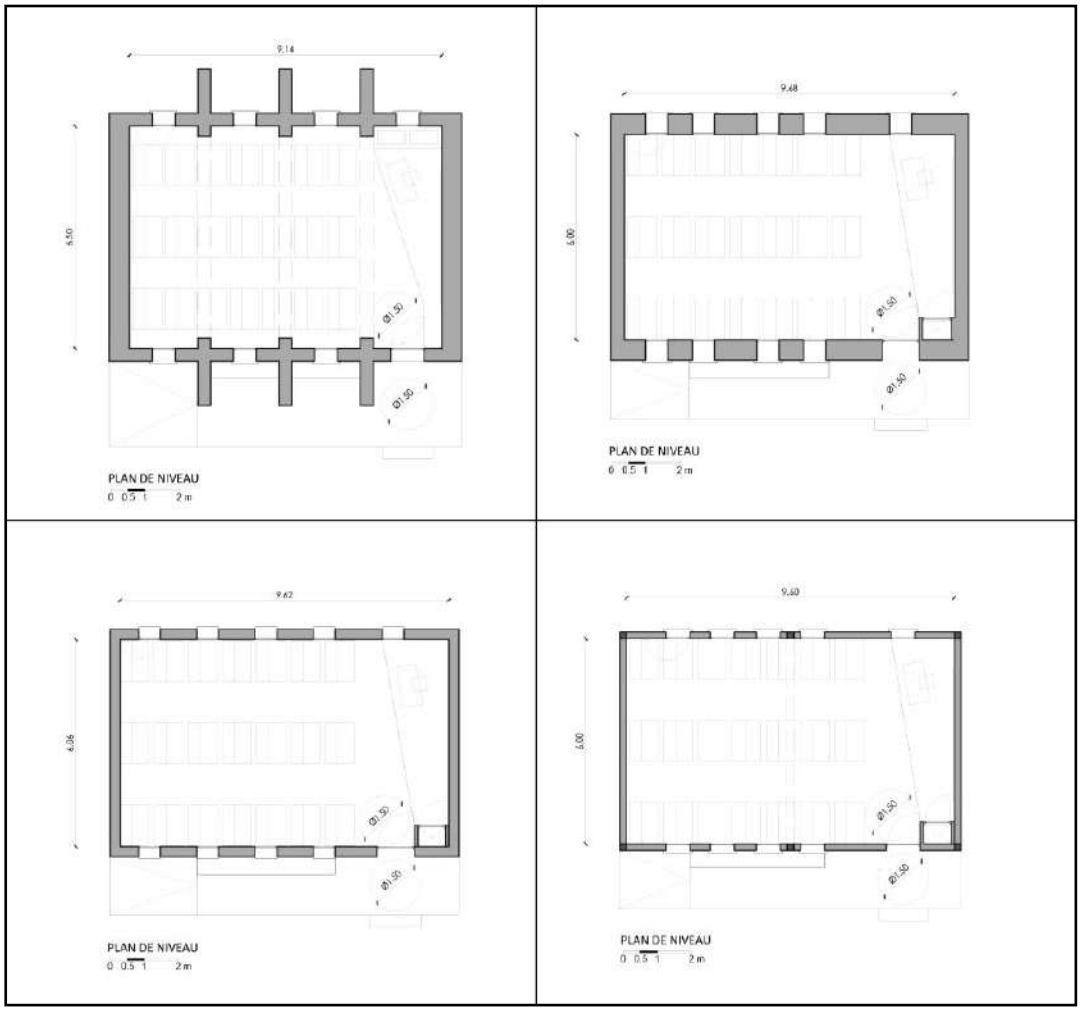
ÉTUDE COMPARATIVE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE ENTRE 4 MODÈLES DE SALLES DE CLASSE, MAURITANIE



Rédacteur : Mathieu Hardy
Juin 2022

SOMMAIRE

1 Préambule : contextualisation et stratégie du BIT 3
1.1 Les problématiques confrontées 3
1.2 Les enjeux auxquels répondre 4
1.3 La stratégie adoptée par le BIT 4

2 L'étude comparative en question 5
2.1 Contexte de production 5
2.2 Objectifs 5
2.3 Indicateurs de comparaison 5
2.4 Portée et perspectives 5
2.5 Méthodologie employée 7

3 Caractéristiques des 4 modèles 8
3.1 Modèle 1 : salle de classe « murs adobes crus + voûte nubienne adobes crus » 8
3.1.1 Aperçu technique 8
3.1.2 Bilans quantitatifs du Modèle 1 10
3.1.3 Photos 11
3.2 Modèle 2 : salle de classe « murs adobes crus + dalle béton » 12
3.2.1 Aperçu technique 12
3.2.2 Bilans quantitatifs du Modèle 2 14
3.2.3 Photos 15
3.3 Modèle 3 : salle de classe « murs BTC stabilisés + dalle béton » 16
3.3.1 Aperçu technique 16
3.3.2 Bilans quantitatifs du Modèle 3 18
3.4 Modèle 4 : salle de classe « murs agglos de ciment + dalle béton » 19
3.4.1 Aperçu technique 19
3.4.2 Bilans quantitatifs du Modèle 4 21

4 Résultats comparatifs 22
4.1 Principaux matériaux à forte empreinte carbone consommés 22
4.1.1 Ciment consommé 22
4.1.2 Fer à béton consommé 22
4.2 Retombées économiques locales directes 23
4.3 Compétitivité des modèles 23
4.4 Synthèse 24

5 Données prix 25

6 Plans complets des 4 modèles 26

1 Préambule : contextualisation et stratégie du BIT[1]

1.1 Les problématiques confrontées

> Les effets des changements climatiques

- Accroissement des évènements climatiques extrêmes : sècheresse et aridité ; pluies violentes et inondations…
- Baisse et irrégularité de la pluviométrie.
- Augmentation des températures extrêmes.
- Dégradation des conditions de vie des populations (en périodes chaudes particulièrement) et faible capacité d'adaptation et de résilience des populations vulnérables.

Le secteur du bâtiment mondial compte parmi les premiers contributeurs aux changements climatiques !

En Mauritanie, les 60 dernières années sont marquées par l'émergence de constructions modernes globalement inadaptées aux réalités climatiques de la Mauritanie. Directement inspirés de modèles occidentaux, tant en termes de matériaux utilisés que de systèmes constructifs et d'organisations spatiales, ces bâtiments se sont souvent posés en rupture avec les savoirs et pratiques vernaculaires et n'ont pas permis de réponses adaptées et durables.

> La fragilisation des écosystèmes et la dégradation des habitats traditionnels

- Écosystèmes fragilisés par la sécheresse et l'action de l'homme, en particulier la surexploitation des ressources ligneuses à des fins énergétiques (bois de chauffe) ou constructives.
- Habitats traditionnels perdant leurs qualités, notamment sur le plan du confort, sous l'effet combiné de la disparition des ressources ligneuses et de l'inadéquation des principaux matériaux industriels disponibles (cherté et mauvaises performances climatiques et environnementales).
- Les manages subissent de plus en plus durement les conditions climatiques locales : chaleur, froid, pluie, et vent.

> La précarisation des logements

- Forte croissance démographique + urbanisation galopante + pauvreté perdurant + fragilisation des écosystèmes = précarisation des logements.
- Un ménage mauritanien sur trois habite un logement précaire, milieux urbains et ruraux confondus.

[1] Pour approfondir cette thématique ici présentée de façon très succincte, voir l'étude « *Le secteur du bâtiment mauritanien : enjeux, orientations et potentiel de réforme - architectures et matériaux durables – formations adaptées et emplois décents* » OIT 2017. ISBN: 978-92-2-231296-2

> Le recul des savoir-faire constructifs et la faiblesse du système de formation

- Les nouveaux systèmes constructifs sont inadaptés au contexte de la Mauritanie et mal maîtrisés.

- L'offre de Formation Technique Professionnelle publique est structurellement et qualitativement insuffisante.

1.2 Les enjeux auxquels répondre

> Promouvoir de nouveaux modèles d'habitat durable afin de contribuer :

- À la lutte contre la précarisation des logements ;
- À l'adaptation aux effets des changements climatiques > amélioration de la santé et du bien-être des usagers ;
- À l'atténuation des effets des changements climatiques > réduction de la consommation d'énergie et de l'émission des gaz à effet de serre ;
- À la réduction de l'impact du secteur sur les écosystèmes.

> Renforcer/adapter l'offre de la Formation Technique Professionnelle.

> Rehausser la qualité des constructions par la réintroduction de bonnes pratiques constructives.

1.3 La stratégie adoptée par le BIT

> Développer et promouvoir de nouveaux modèles d'habitat durable sur des secteurs de base :

- Éducation : salles de classe
- Production : centre de transformation agroalimentaire
- Habitat individuel : logement populaire

> Intervenir prioritairement sur la filière « terre » préexistante afin de la renforcer.

> Recourir à la méthodologie « chantier école » afin de participer au renforcement/adaptation de l'offre de la Formation Technique Professionnelle (FTP) et à la rehausse de la qualité des constructions par la réintroduction de bonnes pratiques constructives.

2 L'étude comparative en question

2.1 Contexte de production

Cette étude intervient dans le cadre du PECOBAT, projet mené par le BIT en Mauritanie depuis 2015 et ayant alimenté/inspiré d'autres projets s'inscrivant dans sa continuité directe, notamment le projet USDOS mis en œuvre dans le Hodh Echargui.

Ces projets ont permis la conception puis la réalisation de nouveaux modèles d'infrastructures de base, sur les secteurs de l'éducation, agricole et du logement notamment. Le présent travail comparatif porte exclusivement sur les typologies développées sur le secteur de l'éducation employant la terre à bâtir comme matériau de construction, sous forme « crue » ou « stabilisée » selon les modèles, à savoir :

- Modèle 1 : salle de classe « murs adobes crus + voûte nubienne adobes crus »
- Modèle 2 : salle de classe « murs adobes crus + dalle béton »
- Modèle 3 : salle de classe « murs BTC stabilisées + dalle béton »

2.2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude est d'apporter des données solides et vérifiables, relatives aux principales caractéristiques techniques et de coûts des différentes typologies comparées ; puis de les compléter avec des données équivalentes pour un modèle que l'on nommera « tout béton » représentatif d'une pratique courante observée en Mauritanie, et plus largement en Afrique Sahélienne.

Les résultats permettent donc une comparaison entre quatre modèles de salles de classe référents :

- Les trois modèles innovants d'une part ;
- Le modèle « tout béton » d'autre part.

2.3 Indicateurs de comparaison

Les indicateurs de comparaison retenus dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- 1/ Consommation de matériaux à forte empreinte carbone (ciment et de fer à béton).
- 2/ Retombées économiques locales directes (main d'œuvre et matériaux locaux).
- 3/ Compétitivité des modèles.

2.4 Portée et perspectives

La présente étude porte exclusivement sur une comparaison des principales caractéristiques techniques et économiques des 4 modèles de salle de classe observés. Il sera pertinent de la prolonger dans un second temps par d'autres études complémentaires :

- 1/ Une étude du confort d'usage des différents modèles > mesures du comportement hygrothermique des modèles par instrumentation.

- 2/ Étude des impacts environnementaux des différents modèles > bilan carbone du cycle de vie complet de chaque modèle (phase chantier – phase utilisation – phase démolition).

Il est par ailleurs important de rappeler que la « valeur » d'un bâtiment se mesure à partir de critères divers :

- Sur le plan économique, le coût de construction doit être complété par les coûts d'exploitation (entretien préventif et correctif, énergie, etc.) et de démolition. Si les seconds sont généralement pris en compte lors d'un projet de remplacement et dès lors peu enclins au prévisionnel, les premiers sont quant à eux essentiels à la pérennité et à la sécurité des infrastructures et doivent dès lors être prévus par le/les propriétaires du bien immobilier. Un entretien préventif rigoureux permet de prévenir la dégradation d'un parc immobilier, et en corolaire de diminuer les besoins de travaux correctifs, pour in fine améliorer l'efficience économique du parc.

  Sur la question de l'entretien immobilier, il est utile de rappeler que les besoins ne sont à priori pas plus conséquents économiquement pour des bâtiments recourant à la terre comme matériau de construction que pour des bâtiments « conventionnels ». Sans entrer dans les détails du sujet, on peut émettre l'hypothèse qu'une budgétisation annuelle de 1 à 2% de la valeur du bâtiment ou du parc immobilier permettrait de couvrir l'essentiel des besoins d'entretien. Par contre, l'absence d'entretien aura des effets dégradants visibles souvent plus rapidement sur la terre. Mais le problème ne vient dès lors pas de la terre, mais bien de l'absence d'entretien. Cela soulève deux enjeux essentiels du contexte mauritanien : 1/ la nécessité de réduire les besoins d'entretiens des infrastructures construites avec la terre comme matériau de construction (solutions techniques antiérosives en particulier) ; 2/ la nécessité d'amener les propriétaires à prévoir et à mobiliser les budgets d'entretien nécessaires à la maintenance des infrastructures dont ils ont la charge.

- Sur le plan social, le confort d'usage est essentiel et constitue une valeur qu'il est nécessaire de revaloriser.

- Enfin sur le plan environnemental, l'impact des bâtiments doit être apprécié plus que jamais, les « empreintes carbone » les plus faibles devant être systématiquement recherchées.

Ainsi, si les investissements nécessaires à la construction et à l'exploitation de nouvelles infrastructures doivent être maîtrisés et la compétitivité recherchée, le recours à des modèles présentant des « empreintes carbone » trop élevés et offrant de mauvaises conditions d'utilisation (en termes de confort particulièrement) ne sauraient plus être justifié. Des alternatives doivent être recherchées, développées et promues.

