouvements de sols ; même détériorées, elles peuvent garder leur fonctionnalité sans risque pour les usagers. C'est donc cette solution technique qui est préconisée par les consultants dans ce cas de figure.

Zones sismiques

Les zones à risques sismiques couvrent une importante partie de la RDC (une bande de 300 km de large sur la façade Est du pays). Il ne peut donc pas être fait autrement que de construire dans ces zones.

Les solutions constructives para-sismiques sont très onéreuses et il est nécessaire de faire appel à des entreprises très compétentes pour les mettre en œuvre. Les conditions (compétences et capacités de contrôle) ne semblent pas encore réunies en RDC pour mettre en place à grande échelle des programmes de construction de ce type. De ce fait, et au regard des risques importants que ce choix pourrait avoir sur la vie des usagers des bâtiments à construire, les consultants recommandent de privilégier des systèmes constructifs qui ne présentent que peu de danger en cas de ruine liée aux activités sismiques. Les consultants recommandent donc de ne pas construire de bâtiments à étages dans ces zones. D'autre part, les structures réalisées en ossature bois, avec remplissage, se comportent souvent mieux lors de secousses sismiques que les structures simples en murs porteurs. Il est donc recommandé, si la garantie de qualité de construction en maçonnerie conventionnelle n'est pas assurée, de privilégier ce type de structures dans les zones présentant un tel risque.

Récapitulatif - Adéquation par province :

Il s'agit là de faire le bilan par province des typologies qu'il pourrait être pertinent de mettre en place dans les différents secteurs, et ce parmi les typologies constructives retenues par l'étude (plus celles à étage).

Typologies		T-01	T-02	T-03
Provinces				
Bandundu	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Bas Congo	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Equateur	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Kasaï occidental	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Kasaï oriental	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Katanga	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Kinshasa	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Maniema	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Nord Kivu	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Province orientale	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui
Sud Kivu	Secteurs 1/2	Oui	Oui	Oui
	Secteurs 3/4	Oui	Non	Oui

Pour rappel, l'étude a été réalisée en tenant compte de quatre secteurs d'intervention distincts :

- Secteur 1 : Urbain, lieu d'approvisionnement national connecté au commerce international.
- Secteur 2 : Urbain, facilement desservi à partir de la zone 1.
- Secteur 3 : Difficile d'accès, l'approvisionnement doit se faire par petit véhicule ceci à partir des secteurs 1 ou 2 (en fonction de l'éloignement et de l'état des voies de communication).
- Secteur 4 : Très difficile d'accès, l'approvisionnement doit se finir à pied à partir des secteurs 2 ou 3, voir 1 dans certains cas.

T-06	T-07	T-10	T-11	T-12
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Oui	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui, sauf SE	Oui, sauf Est	Oui, sauf Est	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui, sauf Est	Oui, sauf Est	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui, sauf Est	Oui, sauf Est	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui

	Possible
	Sauf en zones sismiques
	Non recommandé

Conclusions - Recommandations générales

Sur la base des résultats attendus de l'étude (économie, qualité, durée de vie), 20 modèles architecturaux ont été identifiés. L'étude a permis de sélectionner 6 modèles architecturaux pertinents dans le contexte de la RDC (disponibilité des savoir et des matières premières, intérêt par rapport aux objectifs de l'étude). S'ils ne représentent qu'une partie des approches envisageables et pertinentes dans le pays, ces modèles sont les plus communément rencontrés et donc les plus « simples » à utiliser dans le cadre d'un programme de l'ampleur de celui étudié.

La prise en compte d'un plus grand nombre d'options aurait donné des résultats intéressants à l'échelle locale mais complexifierait sérieusement la gestion globale du projet, et nécessiterait la mise en place d'un vaste programme de formation, au moins au niveau de la maîtrise d'ouvrage.

