

# Catalogue des infrastructures communautaires

comprenant des évaluations de la durabilité



Préparé par :

André Ullal, collaborateur scientifique, EPFL ;

Zhang Quan (Leo) Ng, assistant de recherche, EPFL ;

Ammar Al Mahdawi, directeur technique de l'hébergement, HCR ; Rama Nimri, responsable de la planification des zones d'installation, HCR.

Ce document a été préparé dans le cadre d'une collaboration organisée par le Geneva Technical Hub entre le HCR, la Direction suisse de la coopération au développement (DDC) et l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).

© UNHCR



Co-convened by



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC

**EPFL**

**EssentialTech**  
Centre

## Introduction

L'infrastructure est un élément essentiel de l'aide apportée par le HCR dans les zones d'installation de réfugiés. Différents types d'infrastructures permettent de fournir un logement et des services aux personnes déplacées et aux communautés d'accueil. Les infrastructures communautaires englobent un large éventail d'infrastructures simples et à petite échelle qui constituent souvent un élément essentiel de l'environnement des camps et zones d'installation. La simplicité et la taille des infrastructures communautaires favorisent la fourniture de services rentables et soutiennent la durabilité car elles reposent sur des matériaux et des techniques qui permettent à la communauté de prendre part à la construction et à l'entretien des infrastructures.

Ce catalogue d'infrastructures communautaires préparé par la section de l'appui technique du HCR présente une série d'infrastructures communautaires couramment utilisées dans les camps et zones d'installations. Il décrit la conception des infrastructures communautaires et propose, pour chaque modèle, des évaluations de l'impact environnemental, des évaluations comparatives, des devis quantitatifs, des dessins et des spécifications afin d'aider à la prise de décision et à la mise en œuvre en matière d'infrastructures dans un camp ou une zone d'installation.

Les modèles présentés sont tirés d'opérations et de publications du HCR et d'organisations partenaires. Des variantes et des alternatives sont proposées pour une série de formes d'infrastructures communautaires, compte tenu des différentes conditions dans lesquelles le HCR mène ses opérations et des priorités définies par la communauté de pratique du HCR en matière d'hébergement.

Réservoir d'eau	Béton armé	A1
Réservoir d'eau	Maçonnerie en briques	A2
Réservoir d'eau	Ferrociment	A3
Bornes-fontaines	Béton armé	B1
Bornes-fontaines	Gravier	B2
Bornes-fontaines	Palettes en bois	B3
Canaux de drainage	Béton	C1
Canaux de drainage	Béton préfabriqué	C2
Canaux de drainage	Maçonnerie en briques	C3
Canaux de drainage	Bambou	C4
Route	Béton	D1
Route	Brique	D2
Route	Asphalte	D3
Ponceaux	Maçonnerie en briques	E1
Ponceaux	Pierre	E2
Ponceaux	Béton préfabriqué	E3
Mur de soutènement	Béton armé	F1
Mur de soutènement	Maçonnerie de pierre	F2
Mur de soutènement	Gabion de pierre	F3
Mur de soutènement	Pente bio-stabilisée	F4
Lavoirs	Béton armé	G1





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Informations et critères d'évaluation

Pour chaque type d'infrastructure traité dans ce catalogue, des informations sont fournies pour aider à la prise de décision en ce qui concerne l'adéquation du modèle choisi.

Le texte d'**introduction** donne un bref aperçu du modèle présenté et indique la fonction de l'infrastructure, la source du modèle, les autres matériaux pouvant être utilisés et les considérations essentielles pour une construction réussie. Une liste d'avantages et d'inconvénients figure juste en dessous afin d'aider à la prise de décision en ce qui concerne les différents matériaux et solutions de construction.

Un **tableau de bord** offre ensuite une évaluation générique de la conception de l'infrastructure en fonction de trois critères : Accessibilité financière, performance et durabilité environnementale. Une note générique (*règle empirique*) est attribuée pour chacun des critères, sous réserve des conditions sur le terrain, qui ont des conséquences inévitables sur les critères évalués. L'évaluation générique se base sur une comparaison entre le modèle présenté et les autres solutions de construction et matériaux proposés dans ce catalogue.

L'évaluation de l'**accessibilité financière** tient compte des coûts de la construction initiale et de l'entretien courant par rapport à la capacité (étendue du service) des matériaux et de la solution de construction choisis.

L'évaluation de la **performance** tient compte de la capacité du service/de production de chaque modèle et de sa capacité à continuer à fonctionner dans le temps (durabilité).

L'évaluation de la **durabilité environnementale** tient compte de l'équivalent CO<sub>2</sub> du carbone incorporé et du potentiel de réutilisation des matériaux utilisés dans la conception par rapport à d'autres options de matériaux proposées dans le catalogue.

Des **dessins** pouvant être utilisés pour la construction sont également proposés. Ils sont disponibles aux formats PDF et DWG pour permettre leur adaptation et leur utilisation sur le terrain.

Des **devis quantitatifs** énumèrent ensuite tous les matériaux et composants nécessaires à la construction. Compte tenu des grandes différences de coûts selon les lieux, aucune estimation des coûts n'est fournie. Les devis sont disponibles aux formats PDF et XML sous une présentation classique qui inclut des champs pour les coûts unitaires et les coûts totaux des articles afin de permettre leur utilisation et adaptation dans le cadre des opérations sur le terrain.

Les **impacts environnementaux** sont décrits en fonction de trois critères : le poids des matériaux, l'équivalent CO<sub>2</sub> du carbone incorporé et l'eau incorporée. Pour les infrastructures linéaires telles que les systèmes de drainage, les routes et les murs de soutènement, il est tenu compte des impacts environnementaux par mètre. Une évaluation générique est fournie pour chacun des critères, mais il convient de noter que les évaluations précises de l'équivalent CO<sub>2</sub> du carbone incorporé et de l'eau incorporée dépendent de conditions spécifiques telles que l'emplacement du projet et les chaînes d'approvisionnement (y compris les processus de production et les distances de transport). Les calculs relatifs au poids des matériaux, à l'équivalent CO<sub>2</sub> du carbone incorporé et à l'eau incorporée ont été effectués à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR (*Shelter Sustainability Assessment Tool*).

Le **poids des matériaux** fournit des informations sur les quantités relatives de matériaux nécessaires et sur l'efficacité des matériaux.

L'**équivalent CO<sub>2</sub> du carbone incorporé (eCO<sub>2</sub>-e)** désagrége l'eCO<sub>2</sub>-e lié à la production et celui lié au transport. Les calculs de l'eCO<sub>2</sub>-e *lié à la production* sont basés sur les poids des matériaux et sur les coefficients d'eCO<sub>2</sub>-e des matériaux tirés des bases de données de l'inventaire du carbone et de l'énergie (ICE – versions 2.0 et 3.0). Les calculs de l'eCO<sub>2</sub>-e *lié au transport* généralisent les distances de transport à l'aide d'une équation qui estime la distance de transport en supposant que la production et l'utilisation des matériaux ont lieu dans un pays dont la superficie est équivalente à celle du Kenya et que le transport s'effectue par camion de taille moyenne. Ce calcul approximatif n'est donc valable que pour un lieu particulier, mais il tient compte de l'eCO<sub>2</sub>-e lié au transport d'une manière cohérente et uniforme qui permet de comparer les différentes options en matière de matériaux.

Les calculs de l'**eau incorporée** sont basés sur les poids des matériaux et les coefficients d'H<sub>2</sub>O incorporée des matériaux tirés de la base de données de la performance environnementale des matériaux de construction (EPIC – 2019). Les coefficients génériques offrent une évaluation générale de l'H<sub>2</sub>O incorporé, mais les évaluations précises dépendent du contexte et des conditions spécifiques au processus.

Enfin, les **spécifications** décrivent les exigences générales en matière de construction, notamment les exigences liées au site, les normes relatives aux matériaux et les normes de construction. Elles sont disponibles aux formats PDF et DOC pour permettre leur adaptation et leur utilisation sur le terrain.

## Contexte

L'approvisionnement en eau et les réservoirs d'eau sont des éléments importants de l'aide en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH). Les réservoirs d'eau peuvent avoir différentes capacités (tailles) et formes et peuvent être construits avec toute une gamme de matériaux dont le coût, la durabilité, la complexité et le délai de construction varient.

Ce modèle de réservoir d'eau en béton armé est tiré de la publication du HCR intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings* (D-301/2016a). Dans le présent catalogue, le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de construction comparables, à savoir la maçonnerie en briques et le ferrociment. Le modèle présenté ici est un réservoir d'une capacité de 50 m<sup>3</sup> (c'est-à-dire 50 000 litres), mais des réservoirs d'une capacité inférieure (par exemple 30 m<sup>3</sup> ou 10 m<sup>3</sup>) peuvent être construits moyennant des ajustements de dimensions (et les ajustements correspondants du devis quantitatif). Ce modèle est rectangulaire, mais des réservoirs cylindriques peuvent également être construits en utilisant les mêmes détails de construction. Il est à noter que les réservoirs cylindriques offrent une plus grande efficacité matérielle mais qu'ils peuvent être plus complexes à construire (en particulier s'agissant du coffrage pour le bétonnage).