2.5 Méthodologie employée

La méthodologie employée consiste en l'utilisation des outils classiques de description de projets techniques, en particulier la représentation graphique en plans et la description quantitative sous forme de déboursés par postes de travaux et de devis quantitatifs estimatifs intégrant les métrés des modèles.

Un travail d'enquête a permis de collecter les prix des matériaux et matériels nécessaires à la réalisation des ouvrages et de constituer une base de données appliquée équitablement aux quatre modèles.

Les résultats sont in fine tirés de l'analyse comparative des caractéristiques techniques, quantitatives et estimatives des quatre modèles étudiés.

L'ensemble de la démarche peut être décomposée selon les 6 étapes suivantes :

- Étape 1 : Identification et caractérisation des 4 modèles de salles de classe comparés.

- Étape 2 : Choix du site représentatif > Commune de Fassala, Hodh Echargui, Mauritanie. Choix opéré pour les raisons suivantes : un des marchés les plus éloignés de la capitale / trois des modèles comparés ont été construits sur la zone.

- Étape 3 : Constitution d'une base de données « prix matériaux » par enquête auprès de fournisseurs locaux.
  > Disponible en annexe

- Étape 4 : Description graphique et quantitative des 4 modèles de salles de classe comparés.
  > Plans complets disponibles en annexe ; Devis Quantitatifs Estimatifs (DQE) complets disponibles sous forme de fichiers indépendants.

- Étape 5 : Création des outils de déboursés permettant d'estimer les prix unitaires des principaux postes de travaux des différents modèles de salles de classe comparés. Dans le cadre de cette étude, les prix secs ont été systématiquement majorés de 30%, hypothèse jugée représentative d'un scénario « marché formel » impliquant une entreprise bâtiment et permettant de couvrir les frais et bénéfices de cette dernière. D'autres scénarios et hypothèses sont bien entendus possibles.
  > Les outils sont disponibles sous forme de fichiers indépendants.

- Étape 6 : Analyse des résultats et communication.

Remarque importante :

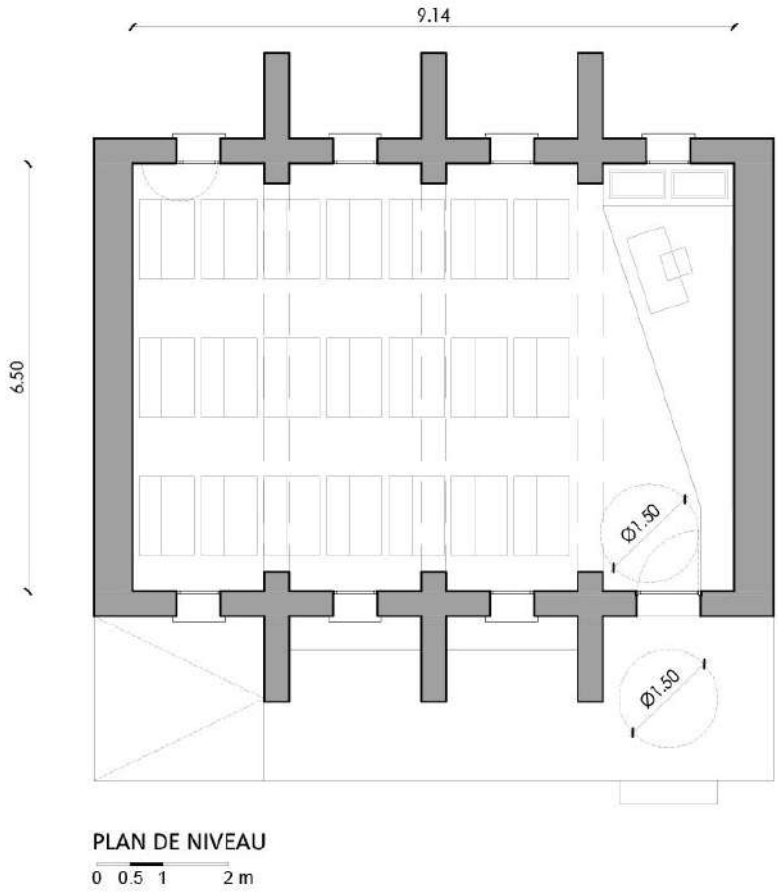
Les prix collectés au niveau de la Commune de Fassala sont représentatifs de cette zone de Mauritanie. Les outils de description quantitative produits/utilisés dans le cadre de cette étude peuvent être transposés à n'importe quel autre site de projet, tant en Mauritanie que dans d'autres pays de la bande sahélienne. Pour ce faire, il suffit de procéder en premier lieu à la collecte des prix locaux en utilisant la liste des matériaux disponible, puis de renseigner ces données dans les outils de déboursés, enfin de renseigner les prix unitaires au niveau des Devis Quantitatifs Estimatifs (DQE).

3 Caractéristiques des 4 modèles[2]

3.1 Modèle 1 : salle de classe « murs adobes crus + voûte nubienne adobes crus »

3.1.1 Aperçu technique

Ce modèle est le dernier à avoir été développé par le BIT en Mauritanie dans le cadre du projet USDOS. Sa conception repose sur le concept technique Voûte Nubienne (promue en Afrique Sahélienne par l'Association la Voûte Nubienne). Le lycée de Fassala, construit dans le Hodh Echargui en 2021-2022, est la première infrastructure à utiliser ce modèle qui a vocation à être répliqué.



> Murs porteurs pleins de 38 et 59 cm

> Terre crue (non stabilisée)

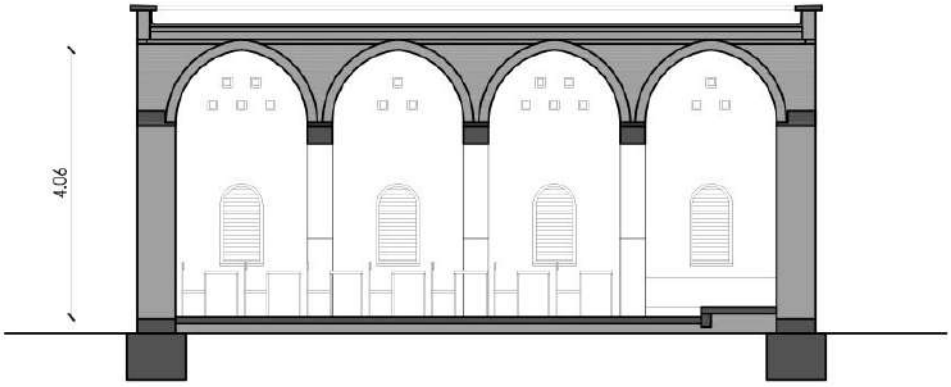
> Surface utile : 58,7 m2

> Hauteur du bâtiment : 5 m

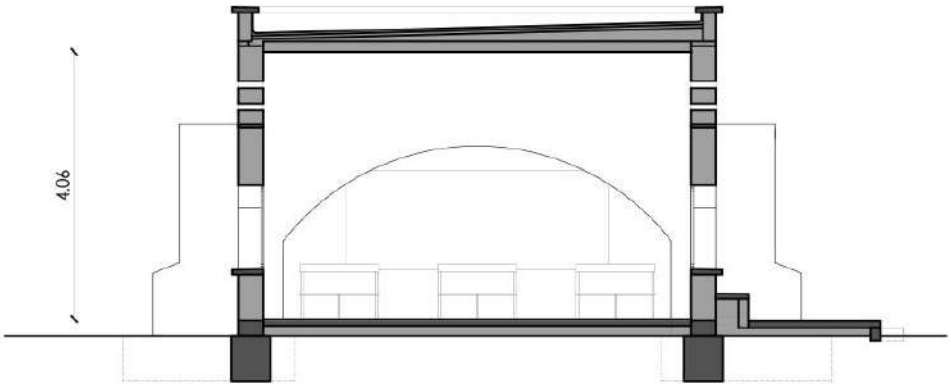
Principe constructif : empilement d'ouvrages porteurs > semelles filantes en béton cyclopéen – soubassements filants en béton – murs porteurs en adobe de 38 et 59 cm d'épaisseur – arcades porteuses et contreforts de 38 cm d'épaisseur – chaînage haut – voûtes nubiennes mises en charge.

[2] Les plans complets et détaillés de chaque modèle sont consultables en annexe.

Particularité technique notable : en réponse à l'utilisation de toitures en voûte nubienne ayant des portées limitées, l'utilisation d'arcades porteuses maçonnées de grande portée permet d'associer quatre voûtes ouvertes les unes sur les autres. Mais ce système implique une hauteur de bâtiment de 25% plus importante (5 m) que pour les trois autres modèles étudiés (4 m) qui utilisent des toitures de type dalle béton.



COUPE LONGITUDINALE
0 0.5 1 2 m

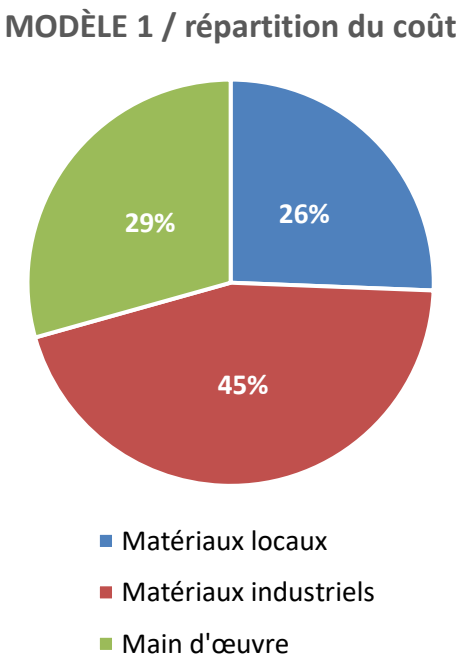


COUPE TRANSVERSALE
0 0.5 1 2 m

Lot terre : L'adobe et son mortier de pose sont les matériaux « terre crue » utilisés pour réalisés les murs et les voûtes de ce modèle. L'adobe est une brique confectionnée à partir de terre à bâtir travaillée à l'état plastique (+/- 30% de teneur en eau) et simplement moulée et séchée au soleil ; le mortier de pose est de constitution identique aux adobes. Les argiles sont les seuls liants présents dans ces matériaux transformés (pas de ciment ou de chaux), permettant le réemploi de la terre sans restriction après démolition.

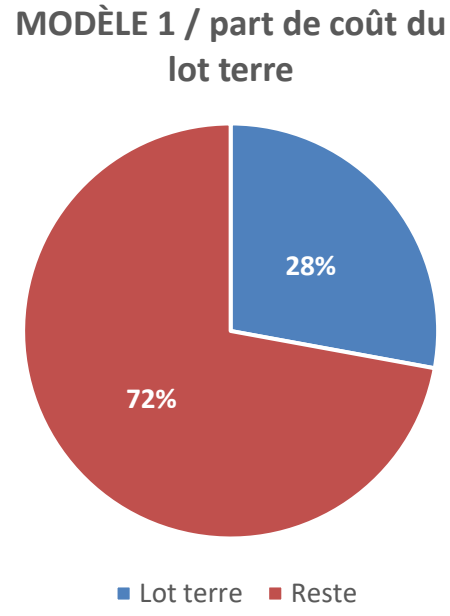
3.1.2 Bilans quantitatifs du Modèle 1

Principales données de coût du Modèle 1 - MRU -	
Désignation	**Total**
Total bâtiment	634 905,28
Matériaux locaux	162 601,24
Matériaux industriels	285 972,77
Total main d'œuvre	186 331,27
Prix du m2 utile	10 806,90



Fer et ciment dans le Modèle 1 - Tonne -	
Désignation	**Total**
Ciment	13,02
Fer à béton	0,56

Matériaux locaux dans le Modèle 1 - m3 -	
Désignation	**Total**
Pierre	18,38
Gravier	32,11
Sable	34,41
Terre	173,41
Eau	84,50



3.1.3 Photos





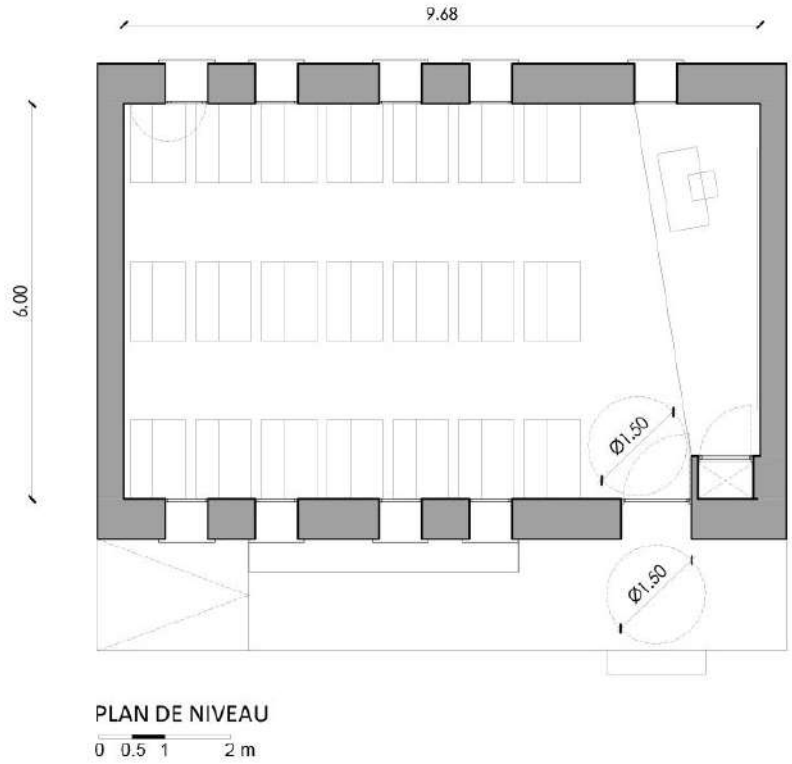


> Photos Mathieu Hardy

3.2 Modèle 2 : salle de classe « murs adobes crus + dalle béton »

3.2.1 Aperçu technique

Ce modèle est le premier à avoir été développé par le BIT en Mauritanie, d'abord dans le cadre du PECOBAT, puis dans le cadre d'USDOS. En avril 2022, 7 infrastructures de base recourant à ce modèle de salle de classe avaient été construites en Mauritanie : 1 école primaire et 1 collège dans le Gorgol ; 1 école primaire et 1 collège dans le Guidimakha ; 2 collèges dans l'Assaba ; 1 extension d'école primaire dans le hodh Echargui.