S'ils peuvent être pertinents en secteur d'accès facile (secteur 1), les modèles de construction en matériaux préfabriqués (type Afrique du Sud) ne représentent pas d'intérêt pour les secteurs où les transports sont un problème (secteur 2, 3 et 4). En outre, ils réduisent le potentiel d'implication des communautés. Ces systèmes n'ont donc pas été retenus comme pertinents dans cette étude.

Pour leur part, les modèles de construction à étages, s'ils peuvent être pertinents en zone urbaine où la pression foncière est forte, et même s'ils figurent finalement dans les tableaux comparatifs, n'ont pas été retenus comme pertinents dans cette étude pour différentes raisons :

- Peu d'applicabilité dans le cadre du programme à mettre en place.
- Beaucoup des zones urbanisées de la RDC se trouvent soit en zone à risque sismique, soit en zone à sols gonflants. Les bâtiments à étages ne sont pas recommandés dans de tels secteurs, à moins de les renforcer de façon adéquate (ce qui aurait pour conséquence d'en multiplier le coût par 1,5).

Enfin, s'ils sont réalisés dans les règles de l'art, les 6 modèles estimés pertinents garantissent qualité, durée de vie et niveau de confort similaires (leur durée de vie répond aux termes de référence initiaux de l'étude : 30 ans au minimum).

Ces six modèles sont les suivants :

- Maçonnerie porteuse, murs fins + contreforts, en briques cuites (modèle T-12) ;
- Maçonnerie porteuse, murs fins + contreforts, en BTCS (modèle T-02) ;
- Maçonnerie non porteuse, structure en poteaux béton armé et remplissage en blocs ciment (Modèle T-07) ;
- Maçonnerie porteuse, murs fins + contreforts, en briques d'adobe (modèle T-01) ;
- Maçonnerie porteuse, murs épais, en briques d'adobe (modèle T-03) ;
- Maçonnerie non porteuse, structure en poteaux bois et remplissage en torchis (pisé local) (Modèle T-06).

Chacun de ces modèles peut être décliné de différentes façons, les éléments les composant pouvant être réalisés en tirant le meilleur bénéfice des matériaux et savoir-faire locaux existants sur le site étudié (voir rapport 2, correspondance des intrants et des éléments).

Les 3 modèles qui font le meilleur usage des matériaux locaux (T01, T03 et T06) sont aussi les solutions les plus économiques. Mais ceux-ci risquent d'être rejetés (acceptation sociale et culturelle) par une grande partie des acteurs impliqués. Il est cependant recommandé de laisser cette option ouverte du fait que ces solutions architecturales sont les plus à même de répondre aux objectifs de l'étude (économie, qualité, durée de vie).

Dans le Sud-Est du Katanga et dans une ceinture de 80 km autour de Lubumbashi, du fait de l'absence de sable de qualité, le modèle T-07 n'aura que peu d'application. Il lui sera préféré les modèles T-02 ou T-12. Toujours dans cette même région du Sud-Est du Katanga, la relative rareté du bois fera préférer aux charpentes en bois l'utilisation de charpentes métalliques.

Modèles constructifs en fonction des zones urbaines ou rurales, et des modes opératoires :

Deux constats s'imposent :

- en milieu urbain et péri-urbain (secteur d'enclavement 1 et 2), la maîtrise d'oeuvre sera certainement confiée à des entreprises qui ne possèdent que rarement les compétences et expériences suffisantes pour garantir la qualité de la mise en œuvre des constructions en matériaux locaux,
- en secteur enclavé (secteur 3 et 4), la réalisation sera plus souvent le fait de petites entreprises locales ou de tâcherons (qui eux maîtrisent mieux l'usage des matériaux locaux, mais moins celui des techniques classiques).