Le béton armé est une solution couramment utilisée pour l'approvisionnement en eau à long terme. La construction en béton armé est relativement complexe par rapport aux solutions de maçonnerie en briques et de ferrociment, mais les compétences et les matériaux pour la construction en béton armé sont largement disponibles. Elle nécessite généralement de faire appel à un entrepreneur ou à une entreprise de construction, mais la main-d'œuvre nécessaire à la construction peut être trouvée parmi les communautés locales.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un réservoir d'eau en béton armé. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Les mortiers de ciment utilisés pour les enduits et l'imperméabilisation doivent être mélangés et appliqués conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'étanchéité du réservoir.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>La résistance et la durabilité du béton armé réduisent les besoins d'entretien.</p> <p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>Disponibilité des matériaux et des compétences pour la construction et l'entretien.</p>	<p>Coûts de construction initiaux relativement élevés.</p> <p>La construction en béton armé nécessite l'intervention d'un entrepreneur ou d'une entreprise de construction.</p> <p>Potentiel limité de réutilisation ou de modification.</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)







**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)







**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>e et du potentiel de réutilisation)

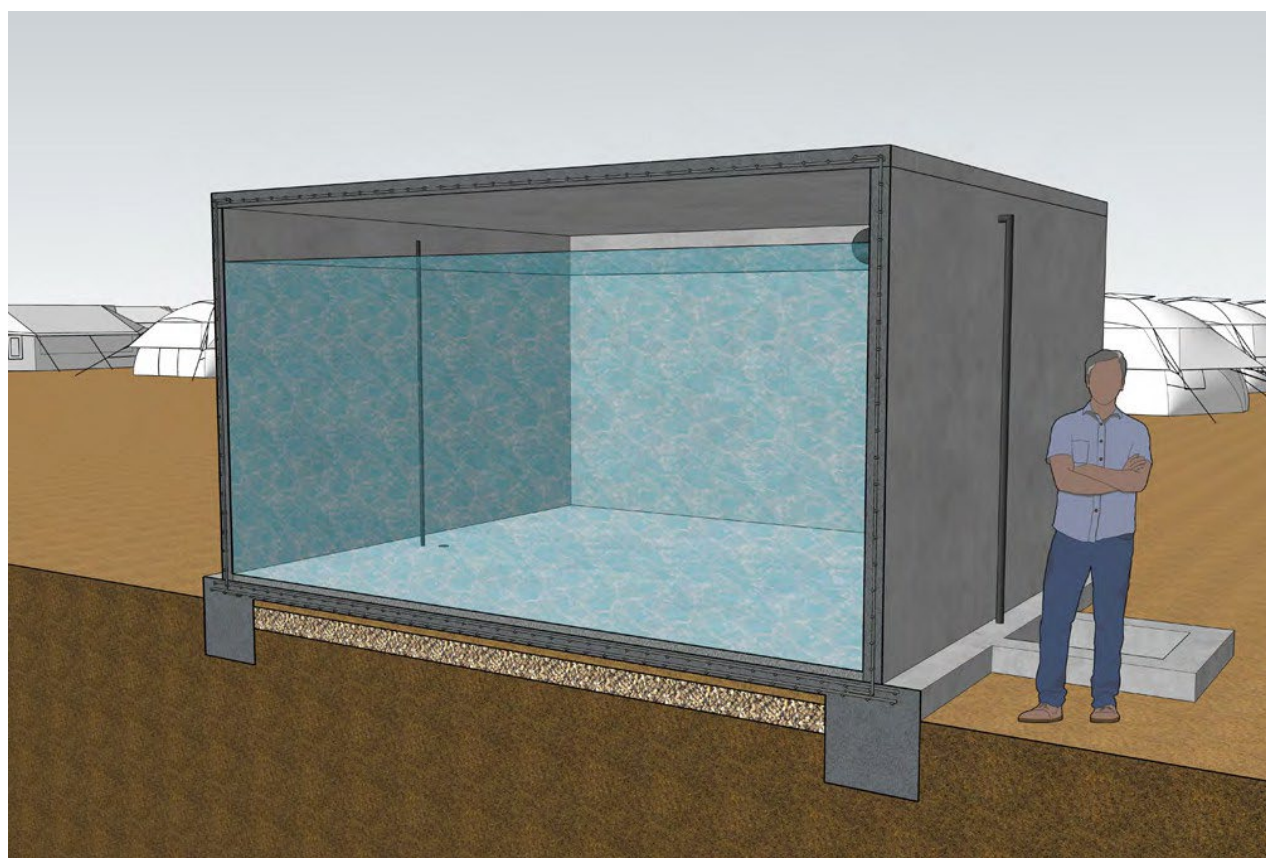


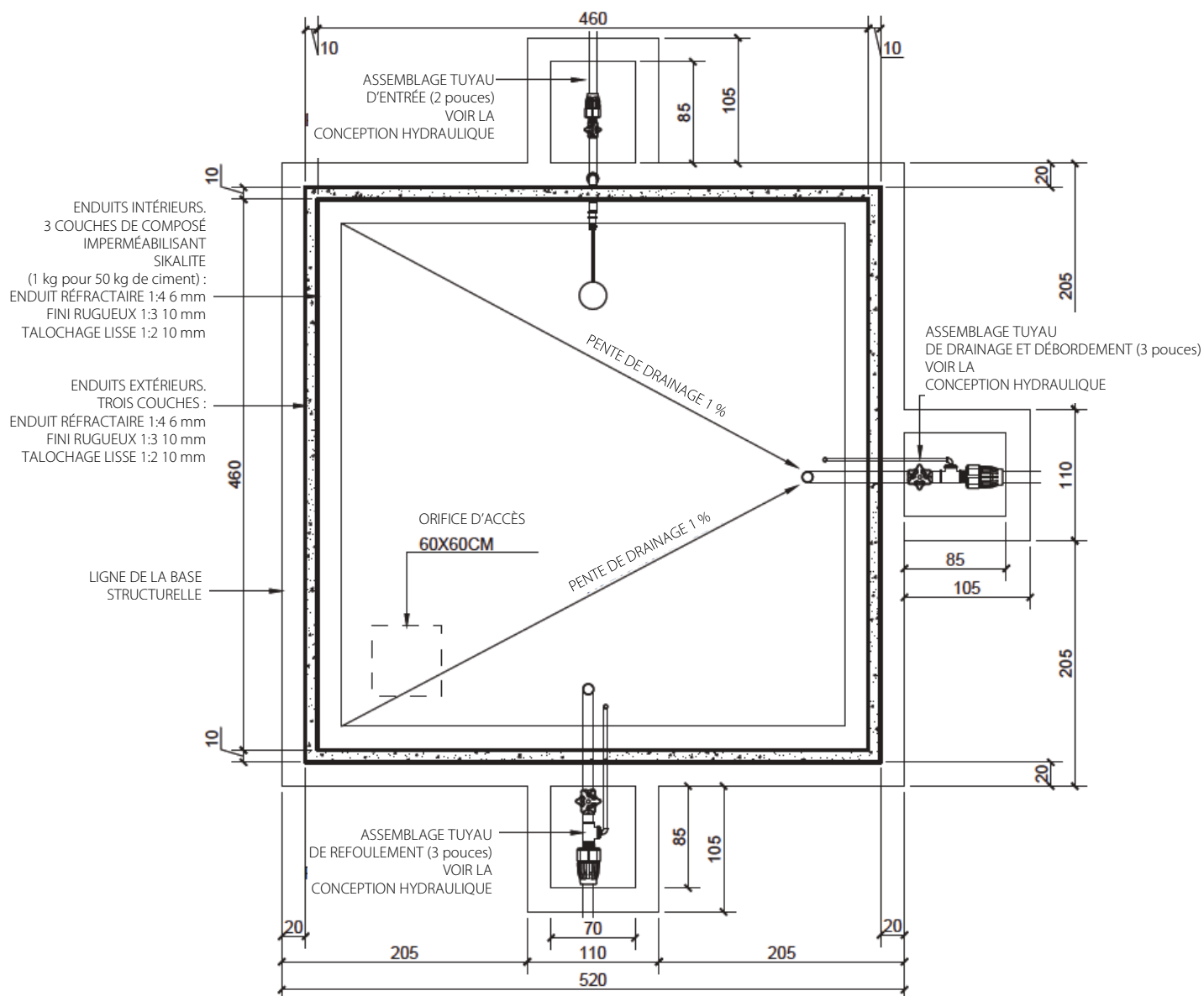




(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement peuvent varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)