> Murs porteurs pleins de 38 et 59 cm

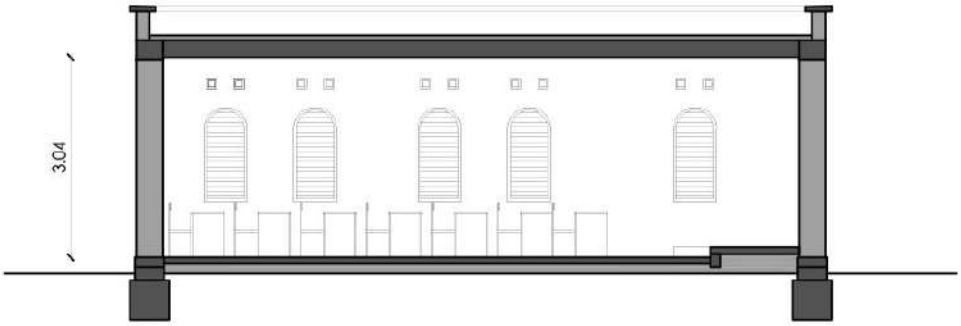
> Terre crue (non stabilisée)

> Surface utile : 58,1 m2

> Hauteur du bâtiment : 4 m

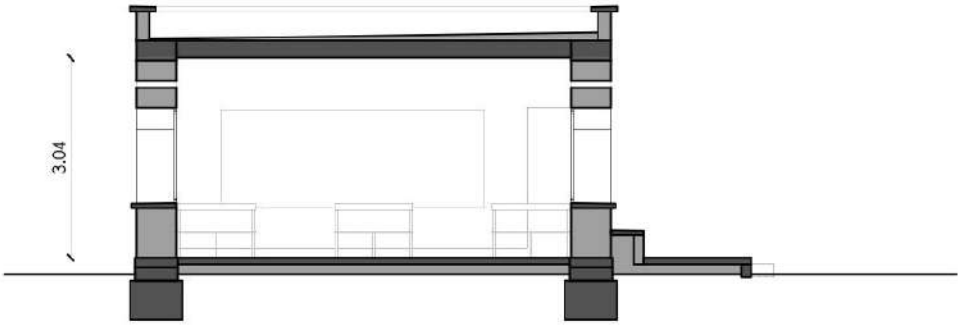
Principe constructif : consiste en un empilement d'ouvrages porteurs > semelles filantes en béton cyclopéen – soubassements filants en béton – murs porteurs en adobe de 38 et 59 cm d'épaisseur – chaînage haut + dalle en béton.

Lot terre : L'adobe et son mortier de pose sont les matériaux « terre crue » utilisés pour réalisés les murs de ce modèle. L'adobe est une brique confectionnée à partir de terre à bâtir travaillée à l'état plastique (+/- 30% de teneur en eau) et simplement moulée et séchée au soleil ; le mortier de pose est de constitution identique aux adobes. Les argiles sont les seuls liants présents dans ces matériaux transformés (pas de ciment ou de chaux), permettant le réemploi de la terre sans restriction après démolition.



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m

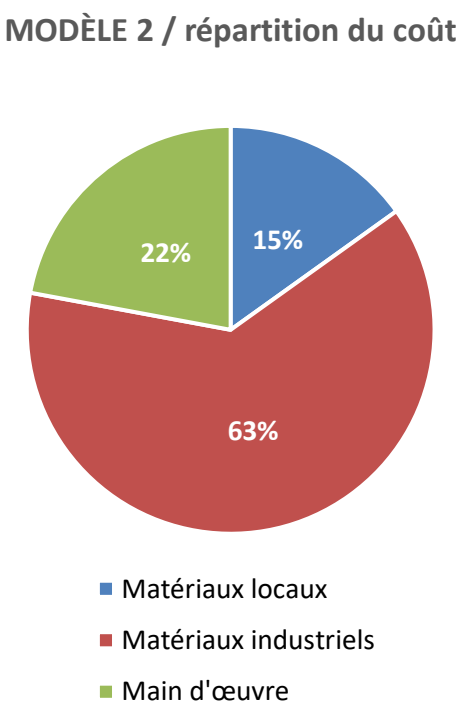


COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

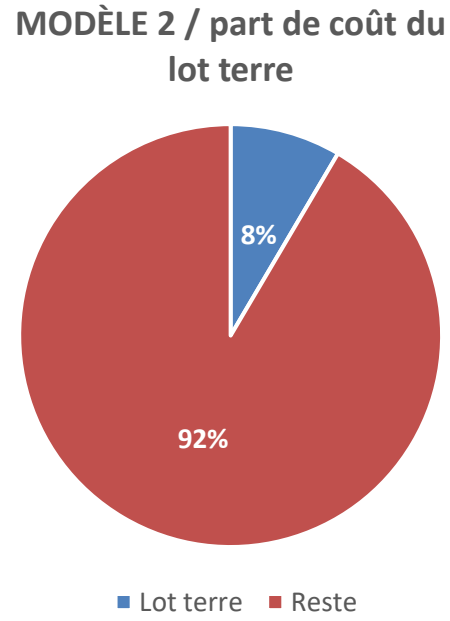
3.2.2 Bilans quantitatifs du Modèle 2

Principales données de coût du Modèle 2 - MRU -	
Désignation	**Total**
Total bâtiment	592 813,45
Matériaux locaux	89 950,40
Matériaux industriels	373 842,65
Total main d'œuvre	130 020,40
Prix du m2 utile	10 220,54



Fer et ciment dans le Modèle 2 - Tonne -	
Désignation	**Total**
Ciment	15,96
Fer à béton	1,63

Matériaux locaux dans le Modèle 2 - m3 -	
Désignation	**Total**
Pierre	12,02
Gravier	29,31
Sable	31,77
Terre	60,37
Eau	35,04



3.2.3 Photos





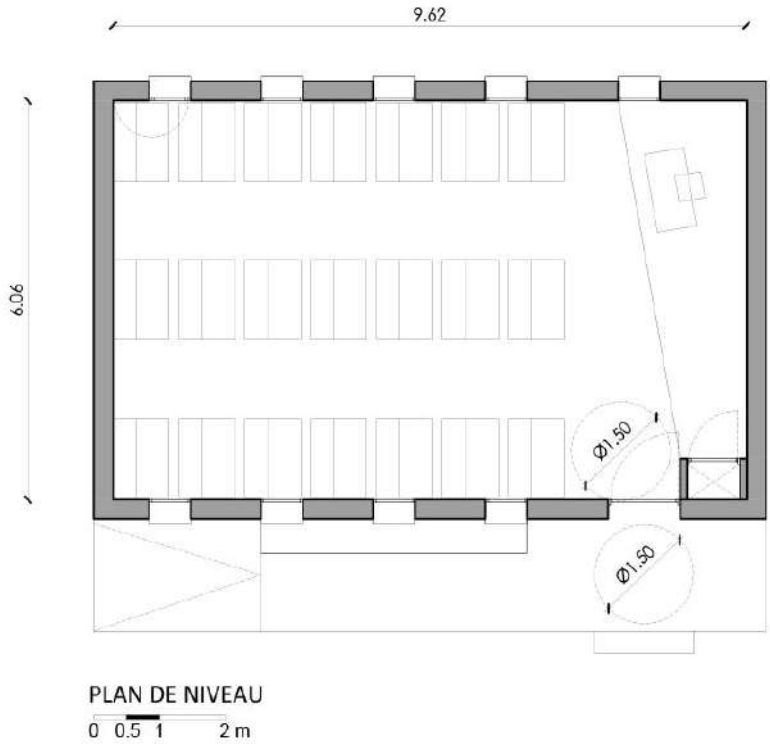


> Photos Alfredo Caliz

3.3 Modèle 3 : salle de classe « murs BTC stabilisés + dalle béton »

3.3.1 Aperçu technique

Ce modèle est une variante du modèle 2, le principe d'empilement d'ouvrages porteurs permettant des alternatives de murs : adobe – BTC – pisé – ou encore pierre. Il n'a pas été construit en Mauritanie pour le moment, mais le modèle est ici décrit et permet donc la comparaison recherchée.



> Murs porteurs pleins de 30 cm

> Terre stabilisée à 5% de ciment

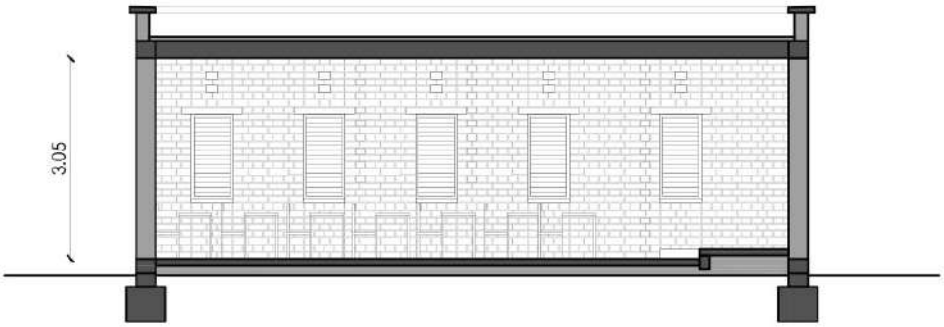
> Surface utile : 58,4 m2

> Hauteur du bâtiment : 4 m

Principe constructif : empilement d'ouvrages porteurs > semelles filantes en béton cyclopéen – soubassements filants en béton – murs porteurs en Briques de Terre Compressée stabilisées au ciment de 30 cm d'épaisseur – chaînage haut + dalle en béton.

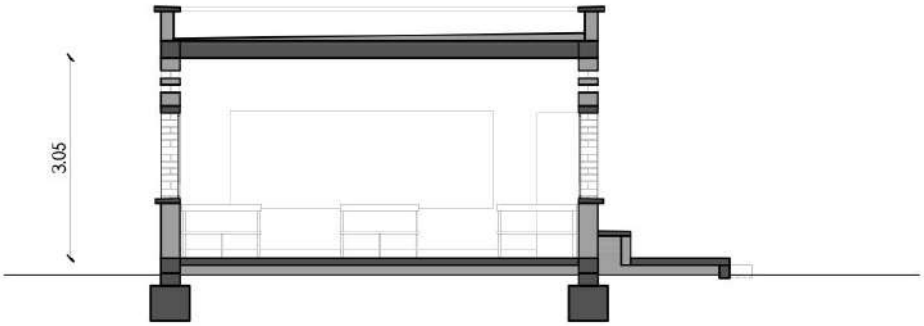
Lot terre : *La brique de terre compressée stabilisée et le mortier stabilisé sont les matériaux « terre stabilisée » utilisés pour la réalisation des murs de ce modèle. Les BTC sont de type BTCs/CEM 5%, ce qui signifie Brique de Terre Compressée stabilisée avec 5% de ciment CEM[3] ; le mortier de pose est constitué de la même terre que celle employée pour les BTCs, et est stabilisé avec 8% de ciment (dosage des briques x1,5). La présence de ciment dans ces matériaux signifie notamment qu'en fin de vie, les terres résultant de la démolition des ouvrages ne pourront pas être réemployées ; la réversibilité de la terre crue est ici perdue définitivement.*

[3] Terminologie donnée par le « *Lexique de la construction en terre crue et en terre stabilisée* », AsTerre, 2021.