Ainsi, trois modèles semblent mieux convenir pour des réalisations en milieu urbain et péri-urbain, en appliquant une approche de mise en œuvre classique (AO entreprises) :

- Maçonnerie porteuse, murs fins + contreforts, en briques cuites (modèle T-12)
- Maçonnerie porteuse, murs fins + contreforts, en BTCS (modèle T-02)
- Maçonnerie non porteuse, structure en poteaux béton armé et remplissage en blocs ciment (Modèle T-07)

Les trois autres modèles semblent mieux convenir aux milieux ruraux et permettent de mieux envisager des approches de mise en œuvre communautaires :

- Maçonnerie porteuse, murs fins, en briques d'adobe (modèle T-01)
- Maçonnerie porteuse, murs épais, en briques d'adobe (modèle T-03)
- Maçonnerie non porteuse, structure en poteaux bois et remplissage en torchis (pisé local) (Modèle T-06)

Pour chacun des secteurs (1 / 2 et 3 / 4), deux approches architecturales ont été retenues :

- des systèmes constructifs à murs porteurs (T01, T02, T03, T12)
- des systèmes constructifs à ossature porteuse et murs de remplissage (T06, T07) (mais d'autres types de poteaux peuvent aussi être envisagés au cas par cas, comme par exemple des poteaux métalliques ou maçonnés à partir d'autres éléments de construction).

Ces deux choix architecturaux (systèmes constructifs à murs porteurs et systèmes constructifs à ossature porteuse et murs de remplissage) présentent chacun ses avantages en fonction du mode opératoire choisi pour leur mise en œuvre.

Les systèmes constructifs à murs porteurs sont moins coûteux que les systèmes constructifs à ossature porteuse. Par contre, il est difficile de les mettre en œuvre en panachant approche classique et approche communautaire. L'avancement des tâches confiées à l'entreprise est ici trop tributaire des contributions attendues de la part des communautés. Ce choix sera donc privilégié pour des modes de mise en œuvre soit exclusivement pris en charge par les entreprises, soit exclusivement pris en charge par les communautés. Dans ce dernier cas (approche communautaire), le plus économique et le plus souvent cité comme satisfaisant dans les études de cas étudiés pour mener l'étude à bien, il faudra anticiper des délais de réalisation bien supérieurs à ceux communément admis dans les approches classiques (Appel d'Offre aux entreprises).

Les systèmes constructifs à ossature porteuse (poteaux) et murs de remplissage permettent de pouvoir dissocier la réalisation des éléments constructifs des bâtiments et présentent donc l'intérêt de séparer la partie qui peut être confiée à l'entreprise de celle confiée à la communauté, en combinant ainsi approche classique et approche communautaire.

La partie structure (fondations/soubassements, poteaux, toiture) peut être confiée aux entreprises selon les approches classiques. La partie remplissage des murs et finitions peut être confiée aux communautés. Cela permet d'envisager d'atteindre les résultats quantitatifs (respect des délais pour les travaux confiés aux entreprises ; réduction des coûts) et qualitatifs escomptés (qualité de la structure, appropriation par la population).

Elle permet aussi, dans le cadre d'une approche classique, de limiter le service offert aux communautés à un niveau de base maîtrisé (bonne fondation et bonne toiture, les autres éléments du bâti restant à la charge de la communauté). Attention, ce type d'approche mixte ne doit se faire que dans le cadre d'une MOD intégrant pleinement les impératifs de la mise en place d'une approche communautaire. La mise en place de ce type d'approche sans animation et implication conséquente

semble le vouer à l'échec (étude de cas UNICEF, Cf. Rapport n°1 de cette étude). Si elle n'est pas accompagnée de la composante d'animation communautaire requise, cette approche peut être la source de conflits entre communautés et autorités porteuses du projet (incompréhension des populations devant un produit non fini, jalousie vis-à-vis d'autres projets proposant une prestation différente, etc.).