## NOTES

1. Voir *UNHCR, 2016. Tools and Guidance for Refugee Settings (D312-2016a)* pour des instructions de construction étape par étape.
2. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
3. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
4. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
5. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
6. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
7. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

DESSIN N°

**A1-1**

TITRE

**Réservoir d'eau en béton armé, 50 m³**  
 Plan

PROJET

**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR

**AU**

VÉRIFIÉ PAR

**RN**

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

**CM**

PAGE

**1 de 2**

DATE

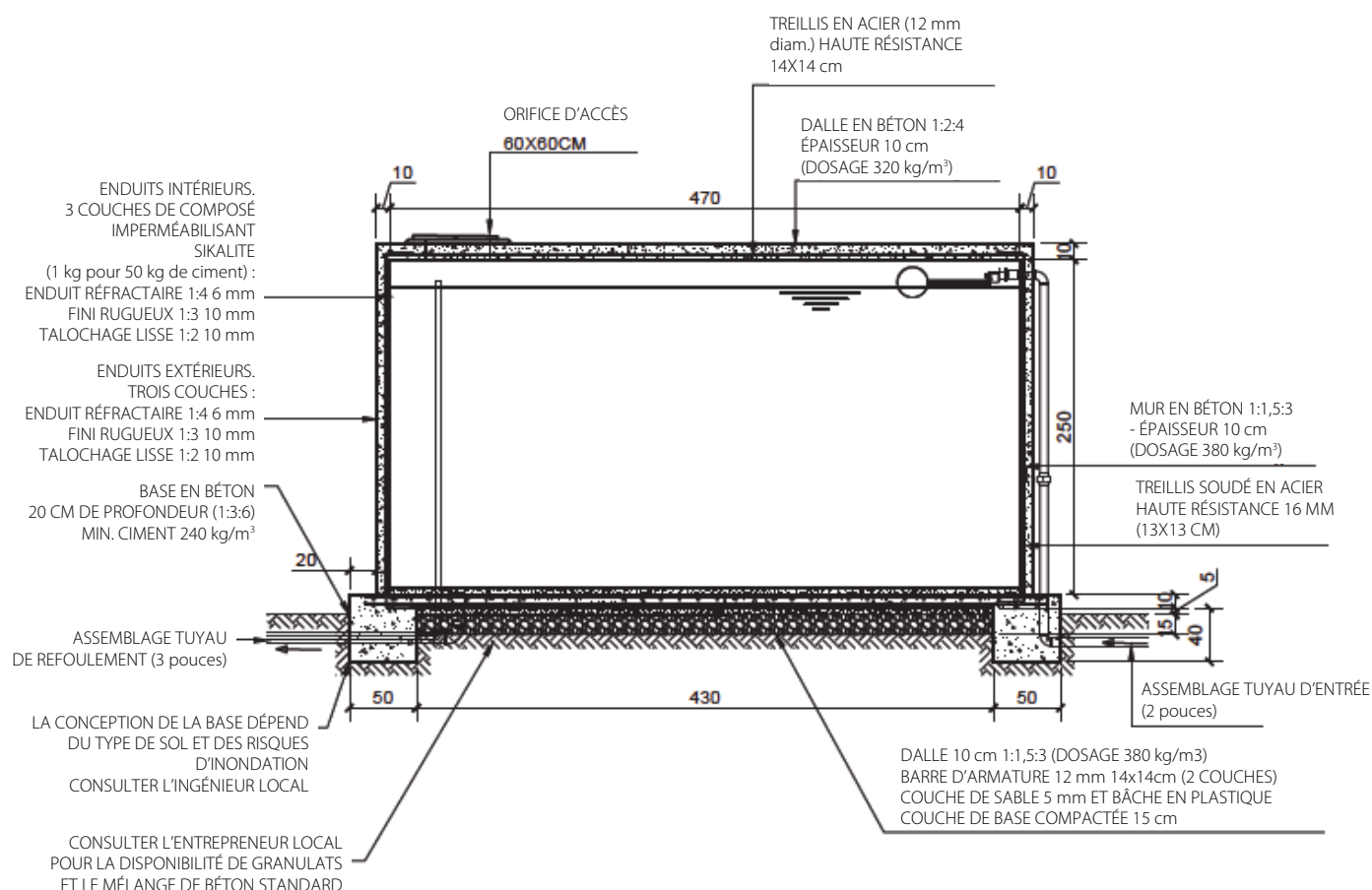
31.08.2023



**UNHCR**  
 The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**  
 Catalogue des infrastructures communautaires





## NOTES

1. Voir UNHCR, 2016. *Tools and Guidance for Refugee Settings (D312-2016a)* pour des instructions de construction étape par étape.
2. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
3. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
4. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
5. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
6. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
7. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

DESSIN N°

A1-2

TITRE

Réservoir d'eau en béton armé, 50 m³

Coupe

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

CM

PAGE

2 de 2

DATE

31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires

## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Piquets en bois (65 cm x 5 cm x 5 cm)	pièce	46
2	Planches en bois (4 m x 20 cm x 2,5 cm)	pièce	150
3	Poteaux en bois (4 m x 5 cm x 5 cm)	pièce	67
4	Poutres en bois (4 m x 5 cm x 2,5 cm)	pièce	12
5	Clous (6 cm galvanisés)	kg	6
6	Clous (8 cm galvanisés)	kg	2
7	Treillis soudé en acier haute résistance (Ø12 mm 14 cm x 14 cm)	m <sup>2</sup>	52
8	Treillis soudé en acier haute résistance (Ø16mm 13 cm x 13 cm)	m <sup>2</sup>	67
9	Treillis soudé en acier haute résistance (Ø12 mm 14 cm x 14 cm)	m <sup>2</sup>	26
10	Fil de ligature (Ø1 mm)	kg	0,5
11	Bâche en plastique	m <sup>2</sup>	30
12	Couvercles de boîtes à clapets métalliques (70 cm x 70 cm x 2 mm)	pièce	4
13	Sable grossier	m <sup>3</sup>	12
14	Gravier grossier (12 mm - 25 mm)	m <sup>3</sup>	12,9
15	Ciment (sacs de 50 kg)	sac	113
16	Couche de fondation compactée	m <sup>3</sup>	4,6
17	Assemblage du tuyau d'entrée	pièce	1
18	Assemblage du tuyau de sortie	pièce	1
19	Assemblage du tuyau de drainage	pièce	1

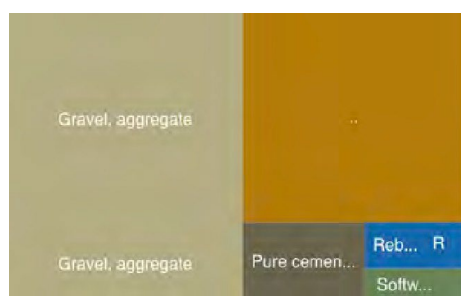


## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Timber	1940,42	504,51	203,74	708,25	49 791,24
Steel/brass fixture, fixing	8	29,6	0,84	30,44	620,8
Steel	2 689,94	7 800,42	282,44	8 082,87	99 800,34
Plastic, polymer	5,7	36,48	0,6	37,08	980,4
Sand	26 880	188,16	2 123,52	2 311,68	48 384
Stone	39 200	274,4	3 096,8	3 371,2	74 480
Cement	5 650	7 345	593,25	7 938,25	44 070
Total	76 374,06	16 178,57	6 301,2	22 479,77	318 126,78

Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

#### 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.



### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurales. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

#### 3.5 ENDUIT DE CIMENT

L'enduit de ciment doit être composé de ciment Portland ordinaire, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour quatre (1:4) doit être utilisé, sauf indication contraire. Les enduits de ciment doivent être appliqués sur une épaisseur minimale de 1 cm, sauf indication contraire. Après l'application, les surfaces enduites doivent être durcies (maintenues humides) pendant au moins 7 jours.

Les enduits de ciment imperméables pour les surfaces intérieures et extérieures des réservoirs d'eau doivent être composés de 3 couches : 1) enduit réfractaire 6 mm, 1:4 ; 2) fini rugueux 10 mm, 1:3 ; 3) talochage lisse 10 mm, 1:2. Chaque couche doit être appliquée avant que la couche de base ne soit durcie, celle-ci étant devant être humidifiée et grattée pour assurer une bonne adhérence. Les enduits imperméables doivent être mélangés à un composé imperméabilisant (Sikalite ou équivalent) au dosage spécifié par le fabricant du composé.

#### 3.6 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

#### 3.7 BÉTON

##### 3.7.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

### 3.7.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document.

Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment			
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)	Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

### 3.7.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

### 3.7.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.7.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.8 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Les réservoirs d'eau sont des éléments importants de l'aide en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH). Ils peuvent avoir différentes capacités (tailles) et formes et peuvent être construits avec toute une gamme de matériaux dont le coût, la durabilité, la complexité et le délai de construction varient.