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m

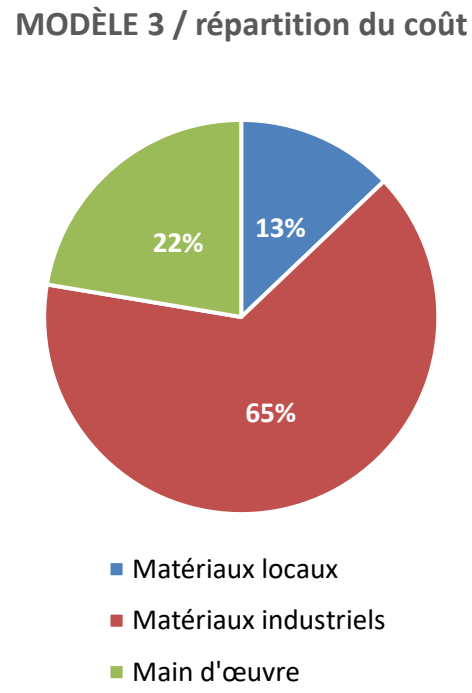


COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

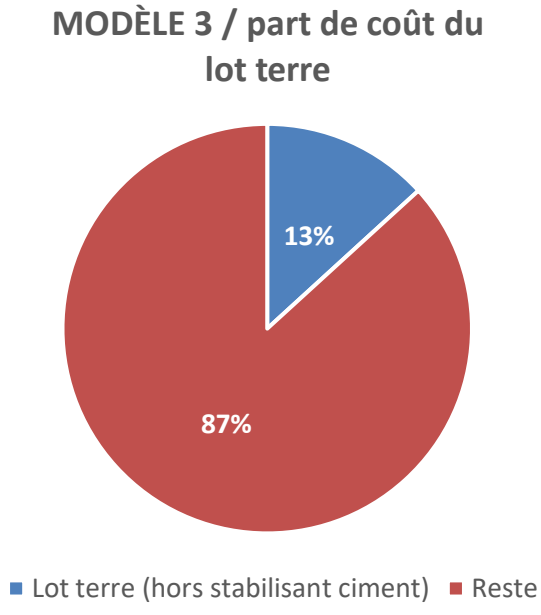
3.3.2 Bilans quantitatifs du Modèle 3

Principales données de coût du Modèle 3 - MRU -	
Désignation	**Total**
Total bâtiment	552 537,53
Matériaux locaux	71 799,82
Matériaux industriels	357 255,21
Total main d'œuvre	123 527,27
Prix du m2 utile	9 461,26



Fer et ciment dans le Modèle 3 - Tonne -	
Désignation	**Total**
Ciment	16,96
Fer à béton	1,52

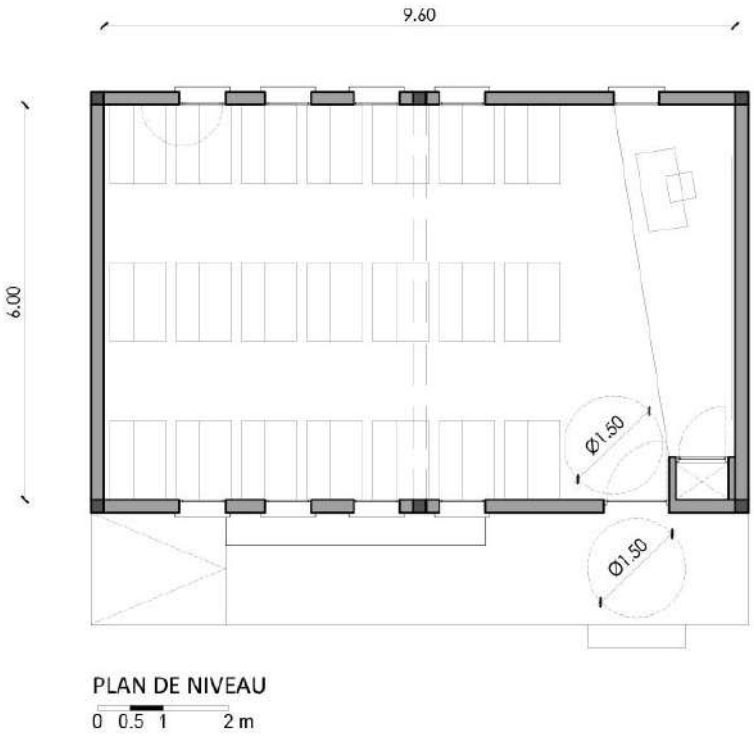
Matériaux locaux dans le Modèle 3 - m3 -	
Désignation	**Total**
Pierre	9,03
Gravier	25,22
Sable	23,21
Terre	44,52
Eau	37,19



3.4 Modèle 4 : salle de classe « murs agglos de ciment + dalle béton »

3.4.1 Aperçu technique

Ce modèle est le contre-exemple « non durable » de l'étude, représentatif d'une des pratiques les plus courantes de construction de salles de classe en Mauritanie, et plus largement au Sahel.



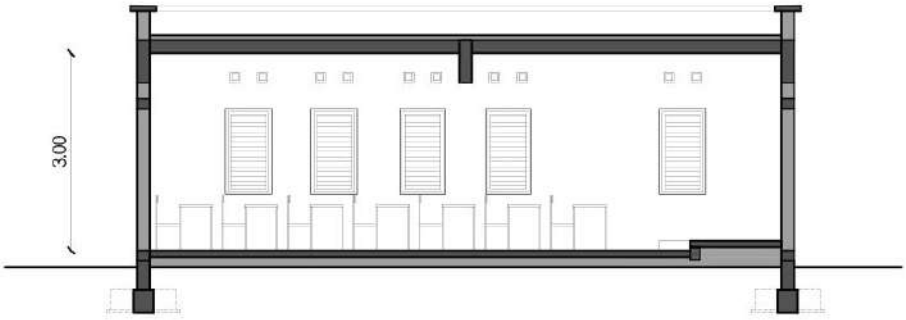
> Murs non porteurs creux de 20 cm

> Surface utile : 57,6 m2

> Hauteur du bâtiment : 4 m

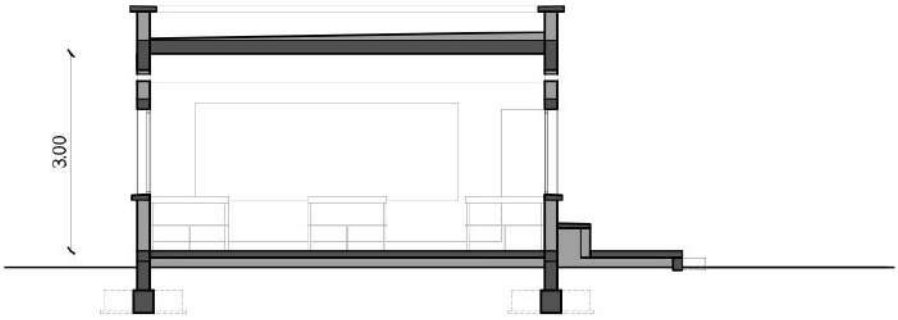
Principe constructif : consiste en un système « semelles isolées – poteaux – poutres – dalle béton armé » avec murs de remplissage de 20 cm d'épaisseur maçonnés en blocs d'agglos creux de ciment. La terre crue est donc totalement absente de ce modèle.

Particularité technique notable : les murs de ce modèle se distinguent très nettement de ceux des autres modèles. Ce sont les seuls à être non porteurs et creux, avec une épaisseur de 30 à 60% inférieure et, de fait, une inertie et un comportement hygrothermique présumés bien moins efficaces.



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m



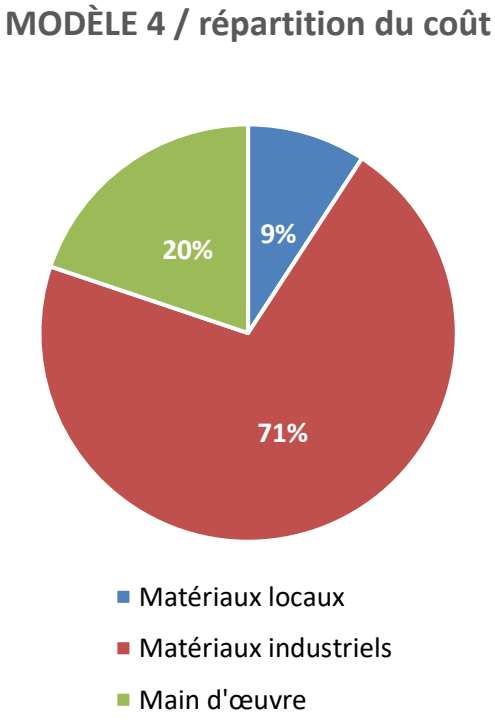
COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

NB : *Un autre modèle proche techniquement emploie les mêmes ouvrages de sous-œuvre et d'élévations, mais remplace la dalle de plancher haut par une toiture légère de type charpente + couverture acier. Ce modèle n'est pas pris en compte dans le cadre de cette étude comparative car son système de toiture n'est pas comparable avec ceux des autres modèles étudiés.*

3.4.2 Bilans quantitatifs du Modèle 4

Principales données de coût du Modèle 4 - MRU -	
Désignation	**Total**
Total bâtiment	539 674,59
Matériaux locaux	49 695,39
Matériaux industriels	381 883,31
Total main d'œuvre	108 095,89
Prix du m2 utile	9 369,35



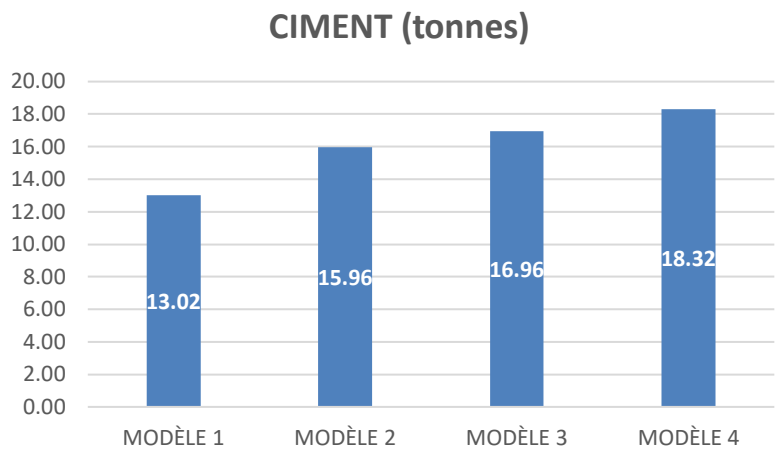
Fer et ciment dans le Modèle 4 - Tonne -	
Désignation	**Total**
Ciment	18,32
Fer à béton	1,61

Matériaux locaux dans le Modèle 4 - m3 -	
Désignation	**Total**
Pierre	1,98
Gravier	33,84
Sable	37,50
Terre (remblais)	3,28
Eau	10,16

4 Résultats comparatifs

4.1 Principaux matériaux à forte empreinte carbone consommés

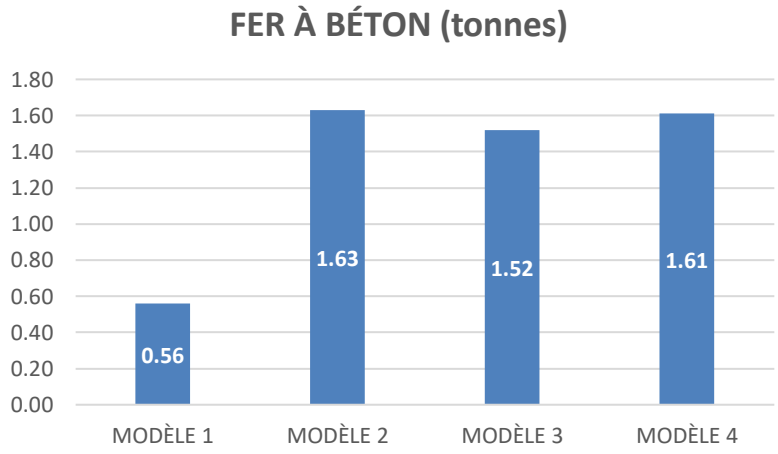
4.1.1 Ciment consommé



> Le Modèle 1 (VN) permet une économie d'environ 6 tonnes par rapport au modèle 4.

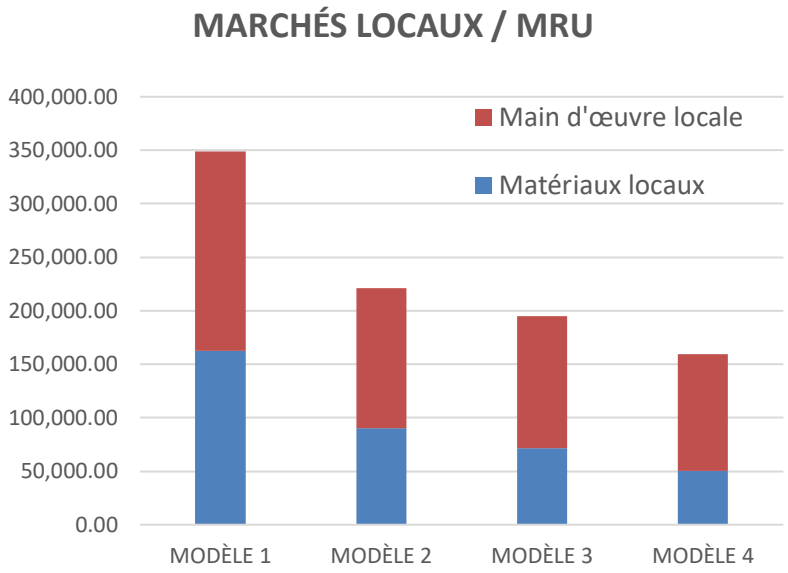
> Les modèles 2 et 3 permettent une économie d'environ 2 tonnes par rapport aux modèle 4.

4.1.2 Fer à béton consommé



> Le Modèle 1 (VN) est le seul à permettre une réelle économie sur le fer à béton ; soit environ moins 65% par rapport au modèle 4.

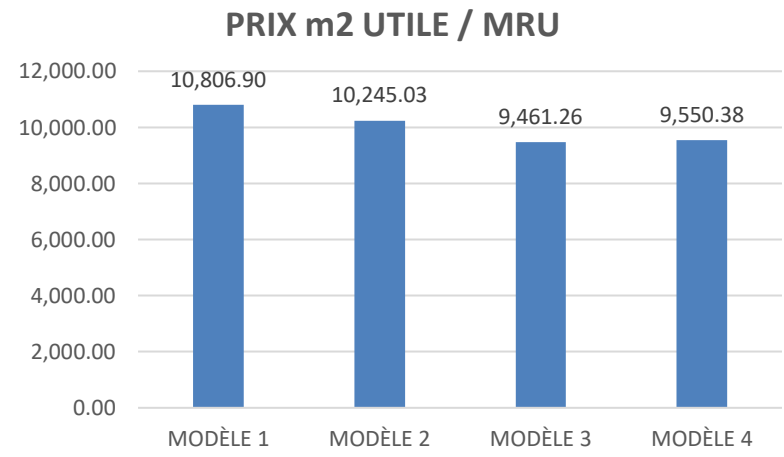
4.2 Retombées économiques locales directes



> Plus les solutions techniques valorisent les ressources locales et plus les retombées économiques locales sont importantes. Le Modèle 1 (VN), avec 348.932,51 MRU de marchés locaux « matériaux et main d'œuvre), premet 118 % de retombées économiques locales directes supplémentaires comparativement au Modèle 4 (159.664,50 MRU).