Modèles constructifs en fonction des zones à risques naturels :

La RDC comporte plusieurs grandes zones à risque d'aléas naturels :

- Secteurs inondables
- Secteurs à sols gonflants
- Secteurs à risques sismiques

La construction en zone inondable peut la plupart du temps être évitée en choisissant de déplacer le site pressenti des constructions ; cela constitue la recommandation principale des auteurs de l'étude. Cependant, des modèles architecturaux sont plus à même de résister aux inondations périodiques qu'ils pourraient être amenés à subir. Il s'agit des modèles T-02, T-06, T-07 et T-12.

En présence de sols gonflants, certains modèles présentent de meilleures performances que les autres. Sur le plan technique, les solutions de systèmes constructifs à ossatures porteuses et murs de remplissages se comportent souvent de meilleure façon en secteurs où les terrains présentent des risques de gonflements et retraits (Black Cotton Soil) ; il s'agit des modèles :

- T-06 (Le remplissage peut être fait en d'autres matériaux que le torchis)
- T-07 (Le remplissage peut être fait en d'autres matériaux que le bloc ciment)

Pour les autres modèles, il sera recommandé de ne pas construire de bâtiments de plus de deux salles de classes attenantes.

En présence de risque sismique, seul un modèle présente de meilleures performances et garantit un risque moins élevé pour les usagers (les risques d'effondrements de la toiture sont moindres, même si les élévations subissent de fortes dégradations). Il s'agit du modèle T-06 (avec remplissage en torchis ou en planches).

Pour les autres modèles, la qualité de réalisation de la construction sera l'élément principal du bon comportement de la construction en cas de séisme. La toiture étant en matériau léger et les bâtiments en Rez-De-Chaussée sans étage, le risque humain peut être jugé acceptable. Il sera tout de même recommandé de ne pas construire de bâtiments de plus de deux salles de classes attenantes.

En conclusion :

Enfin, au terme de cette étude et des analyses qui en découlent, et pour la bonne réalisation du projet de constructions d'écoles en RDC et la mise en oeuvre de nouvelles solutions techniques, il convient de faciliter le dialogue avec les partenaires techniques et de valoriser leurs contributions.

Pour cela, et d'un point de vue technique, il est suggéré de procéder à :

- la construction de prototypes dans les différentes régions ou groupements de régions,
- la préparation des outils de références,
- la conception de guides techniques,
- la réalisation de manuels d'opération (pour la Maîtrise d'Ouvrage et Maîtrise d'Œuvre),
- la mise en place de formations adéquates aux différents niveaux nécessaires.

Niveau de subvention nécessaire par salle de classe

Lors de la mission de restitution intermédiaire de cette étude, il a été proposé de réfléchir à la possibilité de proposer un montant de subvention unique pour la réalisation de complexes scolaires dans tout le pays. Plusieurs aspects doivent être pris en compte pour étudier correctement cette possibilité. En effet, le montant des subventions à allouer par école varie en fonction de plusieurs facteurs :

1. Le coût des matières premières et de la main d'œuvre dans le secteur étudié ;
2. Le type de modèle architectural mis en œuvre ;
3. Le type de services accompagnant la construction des salles de classes (bureau, sanitaires, clôture, traitement des abords, mâts, accès à l'eau, etc.) ;
4. Le mode opératoire de mise en œuvre (classique, communautaire).

Le point 1. découle de la situation d'enclavement de certaines zones du pays, et ne peut donc être maîtrisé qu'à une échéance assez lointaine, lorsque l'ensemble des territoires de la RDC sera effectivement facile à approvisionner en matières premières locales ou industrielles. La seule variante sur laquelle il est possible d'influer, dans la recherche d'un investissement minimal pour des réalisations de qualité, est le choix d'une typologie architecturale adaptée aux territoires concernés.

Le point 2. est le résultat d'une combinaison d'éléments quantitatifs (faisabilité technique, durée de vie...) et qualitatifs (acceptation sociale, confort...). Les différents modèles proposés répondent aux mêmes critères quantitatifs. Par contre, il semble que certains modèles, quoique pertinents dans tous les contextes, soient trop connotés « rural » pour avoir une chance d'être réalisés en secteur urbain. Sur ce point, il est possible de faire varier le niveau de subvention proposé en lien avec le niveau de finition proposé.