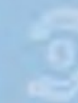
Ce modèle de réservoir d'eau en maçonnerie de briques est tiré de la publication d'ONU-Habitat Pakistan intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de construction comparables, à savoir le béton armé et le ferrociment. Le modèle présenté ici est un réservoir d'une capacité de 50 m<sup>3</sup> (c'est-à-dire 50 000 litres), mais des réservoirs d'une capacité inférieure (par exemple 30 m<sup>3</sup> ou 10 m<sup>3</sup>) peuvent être construits moyennant des ajustements de dimensions (et les ajustements correspondants du devis quantitatif). Ce modèle est rectangulaire, mais des réservoirs cylindriques peuvent également être construits en utilisant les mêmes détails de construction.

La construction en maçonnerie de briques est courante dans de nombreux endroits, ce qui garantit que les compétences et l'équipement nécessaires à la construction sont largement disponibles. Le modèle présenté ici nécessite des compétences spécialisées dans la pose de briques et la construction en béton armé, mais la main-d'œuvre nécessaire aux tâches de construction simples peut être trouvée parmi les communautés locales.

Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. La pose des briques doit être effectuée avec le plus grand soin afin de s'assurer que les rangs sont droits et bien alignés. Les briques posées doivent rester humides et recouvertes (pour les durcir) pendant au moins 10 jours. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Les mortiers de ciment utilisés pour les enduits et l'imperméabilisation doivent être mélangés et appliqués conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'étanchéité du réservoir.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>Disponibilité des matériaux et des compétences pour la construction et l'entretien.</p> <p>La solidité et la durabilité de la maçonnerie en briques réduisent les besoins d'entretien.</p>	<p>Délai de construction relativement long.</p> <p>La construction en maçonnerie de briques nécessite une main-d'œuvre qualifiée, ce qui réduit les possibilités de participation des communautés.</p> <p>Potentiel limité de réutilisation ou de modification/adaptation</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)



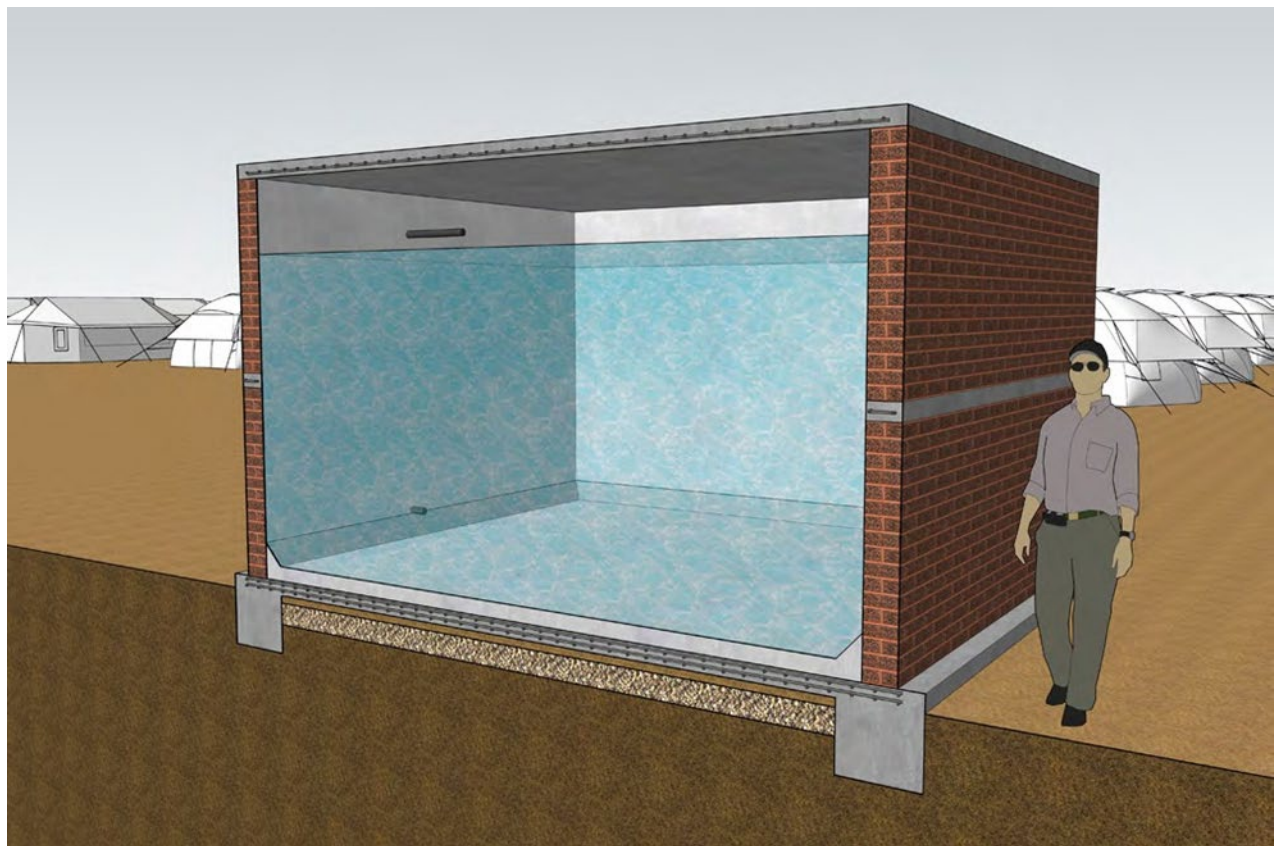
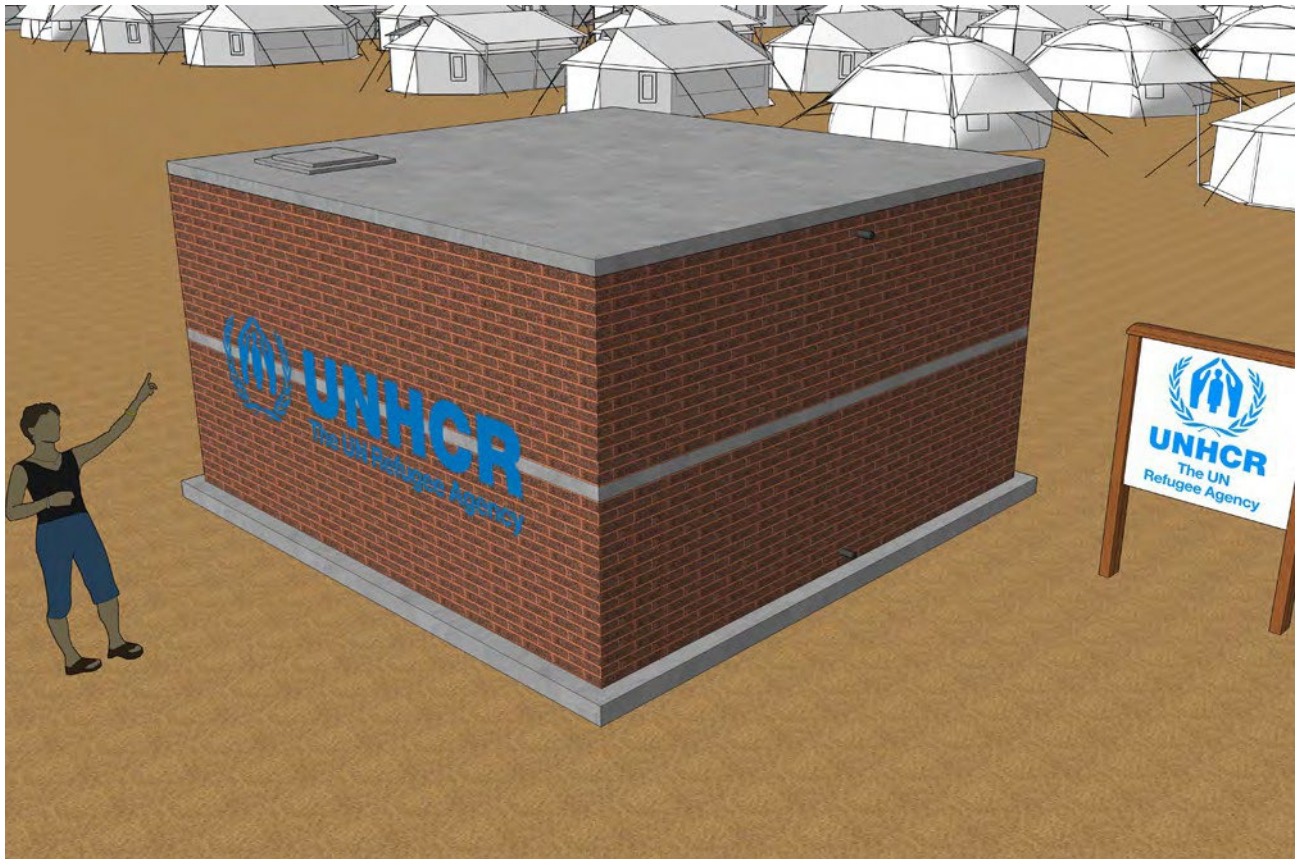
**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)