> Retenons également que les solutions techniques qui valorisent le plus les ressources locales sont aussi celles qui offrent le plus de possibilités de réduction des coûts numéraires par l'implication directe des bénéficiaires sur les principales tâches ne requérant pas de qualification particulière, notamment l'approvisionnement des matériaux locaux et le manœuvrage.

4.3 Compétitivité des modèles



> Le Modèle 1 (VN) reviens 11% plus cher que le Modèle 4.

> Cet écart reste raisonnable et doit être pondéré au regard des particularités des modèles, en particulier la hauteur plus importante du Modèle 1 (+25%) et la nature des murs du Modèle 4 (non porteurs creux). Cela permet de considérer que les modèles innovants sont effectivement compétitifs.

4.4 Synthèse

DÉSIGNATION	MODÈLE 1	MODÈLE 2	MODÈLE 3	MODÈLE 4
Le moins cher	4ème plus 11 % par rapport au modèle 4	3ème	2nd	1er
Le plus de retombées économiques locales directes	1er plus 121 % par rapport au Modèle 4	2nd	3ème	4ème
Le moins de matériaux industriels	1er moins 27 % par rapport au Modèle 4	3ème	2nd	4ème
Le moins de ciment	1er moins 32 % par rapport au Modèle 4	2nd	3ème	4ème
Le moins de fer à béton	1er moins 65 % par rapport au Modèle 4	4ème	2nd	3ème

Remarques importantes :

Le Modèle 4 « tout béton » utilise des murs creux non porteurs très peu performants (hygrométrie, inertie) comparativement aux murs des 3 autres modèles. L'amélioration de la performance du Modèle 4 (doublage des murs par exemple) supposerait une augmentation significative de la consommation de ciment et de fer d'une part, du prix du m2 utile d'autre part.

Par ailleurs, le Modèle 1 (VN) est le plus cher, mais sa hauteur est aussi 25% plus importante que celle des autres modèles. À hauteur équivalente, il serait donc finalement le moins cher.

Enfin, il faut rappeler que les salles de classe sont des bâtiments relativement « atypiques » sur le plan structurel, sachant que la largeur des salles fait à minima 6m (ce qui n'est pas représentatif de l'habitat « courant » mauritanien, et plus largement sahélien). Tenant compte de ce constat, cette étude comparative technique et économique a été prolongée par un second volet portant quant à lui sur une typologie de bâtiment de taille standard représentative des pratiques constructives dominantes en Mauritanie.

5 Données prix

Données prix

Au 23.03.2022

Projet : Etude comparative technique et économique

Porteur de projet : BIT

Localité référente : Fassala

Ud	DESCRIPTION	PRIX UNITAIRES	REMARQUES
	MATÉRIAUX LOCAUX		
m3	Pierre 10-15 cm ou 15-30 cm	1 285,00	*Picup 1,4 m3 = 1.800 MRU*
m3	Terre foisonnée d'apport pour mortier et briques	358,00	*Picup 1,4 m3 = 500 MRU*
m3	Eau snde	25,00	*tarif national*
m3	Eau bâche	250,00	*Bâche de 3m3 = 750 MRU*
m3	Sable 0-2 ou 0-4	250,00	*Picup 1,4 m3 = 350 MRU*
m3	Gravier 5-15 ou 15-30 mm	715,00	*Picup 1,4 m3 = 1.000 MRU*

Ud	DESCRIPTION	PRIX UNITAIRES	REMARQUES
	MATÉRIAUX INDUSTRIELS		
tonne	Ciment 42.5	7 500,00	Prix quincaillerie locale - non livré
tonne	Ciment 32.5	7 000,00	Prix quincaillerie locale - non livré
tonne	Ciment blanc (vendu en sacs de 25 kg)	29 000,00	Prix quincaillerie locale - non livré
kg	Pigment ocre	70,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	SIKA hydrofuge liquide - bidon 5 l	900,00	Achat Nouakchott - livré
u	Bitume en "pains" de 17 kg	1 600,00	Achat Nouakchott SIRCOMA - livré
u	Film polyane 150 microns - rouleaux double largeur 200 ml x 1,40 ml	4 000,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Impreméabilisation monocouche autoprotégée ALPAL rouleau 10x1 ml	1 800,00	Achat Nouakchott - non livré
u	Grillage - Rouleaux de 25 ml x 1,5 ml	1 650,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Chaux Seaux 20 kg	350,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Peinture à l'eau - Seaux 30 kg	1 200,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Peinture à l'huile - Seaux 10 kg	800,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Peinture antirouille - Seaux 5 kg	550,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Peinture ardoisine - Seaux 5 kg	750,00	Prix quincaillerie locale - non livré
l	Huile de vidange morte	2,50	Produit déchet / paiement service
l	Pétrole	90,00	Prix kaedi - vérifier
u	Tube rectangle 80x40x3 - barre 5m80	2 400,00	Achat Nouakchott - non livré
u	Tube carré 40x40x3 - barre 5m80	1 000,00	Achat Nouakchott - non livré
u	Tôle noire 10/10 - 200x100	950,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Tôle galva 12/10 - 200x100	1 600,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Fer plat 30x3 - barre 5m80	200,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Lames persiennes - barre 5m80	450,00	Achat Nouakchott - non livré
kg	Fer à béton diamètre 6	34,50	Prix quincaillerie locale - non livré / paquet = 60 kg
kg	Fer à béton diamètre 8	48,50	Prix quincaillerie locale - non livré / paquet = 100 kg
kg	Fer à béton diamètre 10	48,50	Prix quincaillerie locale - non livré / paquet = 100 kg
kg	Fer à béton diamètre 12	48,00	Prix quincaillerie locale - non livré / paquet = 100 kg
kg	Fils d'attache	100,00	Prix quincaillerie locale - non livré
kg	Pointes / Clous d'acier	100,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Planches 1T longueur 4 m ep. 4 cm	160,00	Achat Nouakchott - livré
u	Contraplaqué 2,44x1,22 ep. 4 mm	400,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Chevron longueur 4 m section 8x8 cm	200,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Gabaris métalique arcade (modèle 1 VN)	16 000,00	Prix confection Nouakchott - non livré
u	Étais - location à la journée	10,00	Prix local
ml	Gaine tube orange	13,00	Prix quincaillerie locale - non livré
ml	Câble électrique 1.5 trois fil avec terre	30,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Réglette néon 60 cm	350,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Hublot étanche	450,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Interrupteur encastré SA blanc	30,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Prise électrique 16A 2P+T	30,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Coffret modulaire 1 rangée	500,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	DDR 15/45A - 500 mA	1 250,00	Achat Nouakchott - non livré
u	DDR 40A - 30 mA	1 600,00	Achat Nouakchott - non livré
u	Modulaire 16A	200,00	Prix quincaillerie locale - non livré
u	Piquet de terre	600,00	Achat Nouakchott - non livré
u	Brasseur	1 500,00	Prix quincaillerie locale - non livré

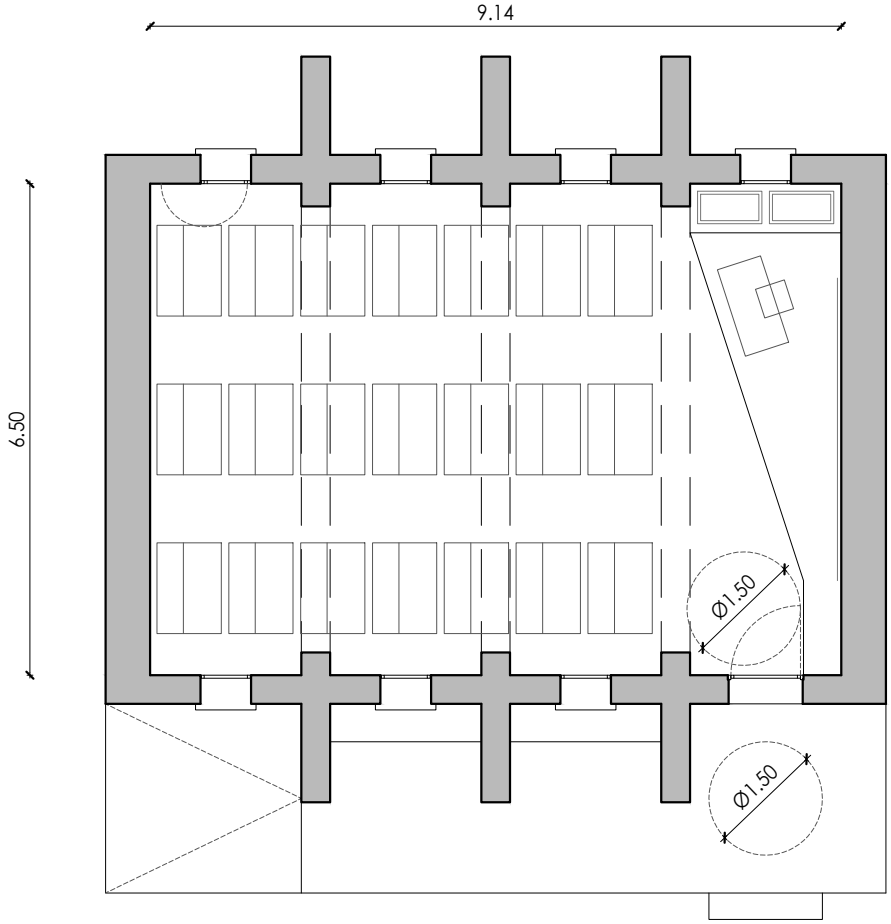
6 Plans complets des 4 modèles

PLANS COMPLETS DES 4 MODÈLES

SALLE DE CLASSE MODÈLE 1 / MURS ADOBES + VOÛTE NUBIENNE ADOBES

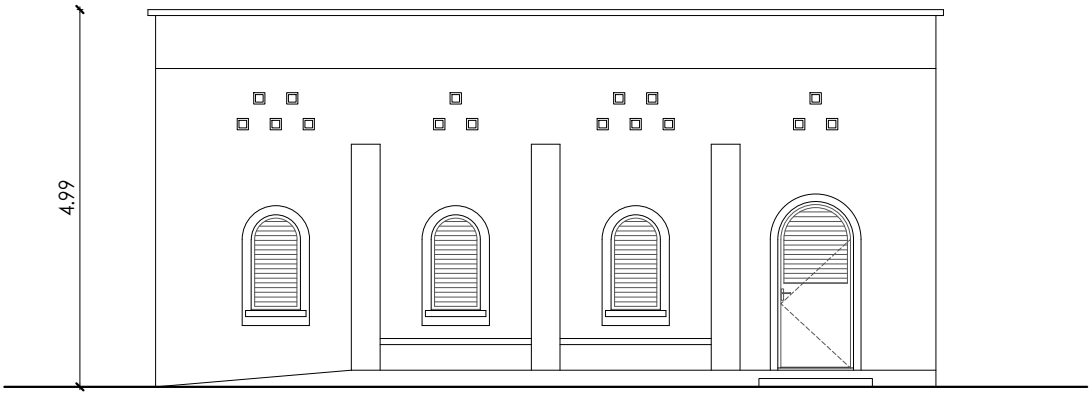
bloc 1 salle de classe (58,7 m2 habitables ; 9,14 m x 6,50 m x 4,06 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : Murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : voûte nubienne



PLAN DE NIVEAU

0 0.5 1 2 m



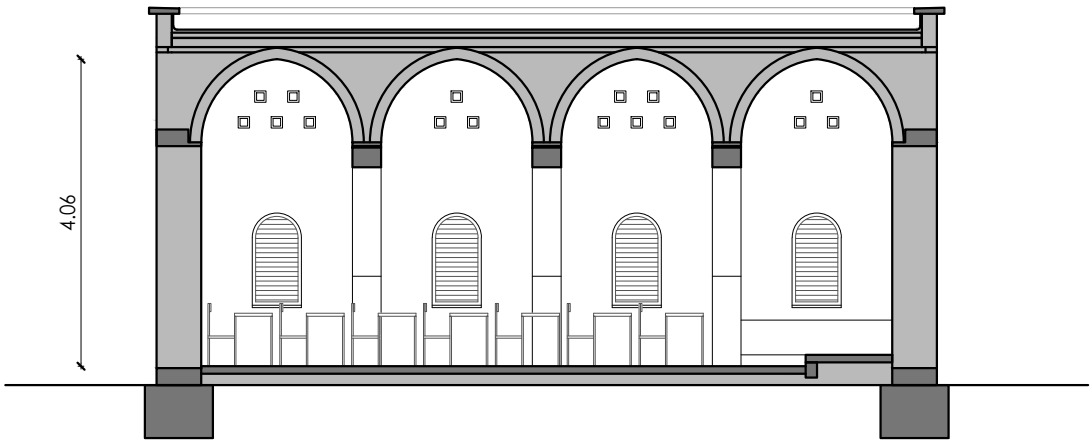
FAÇADE PRINCIPALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 1 / MURS ADOBES + VOÛTE NUBIENNE ADOBES