Le point 3. a une grande influence sur le montant de la subvention à accorder.

Un complexe scolaire ne peut pas être complet sans un minimum de services appropriés, tel que bureau, sanitaires, eau pour les besoins d'hygiène, clôture dans certains contextes, etc.

Le niveau de prestation de ces services dépend des contextes (urbain, rural) et des services préexistants sur le site où la construction doit être réalisée (eau, assainissement, électricité...). Pour prendre cela en compte, différents niveaux de services ont été préconisés et décrits dans le chapitre précédant de ce rapport (II. Typologies constructives, Coûts et Impacts). Les choix ont été dictés par un souci de recherche d'économie et d'adaptation aux différents secteurs d'enclavement.

Du type de services fournis et de la nature de ces services découlent des variations importantes du coût total. Le type de services dépend des spécificités des territoires concernés (clôture, sanitaires à fosses à vidanger ou septiques en zones urbaines denses ; à contrario, pas de nécessité de clôture et de sanitaires à fosses septiques en zone rurale).

Enfin le point 4. est lié aux types de communautés qui seront impliquées dans les différents projets. En milieu urbain, les communautés bénéficiaires sont moins sujettes à répondre favorablement à des approches de construction avec apports de la communauté. L'habitude dans ces zones est plus d'appliquer des modes opératoires classiques. En milieu semi-urbain, rural et rural très enclavé, les approches communautaires peuvent plus facilement être mises en œuvre.

Tableaux des coûts (matériaux et main d'oeuvre) de réalisation pour un complexe de trois salles de classe attenantes, sans autres services :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$	17 777	17 820	16 013	26 399
T 02	BTCS	\$	21 115	24 088	28 794	61 358
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	23 730	24 195	25 935	45 390
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$	19 260	19 241	16 945	27 462
T 04	BTCS	\$	23 449	27 971	35 294	80 590

STRUCTURES PARAPLUIES REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé et blocs ciment	\$	25 432	29 978	39 122	72 661
T 09	Poteaux béton armé et briques cuites	\$	25 435	27 182	31 990	54 943
T 13	Poteaux béton armé et BTCS	\$	24 387	29 063	38 237	80 379
T 06	Poteaux bois et torchis	\$	18 016	17 697	16 353	26 974

Les valeurs sont données en US\$ et par secteur d'enclavement.

Les secteurs sont décrits dans ce même rapport, au chapitre II.1 p. 41, II.2 p. 103, ou II.3 p. 161). Ils sont définis par la difficulté croissante d'acheminer les matériaux de type ciment (matériau importé) de leur lieu d'approvisionnement initial dans le pays vers le site d'utilisation finale du produit.

Subvention associée par salle de classe :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			5 350	8 800
T 02	BTCS	\$	7 040	8 040		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	7 910	8 070		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			5 650	9 160
T 04	BTCS	\$	7 820	9 330		

STRUCTURES PARAPLUIES REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé et blocs ciment	\$	8 480	10 000		
T 09	Poteaux béton armé et briques cuites	\$	8 480	9 060		
T 13	Poteaux béton armé et BTCS	\$	8 130	9 690		
T 06	Poteaux bois et torchis	\$			5 450	8 990

La valeur de la subvention est évaluée afin de pouvoir mener à bien ce type de construction par secteur étudié.

Le modèle T-04, trop cher n'a pas été retenu dans la suite de l'étude.

Les modèles T-09 et T-13 sont des déclinaisons possibles du modèle T-07.