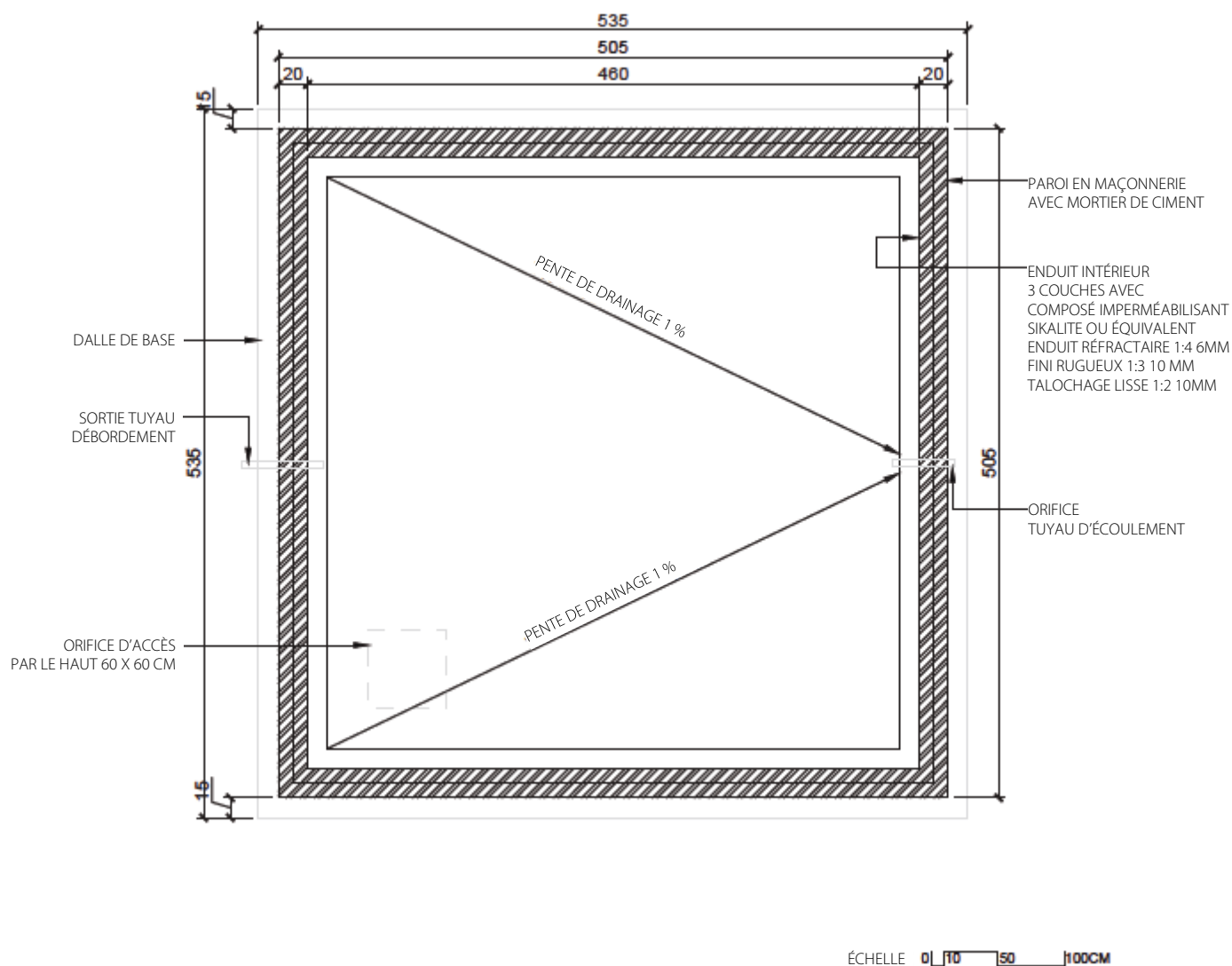


**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)





## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

DESSIN N°

A2-1

TITRE

**Réservoir d'eau en maçonnerie de briques, 50m³**  
Plan  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR

**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
1:50

UNITÉ

**CM**  
PAGE  
**1 de 2**  
DATE  
**31.08.2023**



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency  
**Section de l'appui technique**  
Catalogue des infrastructures communautaires





6. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

**UNHCR**  
The UN Refugee Agency  
Section de l'appui technique  
Bureau des infrastructures communautaires

## Devis quantitatif

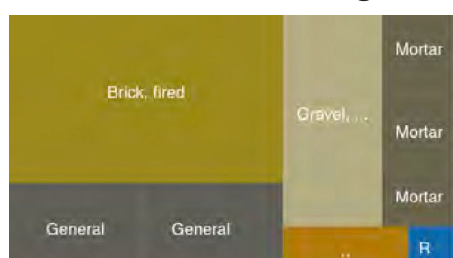
Réf	Description	Unité	Quantité
1	Maçonnerie en briques de terre cuite (avec mortier de ciment 1:4)	m <sup>3</sup>	12
2	Béton (1:2:4) pour la dalle de sol	m <sup>3</sup>	2,9
3	Béton (1:2:4) pour la dalle de toiture	m <sup>3</sup>	2,6
4	Béton (1:2:4) pour la poutre annulaire	m <sup>3</sup>	0,5
5	Treillis soudé en acier haute résistance (Ø12 mm 14 cm x 14 cm)	m <sup>2</sup>	52
6	Treillis soudé en acier haute résistance (Ø12 mm 14 cm x 14 cm)	m <sup>2</sup>	26
7	Barre d'armature pour poutre annulaire (10 mm)	m	67
8	Mortier de ciment (1:2) pour l'enduit extérieur (25 mm d'épaisseur)	m <sup>3</sup>	2
9	Mortier de ciment (1:2) pour l'enduit intérieur (25 mm d'épaisseur) avec un composé imperméabilisant (Sikalite ou équivalent).	m <sup>3</sup>	1,25
10	Chape en mortier de ciment posée en pente	m <sup>3</sup>	1,5
11	Fil de ligature (Ø1 mm)	kg	0,3
12	Bâche en plastique	m <sup>2</sup>	20
13	Couvercles de boîtes à clapets métalliques (70 cm x 70 cm x 2 mm)	pièce	4
14	Sable grossier	m <sup>3</sup>	1,3
15	Couche de fondation compactée	m <sup>3</sup>	4,6
16	Assemblage du tuyau d'entrée	pièce	1
17	Assemblage du tuyau de sortie	pièce	1
18	Assemblage du tuyau de drainage	pièce	1

## Impacts environnementaux

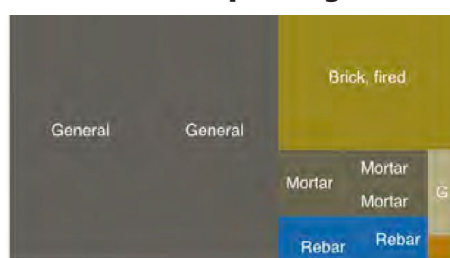
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Steel	1100,52	3191,26	115,55	3306,82	40 831,38
Plastic, polymer	28,5	182,4	2,99	185,39	4 902
Sand	2 912	20,38	230,05	250,43	5 241,6
Stone	10 304	72,13	814,02	886,14	19 577,6
Clay	23 040	7 372,8	1 820,16	9 192,96	41 472
Concrete	12 000	24 924	1 260	26 184	768
Cement	7 837,5	2 743,13	822,94	3 566,06	28 998,75
Total	57 222,52	38 506,1	5 065,71	43 571,81	141 791,33

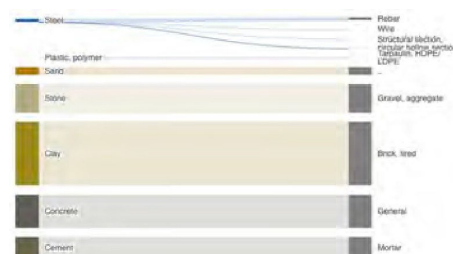
### Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



### Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



### Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

#### 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurales. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

#### 3.5 ENDUIT DE CIMENT

L'enduit de ciment doit être composé de ciment Portland ordinaire, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour quatre (1:4) doit être utilisé, sauf indication contraire. Les enduits de ciment doivent être appliqués sur une épaisseur minimale de 1 cm, sauf indication contraire. Après l'application, les surfaces enduites doivent être durcies (maintenues humides) pendant au moins 7 jours.