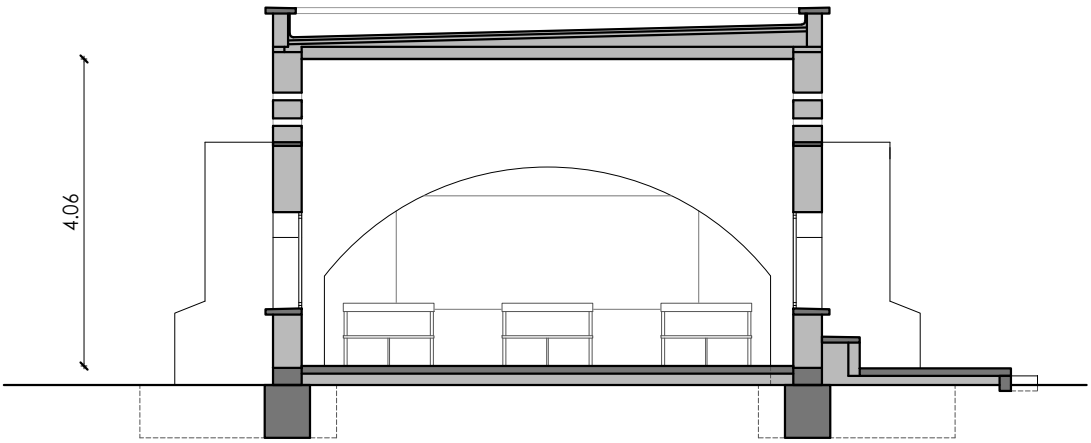
bloc 1 salle de classe (58,7 m2 habitables ; 9,14 m x 6,50 m x 4,06 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : Murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : voûte nubienne



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m



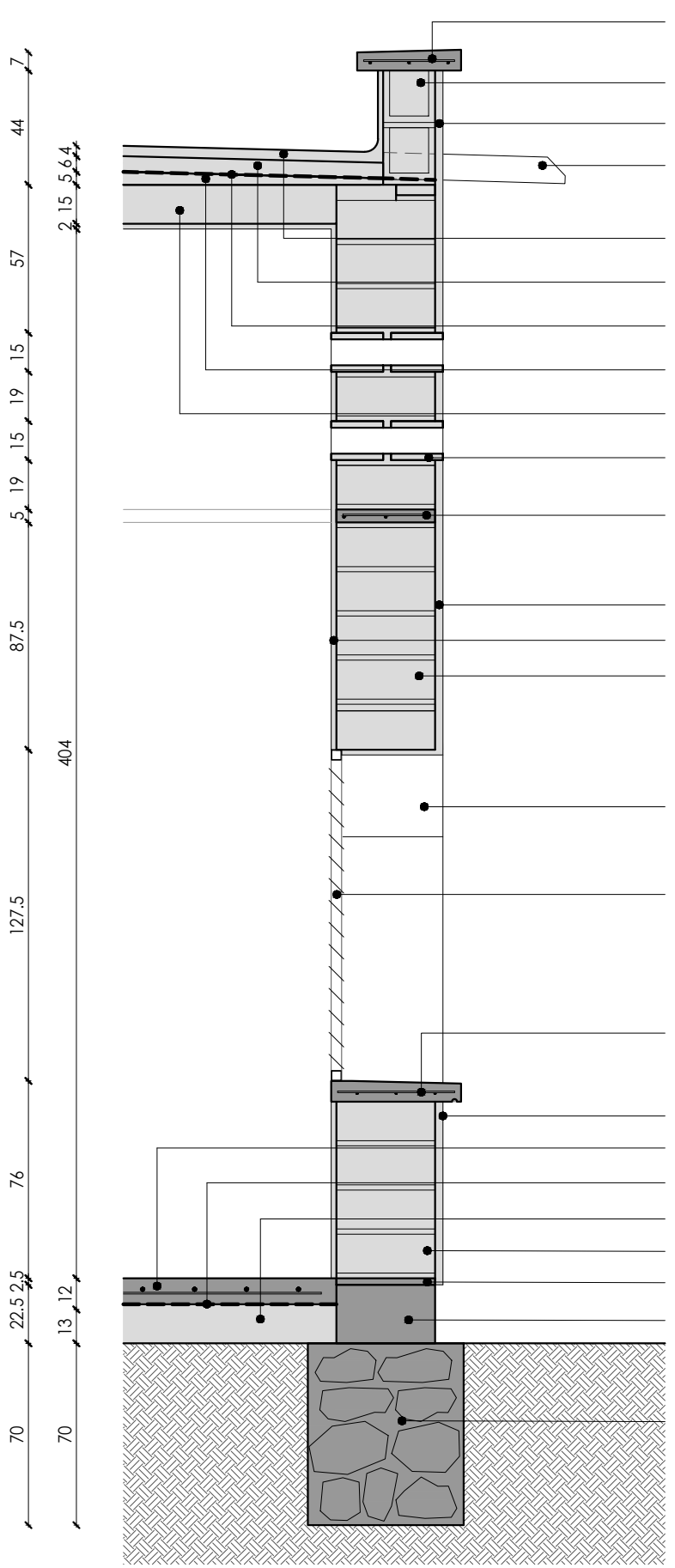
COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 1 / MURS ADOBES + VOÛTE NUBIENNE ADOBES

bloc 1 salle de classe (58,7 m2 habitables ; 9,14 m x 6,50 m x 4,06 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : Murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : voûte nubienne



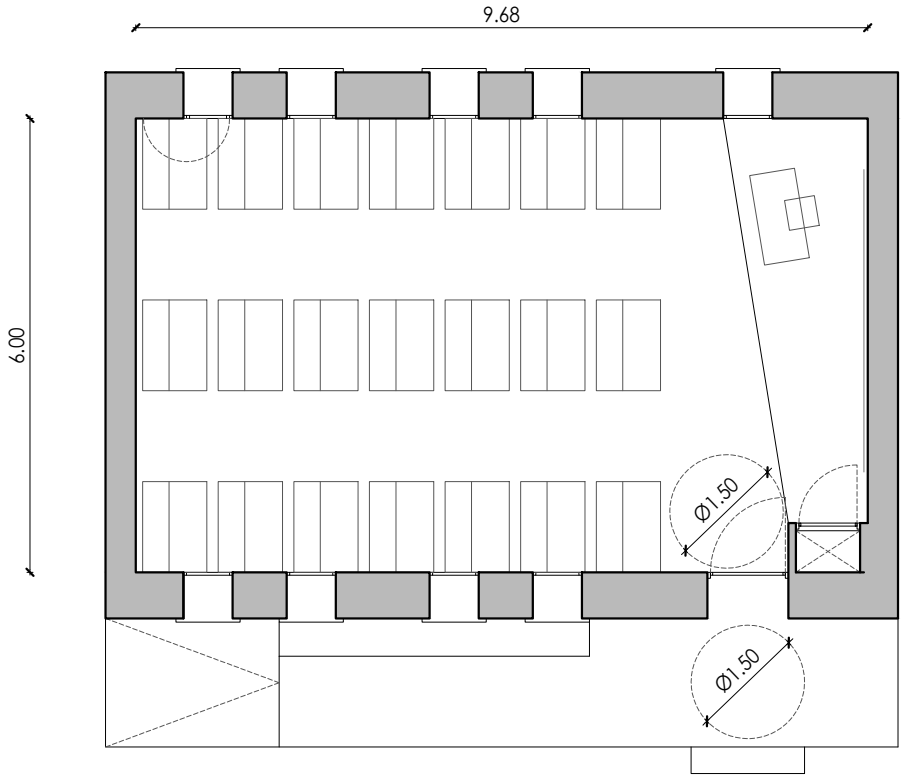
DETAIL FAÇADE

0 10 30 50 cm

SALLE DE CLASSE MODÈLE 2 / MURS ADOBES + DALLE BÉTON

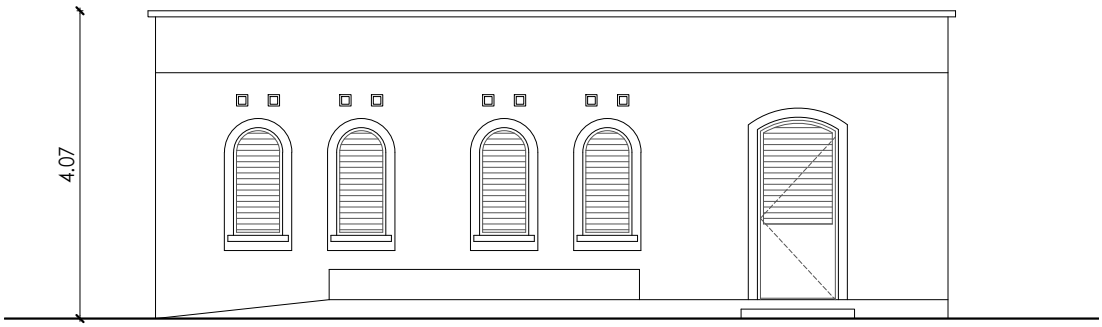
bloc 1 salle de classe (58,1 m2 habitables ; 9,68 m x 6,00 m x 3,04 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : béton armé



PLAN DE NIVEAU

0 0.5 1 2 m



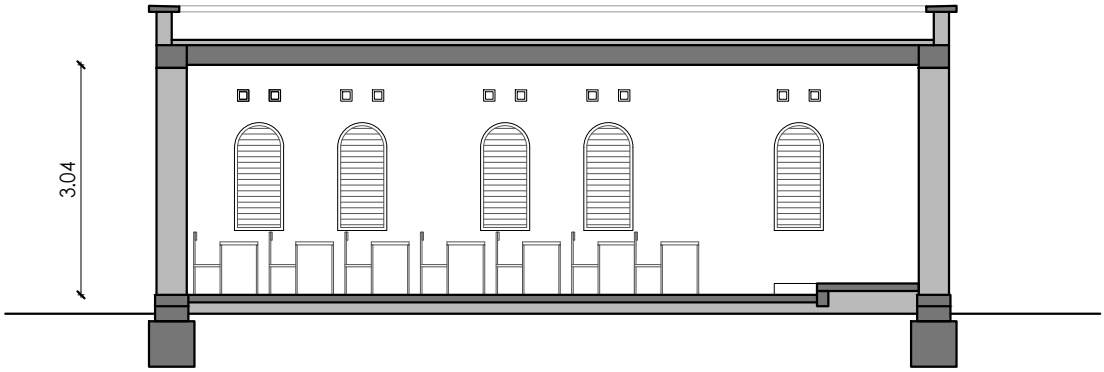
FAÇADE PRINCIPALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 2 / MURS ADOBES + DALLE BÉTON

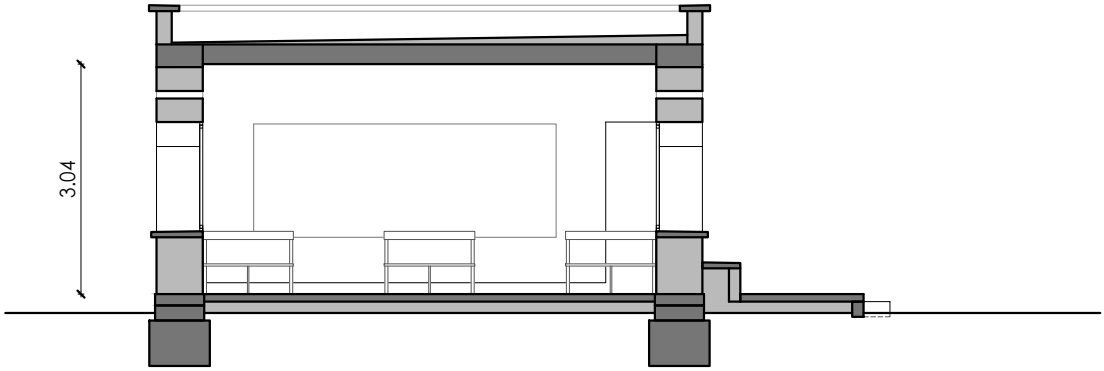
bloc 1 salle de classe (58,1 m2 habitables ; 9,68 m x 6,00 m x 3,04 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : béton armé