Tableaux des coûts (matériaux et main d'oeuvre) de réalisation pour une école complète : 6 salles de classe, bureau, services Haute Qualité en secteurs 1 et 2 et Services Basiques en secteurs 3 et 4 :

Les tableaux ci-après montrent les coûts associés à la réalisation de complexes scolaires complets disposant des types de services proposés pour les différents secteurs et modèles architecturaux étudiés :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			41 248	65 991
T 02	BTCS	\$	83 314	90 902		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	90 435	91 428		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			43 742	68 829
STRUCTURES PARAPLUIES REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé et blocs ciment	\$	92 545	103 480		
T 06	Poteaux bois et torchis	\$			41 952	67 256

Les valeurs sont données en US\$ et par secteur d'enclavement.

Subvention associée par salle de classe :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			6 900	11 000
T 02	BTCS	\$	13 900	15 150		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	15 100	15 250		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			7 300	11 500
STRUCTURES PARAPLUIES REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé et blocs ciment	\$	15 500	17 250		
T 06	Poteaux bois et torchis	\$			7 000	11 250

La valeur de la subvention est évaluée afin de pouvoir mener à bien ce type de construction par secteur étudié.

Tableaux des coûts (matériaux et main d'oeuvre) de réalisation pour une prestation minimale et pour une école sans clôture : 6 salles de classe, bureau, services Haute Qualité en secteurs 1 et 2 et Services Basiques en secteurs 3 et 4 :

Lors de la présentation intermédiaire des résultats de cette étude, il a été demandé aux consultants d'envisager de réduire les prestations offertes aux communautés bénéficiaires (les résultats de cet exercice apparaissent dans les études économiques de chaque typologie étudiée, voir chapitre précédent du présent rapport). Nous proposons ci-après une synthèse comparative des approches qui permettraient un montant minimal de subvention par salle de classe, tout en garantissant un investissement de qualité et une durée de vie de 30 ans.

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			19 500	29 730
T 02	BTCS	\$	41 160	46 580		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	47 960	47 160		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			25 890	36 645
STRUCTURES PARAPLUIES NON REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé	\$	34 221	37 335		
T 06	Poteaux bois	\$			23 090	33 210

Les valeurs sont données en US\$ et par secteur d'enclavement.

Subvention associée par salle de classe pour une prestation minimale et pour une école sans clôture :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			3 250	4 955
T 02	BTCS	\$	6 860	7 765		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	7 995	7 860		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			4 315	6 110
STRUCTURES PARAPLUIES NON REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé	\$	5 705	6 225		
T 06	Poteaux bois	\$			3 850	5 535

La valeur de la subvention est évaluée afin de pouvoir mener à bien ce type de construction par secteur étudié.

Subvention associée par salle de classe pour une prestation minimale et pour une école sans clôture, déduit de la participation communautaire potentielle avec services, sans bureau :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			2 380	3 940
T 02	BTCS	\$	5 025	5 825		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	5 700	5 700		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			2 700	4 285

STRUCTURES PARAPLUIES NON REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé	\$	4 325	4 810		
T 06	Poteaux bois	\$			2 760	4 405

La valeur de la subvention est évaluée afin de pouvoir mener à bien ce type de construction par secteur étudié.

Subvention associée par salle de classe pour une prestation minimale et pour une école sans clôture, déduit de la participation communautaire potentielle sans services, sans bureau :

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			1 960	3 520
T 02	BTCS	\$	3 735	4 535		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	4 410	4 410		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			2 280	3 865

STRUCTURES PARAPLUIES NON REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé	\$	3 035	3 520		
T 06	Poteaux bois	\$			2 340	3 985

La valeur de la subvention est évaluée afin de pouvoir mener à bien ce type de construction par secteur étudié.