Les enduits de ciment imperméables pour les surfaces intérieures et extérieures des réservoirs d'eau doivent être composés de 3 couches : 1) enduit réfractaire 6 mm, 1:4 ; 2) fini rugueux 10 mm, 1:3 ; 3) talochage lisse 10 mm, 1:2. Chaque couche doit être appliquée avant que la couche de base ne soit durcie, celle-ci étant devant être humidifiée et grattée pour assurer une bonne adhérence. Les enduits imperméables doivent être mélangés à un composé imperméabilisant (Sikalite ou équivalent) au dosage spécifié par le fabricant du composé.

#### 3.6 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

#### 3.7 BÉTON

##### 3.7.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

##### 3.7.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment			
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)	Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

### 3.7.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

### 3.7.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.7.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.8 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

## 3.9 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.

## Contexte

Les réservoirs d'eau sont des éléments importants de l'aide en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH). Ils peuvent avoir différentes capacités/tailles et formes et peuvent être construits avec toute une gamme de matériaux dont le coût, la durabilité et le délai de construction varient. Ce modèle de réservoir d'eau en ferrociment est tiré de la publication *Large Ferro-cement Water Tank - Design parameters and construction details* (UNHCR, 2006).

Le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de construction comparables, à savoir le béton armé et la maçonnerie en briques. Le modèle présenté ici est un réservoir d'une capacité de 50 m<sup>3</sup> (c'est-à-dire 50 000 litres), mais des réservoirs d'une capacité inférieure peuvent être construits moyennant des ajustements de dimensions (et les ajustements correspondants du devis quantitatif). Le ferrociment n'est pas courant et peut ne pas être connu des entreprises de construction et des communautés locales.

Des instructions de construction étape par étape sont disponibles dans la publication *Large Ferro-cement Water Tank - Design parameters and construction details*.

Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales/du sol et des normes de construction locales. La construction en béton et en plâtre de ciment doit être réalisée conformément aux spécifications des matériaux. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Les mortiers de ciment utilisés pour les enduits et l'imperméabilisation doivent être mélangés et appliqués conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'étanchéité du réservoir.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Délai de construction court</p> <p>Efficience des matériaux, réduisant potentiellement les coûts et la dépendance à l'égard des chaînes d'approvisionnement locales.</p>	<p>Durabilité relativement faible de la coque du réservoir, qui est fine et peut être facilement endommagée.</p> <p>Potentiel limité de réutilisation ou de modification/adaptation</p>

**Accessibilité financière**  
*(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)*







**Performance**  
*(compte tenu de la capacité et de la durabilité)*







**Durabilité environnementale**  
*(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)*

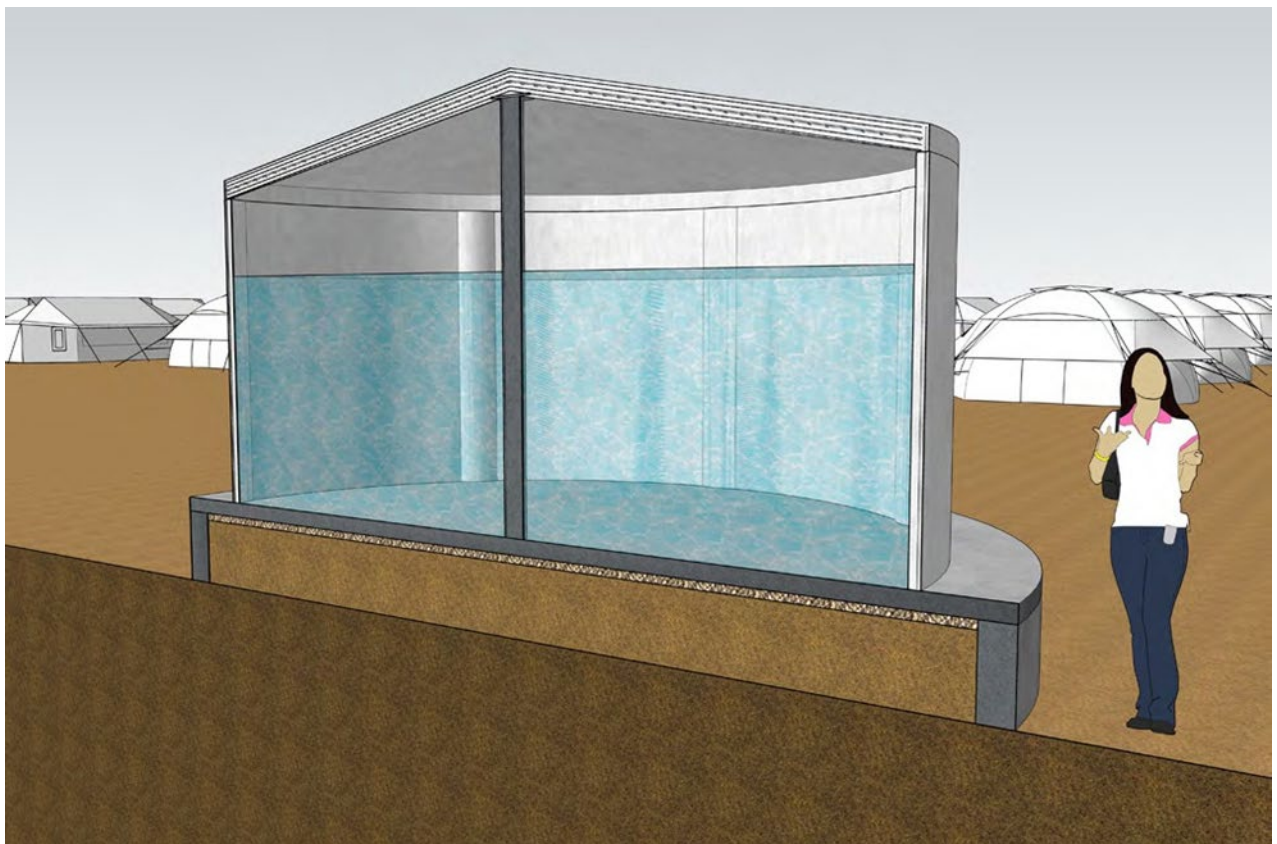


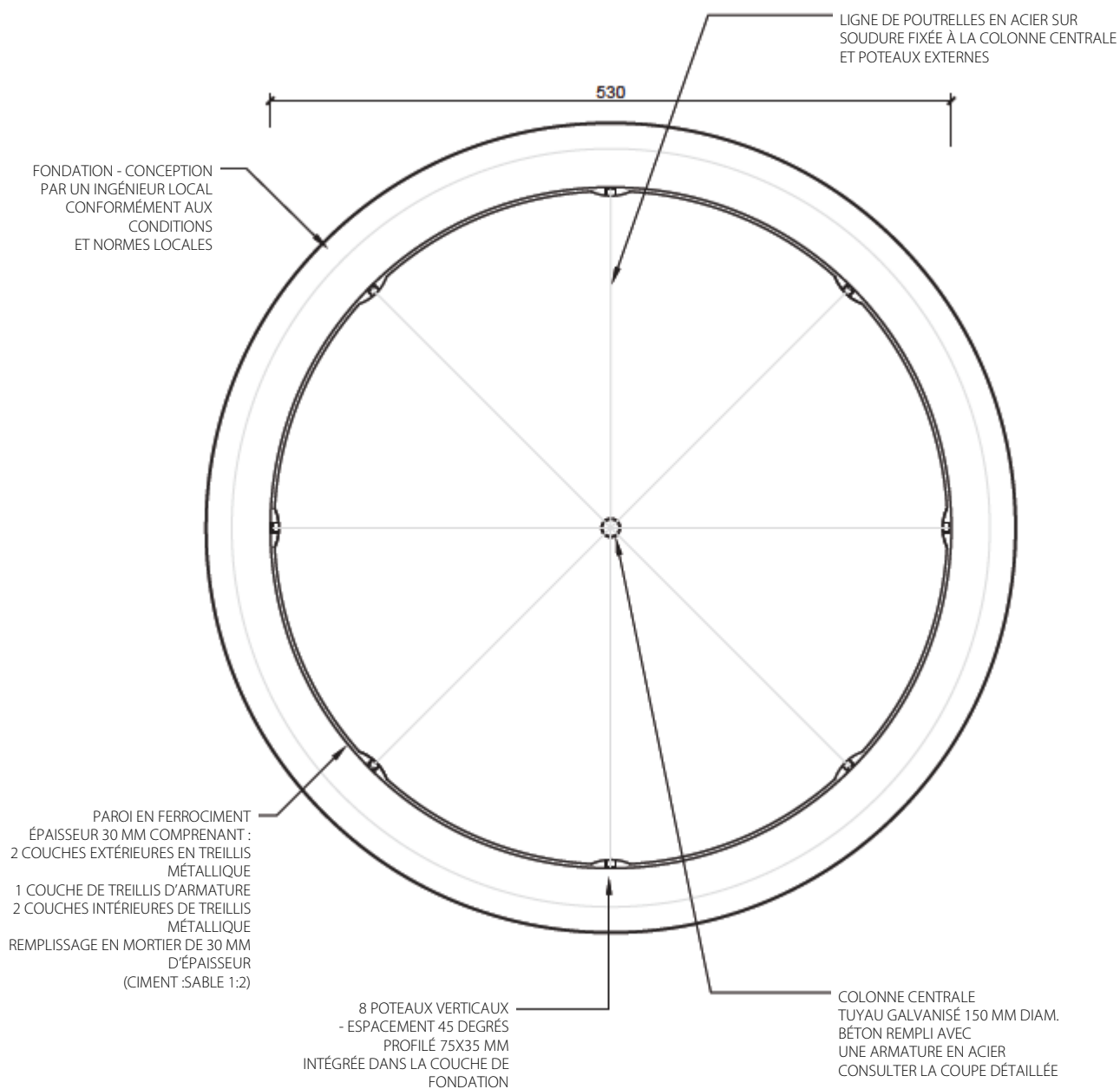




(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)