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m



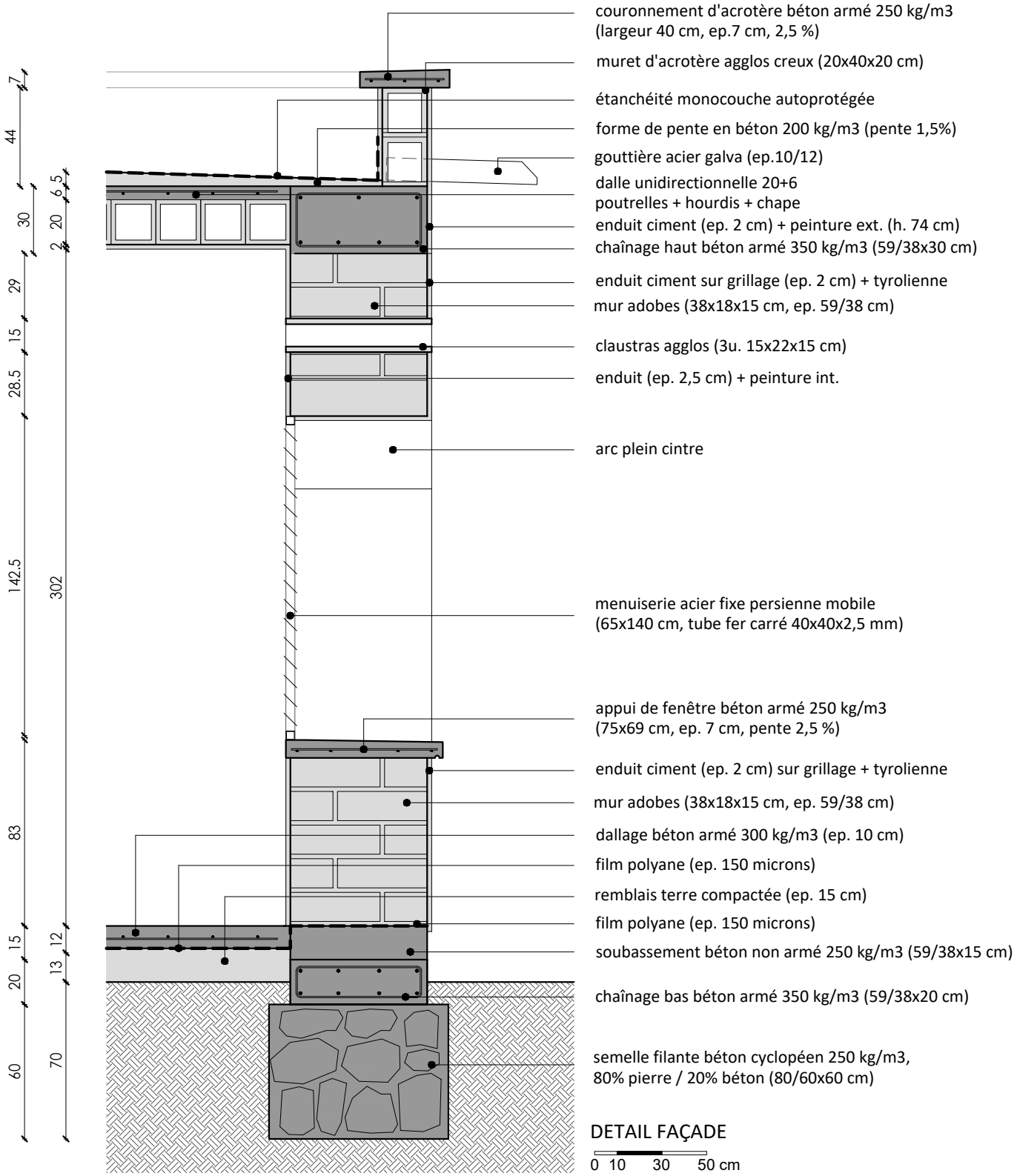
COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 2 / MURS ADOBES + DALLE BÉTON

bloc 1 salle de classe (58,1 m2 habitables ; 9,68 m x 6,00 m x 3,04 m)

Fondation : béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en adobes de 38/59 cm
Toiture : béton armé



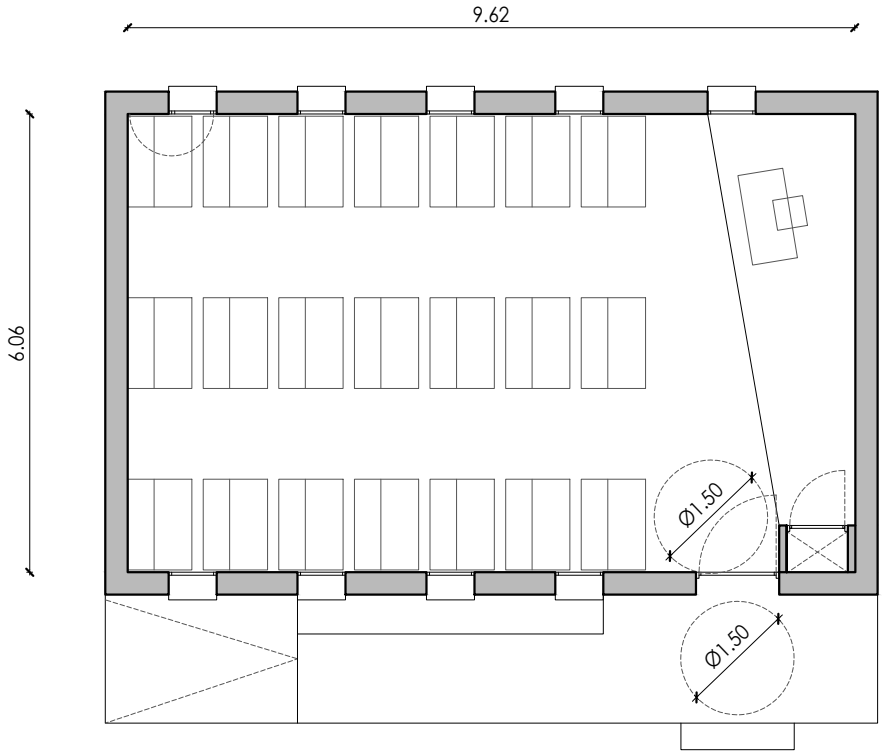
DETAIL FAÇADE

0 10 30 50 cm

SALLE DE CLASSE MODÈLE 3 / MURS BTCs + DALLE BÉTON

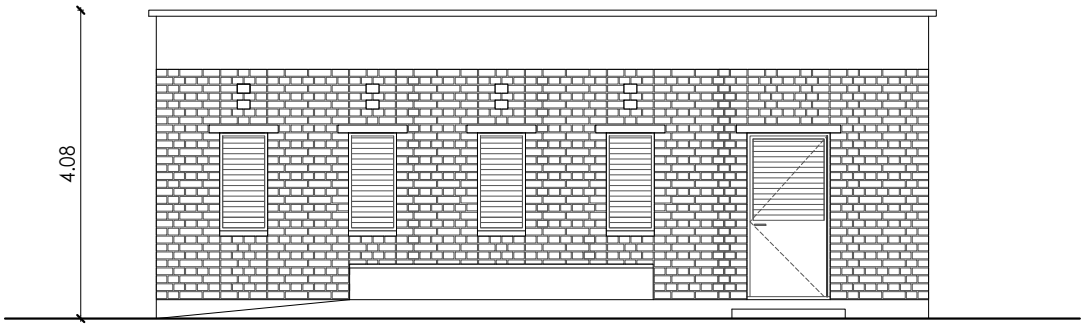
bloc 1 salle de classe (58,3 m2 habitables ; 9,62 m x 6,06 m x 3,05 m)

Fondation : Béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en BTCs de 29,5 cm
Toiture : béton armé



PLAN DE NIVEAU

0 0.5 1 2 m



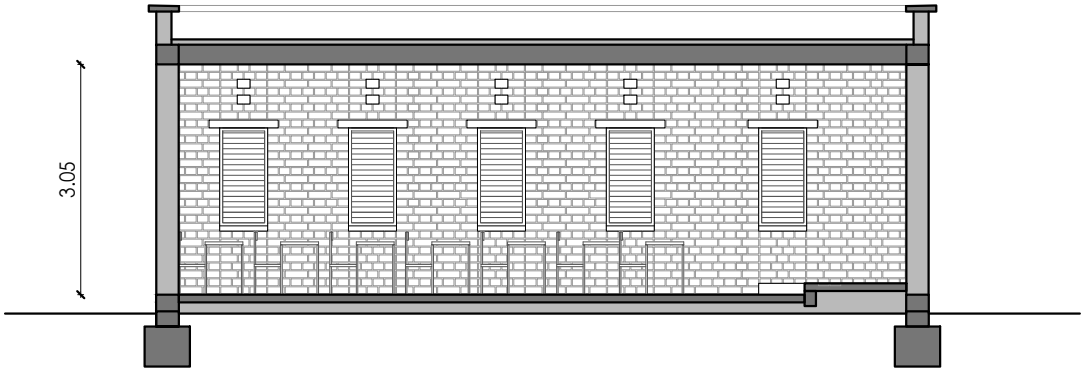
FAÇADE PRINCIPALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 3 / MURS BTCs + DALLE BÉTON

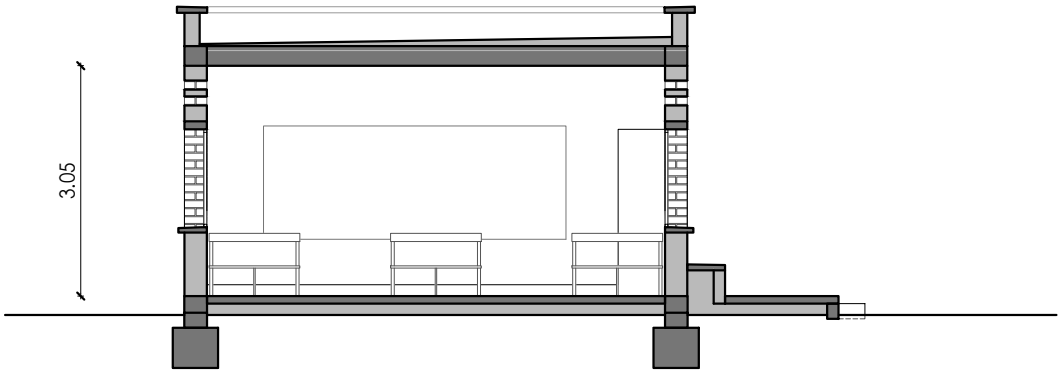
bloc 1 salle de classe (58,3 m2 habitables ; 9,62 m x 6,06 m x 3,05 m)

Fondation : Béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en BTCs de 29,5 cm
Toiture : béton armé



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m



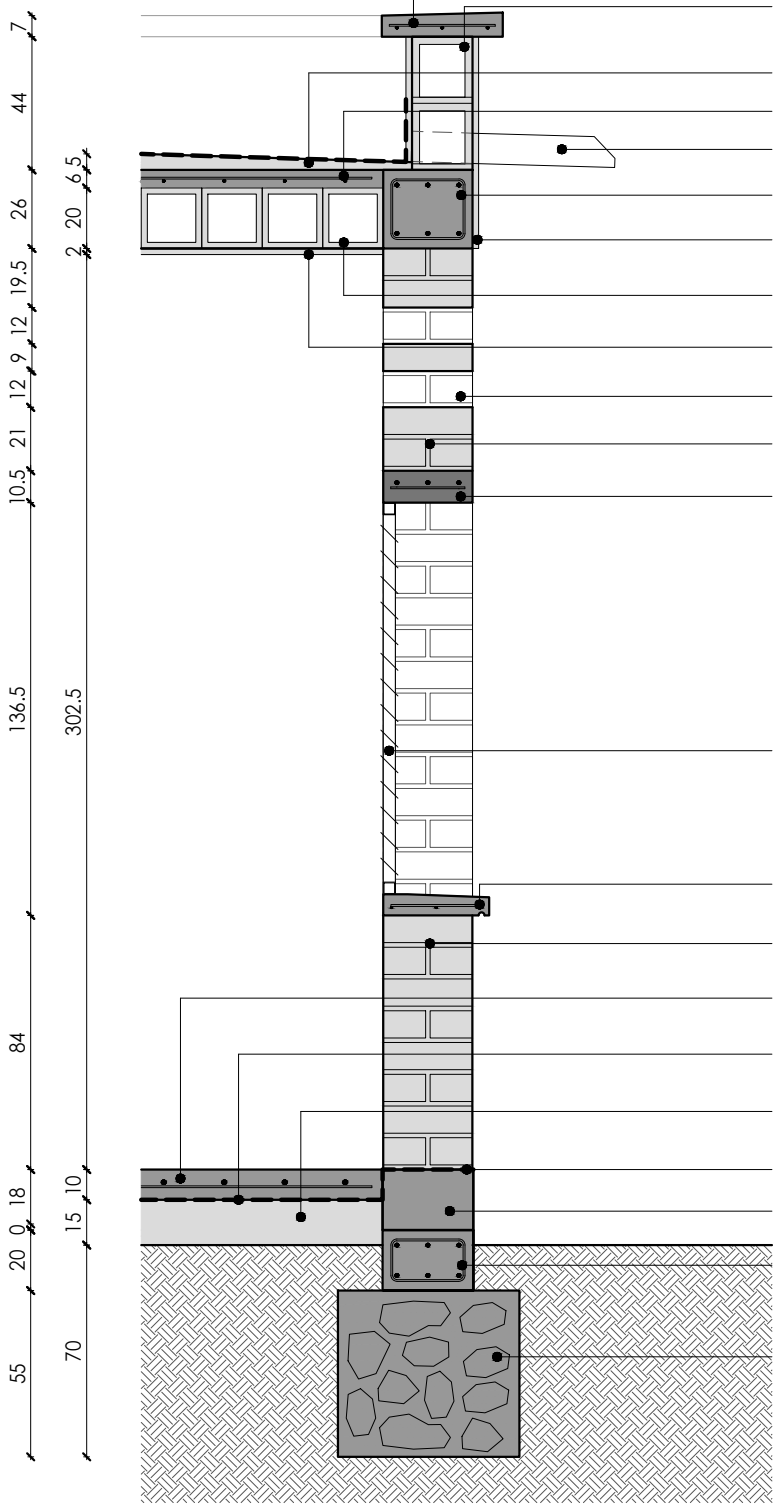
COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 3 / MURS BTCs + DALLE BÉTON

bloc 1 salle de classe (58,3 m2 habitables ; 9,62 m x 6,06 m x 3,05 m)

Fondation : Béton cyclopéen
Elévations : murs porteurs en BTCs de 29,5 cm
Toiture : béton armé



couronnement d'acrotère béton armé 250 kg/m3 (largeur 40 cm, ep.7 cm, 2,5 %)

muret d'acrotère agglos creux (20x40x20 cm)