Subvention associée par salle de classe pour une prestation minimale et pour une école sans clôture, déduit de la participation communautaire potentielle sans services, sans bureau, dont la durée de vie sera réduite à 15 ans au lieu de 30 ans minimum :

Pour répondre à une demande de réduction de coût supplémentaire, une étude a été menée pour étudier des modèles ayant une durée de vie de 10 à 15 ans. La durée de vie d'un bâtiment construit dans les règles de l'art étant essentiellement liée à la durée de vie de sa toiture, il est simplement proposé de diminuer la qualité du matériau de couverture (proposition d'utiliser des tôles BG32 en lieu et place des tôles BG28). Sauf en cas de contrainte absolu (incapacité de fournir des tôles de qualité dans des délais ou des coûts raisonnables), les consultants ne recommandent pas la mise en place de cette approche qui demande un investissement de la communauté équivalent à celui nécessaire pour la réalisation d'un bâtiment d'une durée de vie de 30 ans ou plus.

			Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4
MURS FINS PORTEURS						
T 01	Adobes	\$			1 250	2 100
T 02	BTCS	\$	3 215	3 935		
T 12	Briques cuites, mortier ciment	\$	3 890	3 810		
MURS ÉPAIS PORTEURS						
T 03	Adobe	\$			1 570	2 445

STRUCTURES PARAPLUIES NON REMPLIES						
T 07	Poteaux béton armé	\$	2 515	2 920		
T 06	Poteaux bois	\$			1 630	2 565

Approches de mise en oeuvre quant à l'allocation de subventions :

En prenant en compte les recommandations précédentes dans ce chapitre et en intégrant les éléments ci-dessus, plusieurs approches peuvent être étudiées :

Approche 1 (mode de mise en oeuvre classique) :
subvention identique à tous les secteurs géographiques

Pour la réalisation de 3 salles de classes sans aucun autre service :

En appliquant les recommandations techniques de l'étude, une subvention unique de 10 000 US\$ par salle de classe neuve à construire permettrait de couvrir l'ensemble des coûts des matériaux et de la main d'oeuvre nécessaires à la réalisation de complexes scolaires d'un minimum de trois salles de classes mais sans aucun service, ceci dans la grande majorité des secteurs géographiques du pays et en appliquant une approche classique de mise en oeuvre. Toutefois, des économies pourraient être réalisées en secteur 1 et 3 qui permettraient une marge de sécurité dans l'atteinte des objectifs quantitatifs fixés. La marge des entreprises et le coût de la maîtrise d'ouvrage viendraient en sus de ce montant.

Approche 2 (mode de mise en oeuvre classique) :
subvention différente entre secteurs 1 / 2 et secteurs 3 / 4

Pour la réalisation d'une école complète, 6 salles de classe / Bureau / Service Haute Qualité en secteurs 1 et 2 et Services Basiques en secteurs 3 et 4 :

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'oeuvre) de complexes scolaires disposant des services minimums reconnus comme indispensables pour ce type de bâtiment collectif, une subvention minimale de 11 500 US\$ est nécessaire en secteur 4. Ce montant est ramené à 7 500 US\$ en secteur 3. Il pourrait être proposé de fixer le montant de la subvention à une moyenne de 8 000 US\$ par école, et de sélectionner les sites de construction de façon à atteindre cette moyenne entre les réalisations faites en secteurs 3 et 4.

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'oeuvre) de complexes scolaires disposant de services minimum reconnus comme indispensables pour ce type de bâtiment collectif, une subvention minimale de 15 500 US\$ est nécessaire pour les secteurs 1 et 2. Une grande partie de cette subvention est liée à la réalisation d'une clôture définitive. Le coût de cette subvention peut être ramenée à 12 000 US\$ si la clôture est laissée à la charge de la communauté.

Approche 3 (mode de mise en oeuvre classique) :
subvention différente entre secteurs 1 / 2 et secteurs 3 / 4

Prestation minimale pour la réalisation d'une école sans clôture, 6 salles de classes / Bureau / Service Haute Qualité en secteurs 1 et 2 et Services Basique en secteurs 3 et 4 :

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'oeuvre) de complexes scolaires disposant des services minimums, une subvention minimale de 6 000 US\$ est nécessaire en secteur 4. Ce montant est ramené à 4 500 US\$ en secteur 3. Il pourrait être proposé de fixer le montant de la subvention à une moyenne de 5 500 US\$ par école, et de sélectionner les sites de construction de façon à avoir une équité entre les réalisations faites en secteurs 3 et 4.