## NOTES

1. Voir UNHCR (2006), *Large Ferro-Cement Water Tank Design Parameters and Construction Details* pour des instructions de construction étape par étape.
2. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
3. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
4. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
5. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
6. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
7. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

DESSIN N°

**A3-1**

TITRE

**Réservoir d'eau en ferrociment, 50 m<sup>3</sup>**

Plan

PROJET

**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR

**AU**

VÉRIFIÉ PAR

**RN**

ÉCHELLE

**1:50**

UNITÉ

**CM**

PAGE

**1 de 2**

DATE

**31.08.2023**

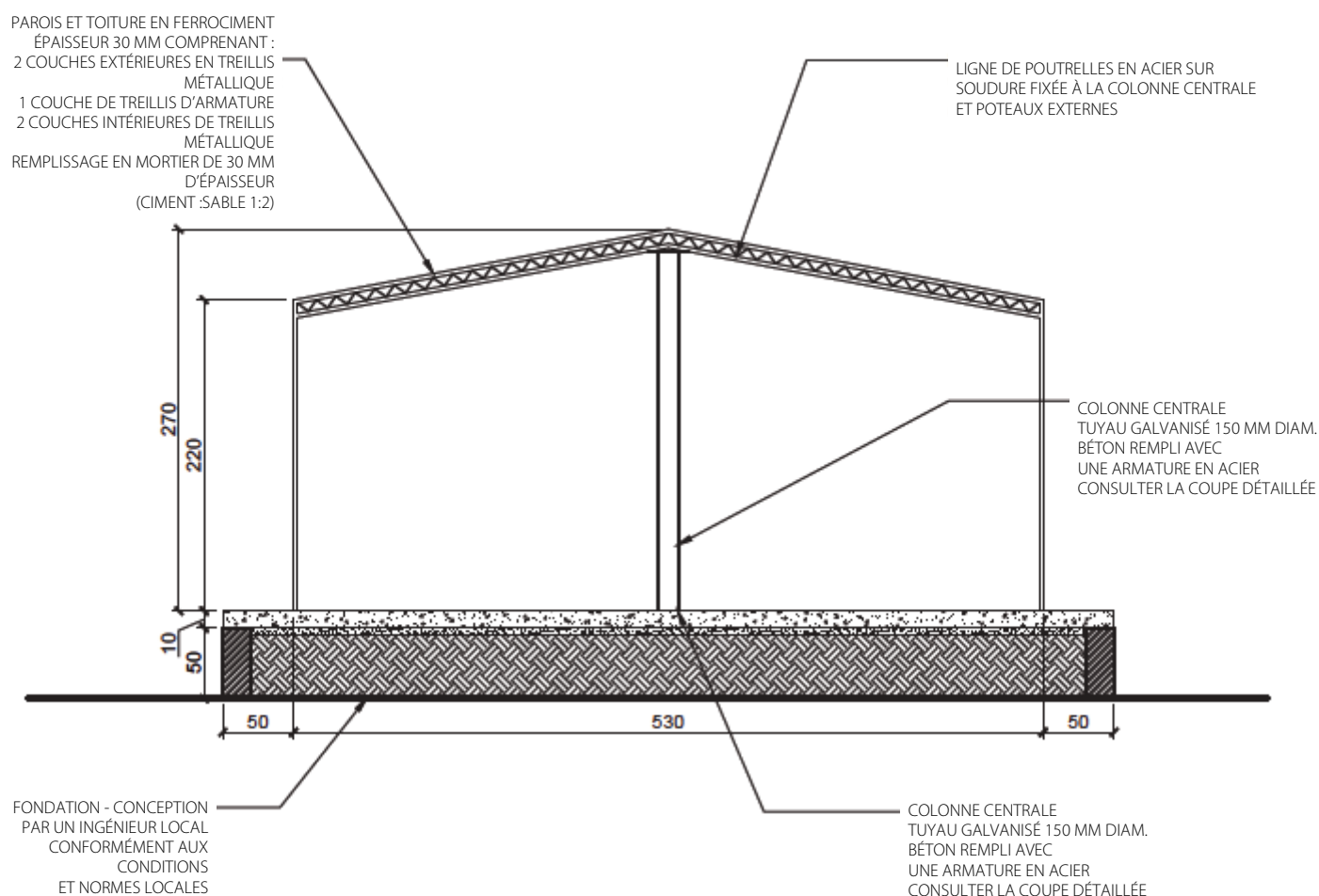


**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**

Catalogue des infrastructures communautaires





## NOTES

1. Voir UNHCR (2006), *Large Ferro-Cement Water Tank Design Parameters and Construction Details* pour des instructions de construction étape par étape.
2. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
3. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
4. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
5. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
6. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
7. Consultez la conception hydraulique pour les assemblages de tuyaux. Les boîtes à clapet doivent être dimensionnées en fonction des dispositifs d'entrée et de sortie.

DESSIN N°  
**A3-2**

TITRE  
**Réservoir d'eau en ferrociment, 50 m³**  
Plan  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:50**  
UNITÉ  
**CM**  
PAGE  
**2 de 2**  
DATE  
**31.08.2023**



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency  
**Section de l'appui technique**  
Catalogue des infrastructures communautaires

## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Sable grossier (pour les fondations)	m <sup>3</sup>	14
2	Blocs de béton pour le périmètre des fondations (400 x 200 x 200)	pièce	150
3	Ciment	kg	3300
4	Sable fin (pour le béton et le mortier)	m <sup>3</sup>	4,5
5	Granulats (pour le béton)	m <sup>3</sup>	5
6	Barre d'armature (6 mm)	m	170
7	Barre d'armature (9 mm)	m	1460
8	Profilés en acier (3 m x 75 mm x 37,5 mm)	pièce	6
9	Treillis métallique (1 mm de diamètre) En grille de 20 x 20 mm	m <sup>2</sup>	125
10	Tuyau galvanisé (2,7m x 150 mm diam.)	pièce	1
11	Plaque en acier	m <sup>2</sup>	0,1
Voir <i>Large Ferro-cement Water Tank - Design parameters and construction details</i> (UNHCR, 2006) pour un schéma des armatures de flexion.			

## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Sand	41440	290,08	3 273,76	3 563,84	74 592
Concrete	3240	777,6	340,2	1117,8	11988
Cement	3300	4 290	346,5	4 636,5	25 740
Stone	11200	78,4	884,8	963,2	21280
Steel	1574,58	3 934,28	165,33	4 099,61	64 104,84
Total	60 754,58	9 370,36	5 010,59	14 380,95	197 704,84

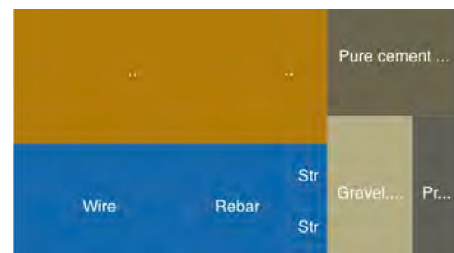
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

#### 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.



### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

#### 3.5 ENDUIT DE CIMENT

L'enduit de ciment doit être composé de ciment Portland ordinaire, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour quatre (1:4) doit être utilisé, sauf indication contraire. Les enduits de ciment doivent être appliqués sur une épaisseur minimale de 1 cm, sauf indication contraire. Après l'application, les surfaces enduites doivent être durcies (maintenues humides) pendant au moins 7 jours.

Les enduits de ciment imperméables pour les surfaces intérieures et extérieures des réservoirs d'eau doivent être composés de 3 couches : 1) enduit réfractaire 6 mm, 1:4 ; 2) fini rugueux 10 mm, 1:3 ; 3) talochage lisse 10 mm, 1:2. Chaque couche doit être appliquée avant que la couche de base ne soit durcie, celle-ci étant devant être humidifiée et grattée pour assurer une bonne adhérence. Les enduits imperméables doivent être mélangés à un composé imperméabilisant (Sikalite ou équivalent) au dosage spécifié par le fabricant du composé.