étanchéité monocouche autoprotégée

forme de pente en béton 200 kg/m3 (pente 1,5%)

gouttière acier galva (ep.10/12)

chaînage haut béton armé 350 kg/m3 (29,5x26 cm)

enduit ciment (ep. 2,5 cm) + peinture ext. (h. 70 cm)

dalle unidirectionnelle 20+6 poutrelles + hourdis + chape

enduit ciment (ep. 2,5 cm) + peinture int.

réservation aération (17x12x20 cm)

mur double btc (29,5x14x9 cm, ep. 29,5 cm)

linteau béton armé 350 kg/m3 fenêtre (29,5x10,5x91,5 cm)

menuiserie acier fixe persienne mobile (63,5x1,3 cm, tube fer carré 40x40x2,5 mm)

appui de fenêtre béton armé 250 kg/m3 (63,5x40 cm, ep. 7 cm, pente 2,5 %)

mur double btc (29,5x14x9 cm, jointe 1,5 cm, ep. 29,5 cm)

dallage béton armé 300 kg/m3 (ep. 10 cm)

film polyane (ep. 150 microns)

remblais terre compactée (ep. 15cm)

film polyane (ep. 150 microns)

soubassement béton non armé 250 kg/m3 (30x20 cm)

chaînage bas béton armé 350 kg/m3 (30x20 cm)

semelle filante en béton cyclopéen 250 kg/m3, 80% pierre / 20% béton (60x55 cm)

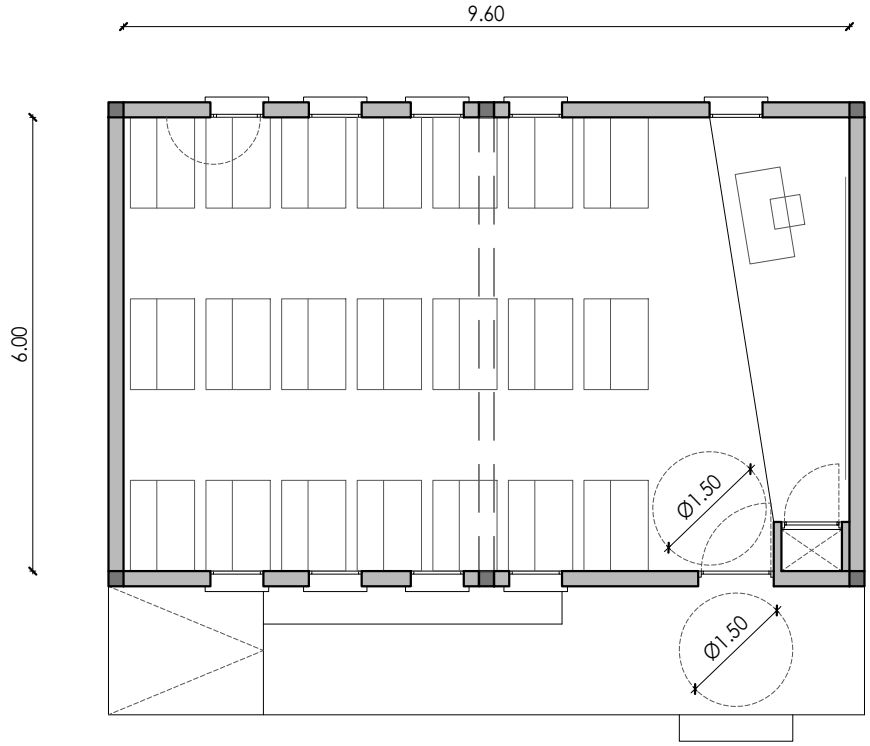
DETAIL FAÇADE

0 10 30 50 cm

SALLE DE CLASSE MODÈLE 4 / MURS AGGLOS + DALLE BÉTON

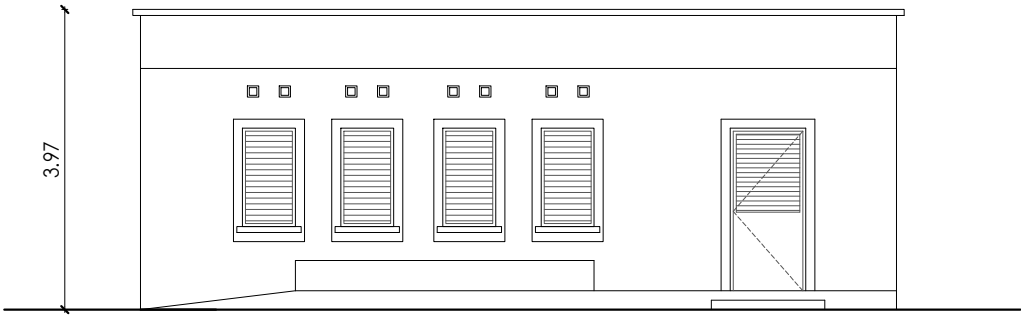
bloc 1 salle de classe (57,6 m2 habitables ; 9,60 m x 6,00 m x 3,00 m)

Fondation : béton armé
Elévations : structure en béton armé + remplissage en agglos creux de 20 cm
Toiture : béton armé



PLAN DE NIVEAU

0 0.5 1 2 m



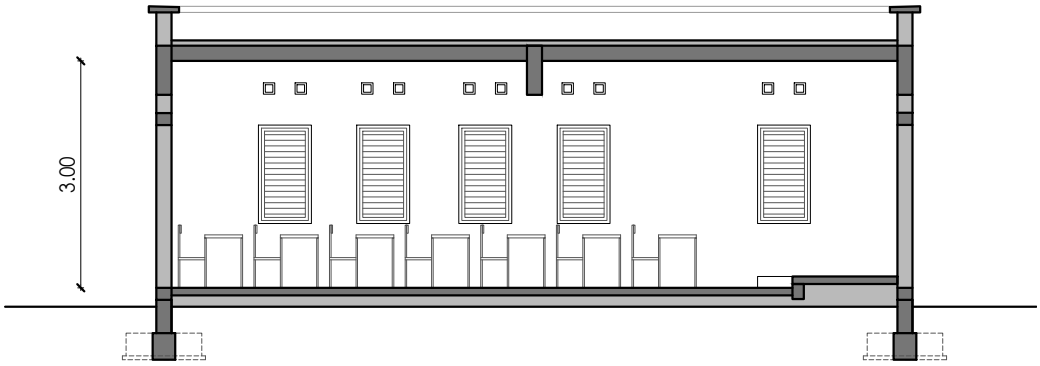
FAÇADE PRINCIPALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 4 / MURS AGGLOS + DALLE BÉTON

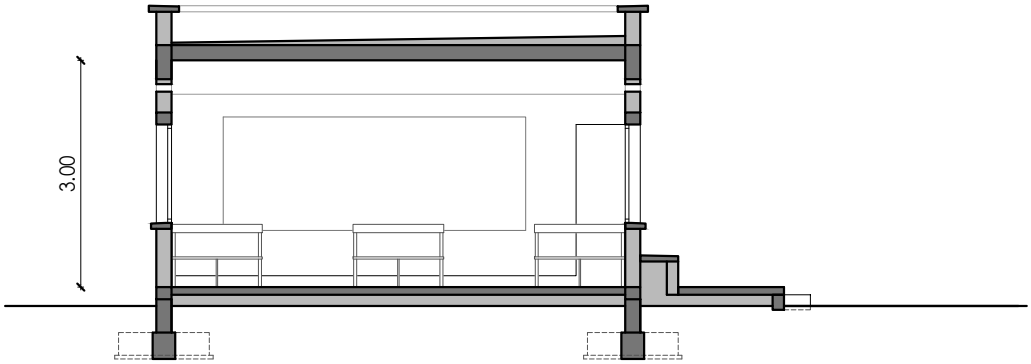
bloc 1 salle de classe (57,6 m2 habitables ; 9,60 m x 6,00 m x 3,00 m)

Fondation : béton armé
Elévations : structure en béton armé + remplissage en agglos creux de 20 cm
Toiture : béton armé



COUPE LONGITUDINALE

0 0.5 1 2 m



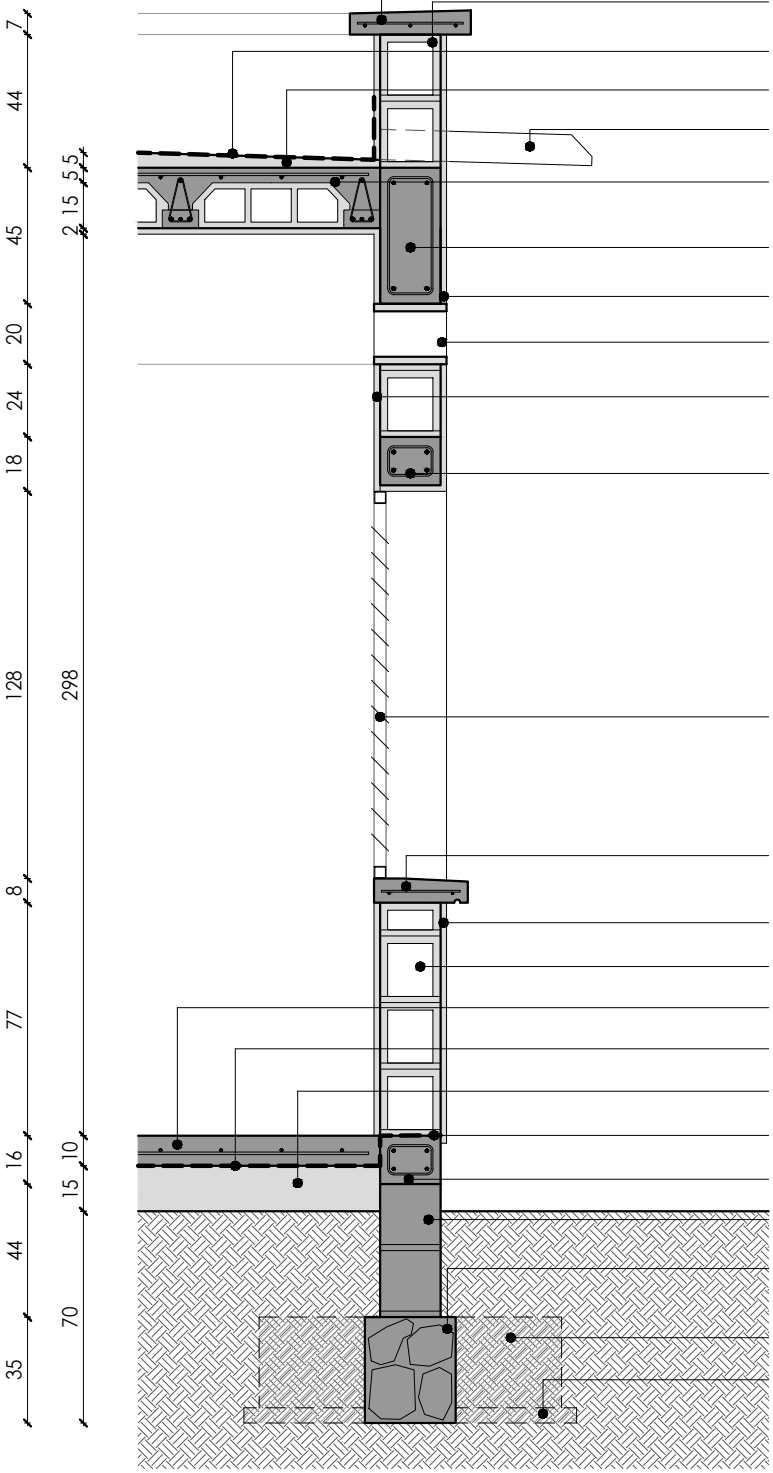
COUPE TRANSVERSALE

0 0.5 1 2 m

SALLE DE CLASSE MODÈLE 4 / MURS AGGLOS + DALLE BÉTON

bloc 1 salle de classe (57,6 m2 habitables ; 9,60 m x 6,00 m x 3,00 m)

Fondation : béton armé
Elévations : structure en béton armé + remplissage en agglos creux de 20 cm
Toiture : béton armé



couronnement d'acrotère béton armé 250 kg/m3 (largeur 40 cm, ep.7 cm, 2,5 %)

muret d'acrotère agglos creux (20x40x20 cm)

étanchéité monocouche autoprotégée

forme de pente en béton 200 kg/m3 (pente 1,5%)

gouttière acier galva (ep.10/12)

dalle unidirectionnelle 16+4
poutrelles + hourdis + chape

poutres béton armé 350 kg/m3 (20x45 cm et 20x65 cm)

enduit ciment (ep. 2,5 cm) + peinture ext. (h. 70 cm)

claustras agglos (1 u. 20x25x20 cm)

enduit ciment (ep. 2,5 cm) + peinture int.

linteau béton armé 350 kg/m3 (20x16 cm)

menuiserie acier fixe persienne mobile (70x130 cm, tube fer carré 40x40x2,5 mm)

appui de fenêtre béton armé 250 kg/m3 (80x30 cm, ep. 7 cm, pente 2,5 %)

enduit ciment (ep. 2,5 cm) + tyrolienne

mur agglos creux (20x40x20 cm)

dallage béton armé 300 kg/m3 (ep. 10 cm)

film polyane (ep. 150 microns)

remblais terre compactée (ep. 15 cm)

film polyane (ep. 150 microns)

chaînage bas béton armé 350 kg/m3 (20x16 cm)

soubassement agglos plein (20x40x20 cm)

semelle filante en béton cyclopéen 250 kg/m3, 70% pierre / 30% béton (30x35 cm)

semelle isolée béton armé 350 kg/m3 (100x100x30cm)

béton propreté 150 kg/m3 (ep. 5 cm)

DETAIL FAÇADE

0 10 30 50 cm