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'oeuvre) de complexes scolaires disposant de services minimum reconnus comme indispensables pour ce type de bâtiment collectif, une subvention minimale de 8 000 US\$ est nécessaire en secteur 1 et 2.

Attention, dans cette proposition, les constructions remises aux populations ne comprendront pas les éléments suivants :

- Pour les systèmes constructifs à murs porteurs (T01, T02, T03, T12) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les dalles de sols intérieurs, les finitions des murs et menuiseries (portes et fenêtres).
- Pour les systèmes constructifs à ossature porteuse et murs de remplissage (T06, T07) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les murs de remplissage entre poteaux et menuiseries (portes et fenêtres), ainsi que les dalles de sols intérieurs.

Approche 4 (mode de mise en œuvre communautaire) :
subvention différente entre secteurs 1 / 2 et
secteurs 3 / 4

*Prestation minimale avec services, sans bureau,
comprenant la déduction de la participation
communautaire potentielle :*

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'œuvre) de complexes scolaires disposant des services minimums, une subvention minimale de 4 500 US\$ est nécessaire en secteur 4. Ce montant est ramené à 3 000 US\$ en secteur 3. Il pourrait être proposé de fixer le montant de la subvention à une moyenne de 3 750 US\$ par école, et de sélectionner les sites de construction de façon à avoir une équité entre les réalisations faites en secteurs 3 et 4.
- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'œuvre) de complexes scolaires disposant des services minimums reconnus comme indispensables pour ce type de bâtiment collectif, une subvention minimale de 6 000 US\$ est nécessaire en secteur 1 et 2. Compte tenu des spécificités des communautés en secteurs 1 et 2 (et comme expliqué plus haut), ce type de mode opératoire risque d'être assez difficile à mettre en place.

Attention, dans cette proposition, les constructions remises aux populations ne comprendront pas les éléments suivants :

- Pour les systèmes constructifs à murs porteurs (T01, T02, T03, T12) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les dalles de sols intérieurs, les finitions des murs et menuiseries (portes et fenêtres).
- Pour les systèmes constructifs à ossature porteuse et murs de remplissage (T06, T07) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les murs de remplissage entre poteaux et menuiseries (portes et fenêtres), ainsi que les dalles de sols intérieurs.

Approche 5 (mode de mise en œuvre communautaire) :

*Prestation minimale, sans services, sans bureau,
comprenant la déduction de la participation
communautaire potentielle :*

- Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'œuvre) de complexes scolaires disposant de services minimum, une subvention minimale de 4 000 US\$ est nécessaire en secteur 4. Ce montant est ramené à 2 500 US\$ en secteur 3. Il pourrait être proposé de fixer le montant de la subvention à une moyenne de 3 250 US\$ par école, et de sélectionner les sites de construction de façon à avoir une équité entre les réalisations faites en secteurs 3 et 4.

Pour permettre la réalisation (matériaux et main d'œuvre) de complexes scolaires disposant de services minimum, une subvention minimale de 4 500 US\$ est nécessaire en secteur 1 et 2 (réduit à 3 500 US\$ pour les sites où la construction en béton armé est possible).

Attention, dans cette proposition, les constructions remises aux populations ne comprendront pas les éléments suivants :

- Pour les systèmes constructifs à murs porteurs (T01, T02, T03, T12) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les dalles de sols intérieurs, les finitions des murs et menuiseries (portes et fenêtres).
- Pour les systèmes constructifs à ossature porteuse et murs de remplissage (T06, T07) : l'électricité, les faux-plafonds, l'estrade, les murs de remplissage entre poteaux et menuiseries (portes et fenêtres), ainsi que les dalles de sols intérieurs.