#### 3.6 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

#### 3.7 BÉTON

##### 3.7.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

## 3.7.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5 : 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

## 3.7.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

## 3.7.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

## 3.7.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.8 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

## 3.9 TREILLIS MÉTALLIQUE EN FERROCIMENT

Pour le ferrociment, le treillis métallique galvanisé doit avoir un diamètre de 0,50 à 1 mm et un espacement de 10 à 20 mm entre les mailles. Le fil doit être galvanisé et exempt de rouille, d'huile ou d'autres impuretés susceptibles de réduire l'adhérence de l'enduit de ciment.

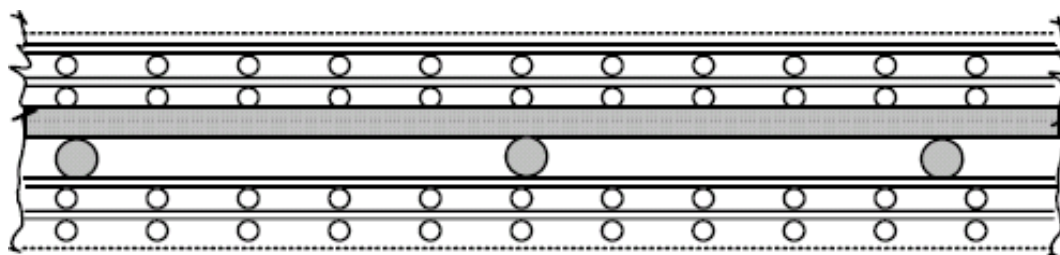


Figure 1. Coupe de la configuration du treillis métallique et de l'armature en acier pour le ferrociment

### 3.10 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.

### 3.11 MAÇONNERIE EN PIERRE

Les pierres doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des pierres posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées. Les pierres sont posées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas. Les joints et les espaces entre les pierres doivent être remplis avec des pierres plus petites.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. La maçonnerie finie doit être recouverte d'une feuille de plastique ou d'un textile et maintenue humide (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.

## Contexte

Les bornes-fontaines offrent des points de distribution d'eau centralisés qui favorisent l'approvisionnement communautaire en eau. Outre la gestion de l'hygiène, de l'eau potable et des eaux usées, l'accessibilité et la durabilité des bornes-fontaines dans des conditions pluvieuses sont des questions importantes à prendre en compte dans la conception de cette infrastructure. Le temps d'assemblage ou de construction est une autre considération essentielle dans les situations d'urgence.

Ce modèle de borne-fontaine d'urgence doté d'un radier en béton armé est tiré de la publication du HCR intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings (D-301/2015a)*. La borne-fontaine comprend une surface de radier de 5,7 m<sup>2</sup>, six robinets et un système de drainage vers un puits d'infiltration. Le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de conception s'agissant du radier, qui peut être fait en gravier (B2) ou en palettes de bois (B3).

Le béton armé est une solution couramment utilisée pour les raiders, car il offre une surface durable qui facilite l'accès et le drainage dans des conditions pluvieuses où le radier peut être trempé. La construction en béton armé est relativement complexe par rapport aux solutions qui utilisent du gravier ou des palettes en bois, mais les compétences et les matériaux pour la construction en béton armé sont largement disponibles. La construction en béton armé nécessite en général de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction. La publication intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings (D-301/2015a)* comprend des instructions étape par étape pour organiser une construction dirigée par la communauté avec un certain appui technique.

Pour garantir qu'un radier en béton armé remplisse correctement sa fonction, le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Les mortiers de ciment utilisés pour les enduits et le nivellement en pente doivent être mélangés et appliqués conformément aux spécifications du matériau.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité de la surface du radier (associées à de faibles besoins d'entretien)</p> <p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>Disponibilité des matériaux et des compétences pour la construction et l'entretien.</p>	<p>Coûts de construction initiaux relativement élevés.</p> <p>La construction en béton armé nécessite en général l'intervention d'un entrepreneur ou d'une entreprise de construction.</p> <p>Potentiel limité de réutilisation ou de modification/adaptation</p>

**Accessibilité financière**  
*(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)*







**Performance**  
*(compte tenu de la capacité et de la durabilité)*







**Durabilité environnementale**  
*(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)*







(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

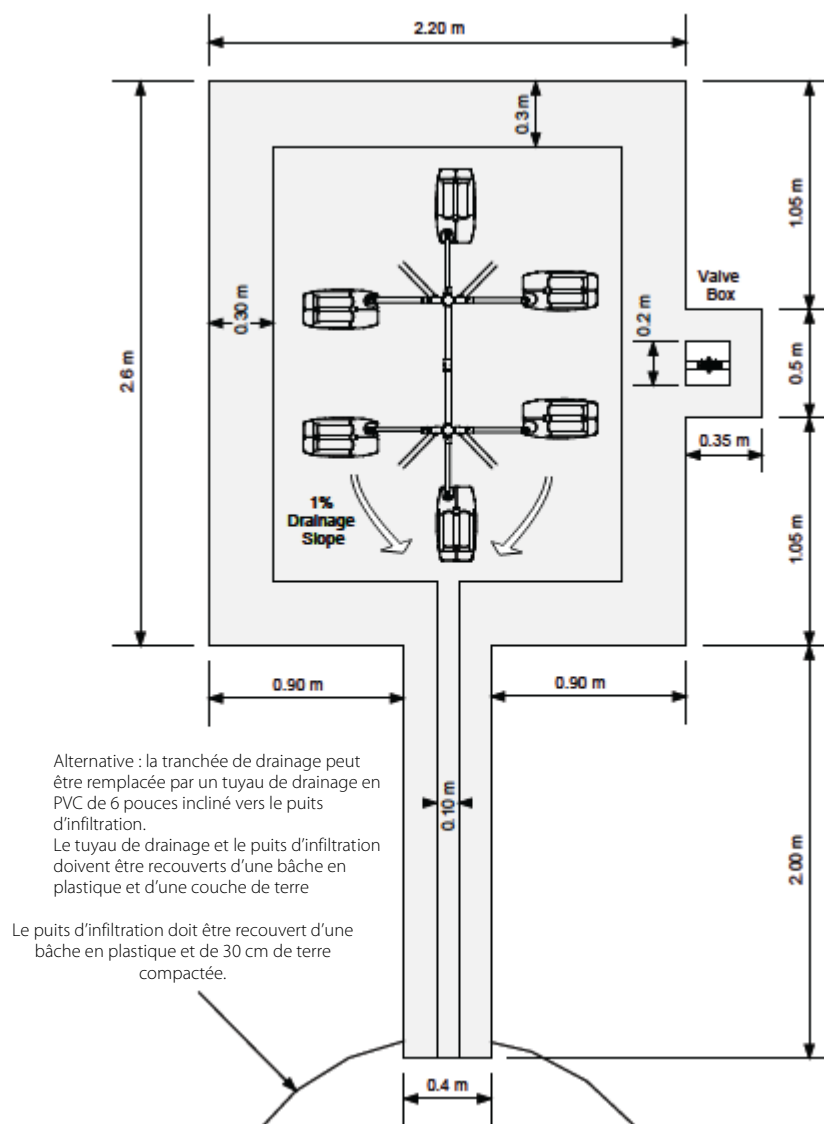




## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Treillis soudé en acier haute résistance Ø6mm 20 cm x 20 cm	m <sup>2</sup>	10
2	Bâche en plastique	m <sup>2</sup>	10
3	Sable grossier	m <sup>3</sup>	0,9
4	Gravier grossier (12 mm - 25 mm)	m <sup>3</sup>	1,5
5	Ciment (sacs de 50 kg)	sac	10
6	Couche de fondation compactée	m <sup>3</sup>	1,5
7	Assemblage complet de la borne-fontaine (borne-fontaine, 6 robinets, coude, tuyau)	pièce	1

## Disposition générale



## NOTES

1. La borne-fontaine doit être positionnée au centre du radier avec les becs de robinet à exactement 50 cm au-dessus de la surface du béton.
2. La surface en béton doit être recouverte d'un revêtement antidérapant (légèrement brossé), avec une pente de 1 % jusqu'au puits d'infiltration.
3. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par un essai d'infiltration du sol sur place (consultez l'Annexe 20 de la publication *Engineering in Emergencies* ou, à défaut, le tableau des taux d'infiltration typiques du sol à la page 213 du manuel intitulé *UNHCR WASH Manual*).

D-301

## TITRE

**Borne-fontaine d'urgence -  
béton armé**

Disposition générale

## PROJET

Nom du projet, pays

## DESSINÉ PAR

B. Harvey - 11/10/15

## APPROUVÉ PAR

M. Burt - 15/11/15

## ÉCHELLE

1:30

## UNITÉ

mètre

## PAGE

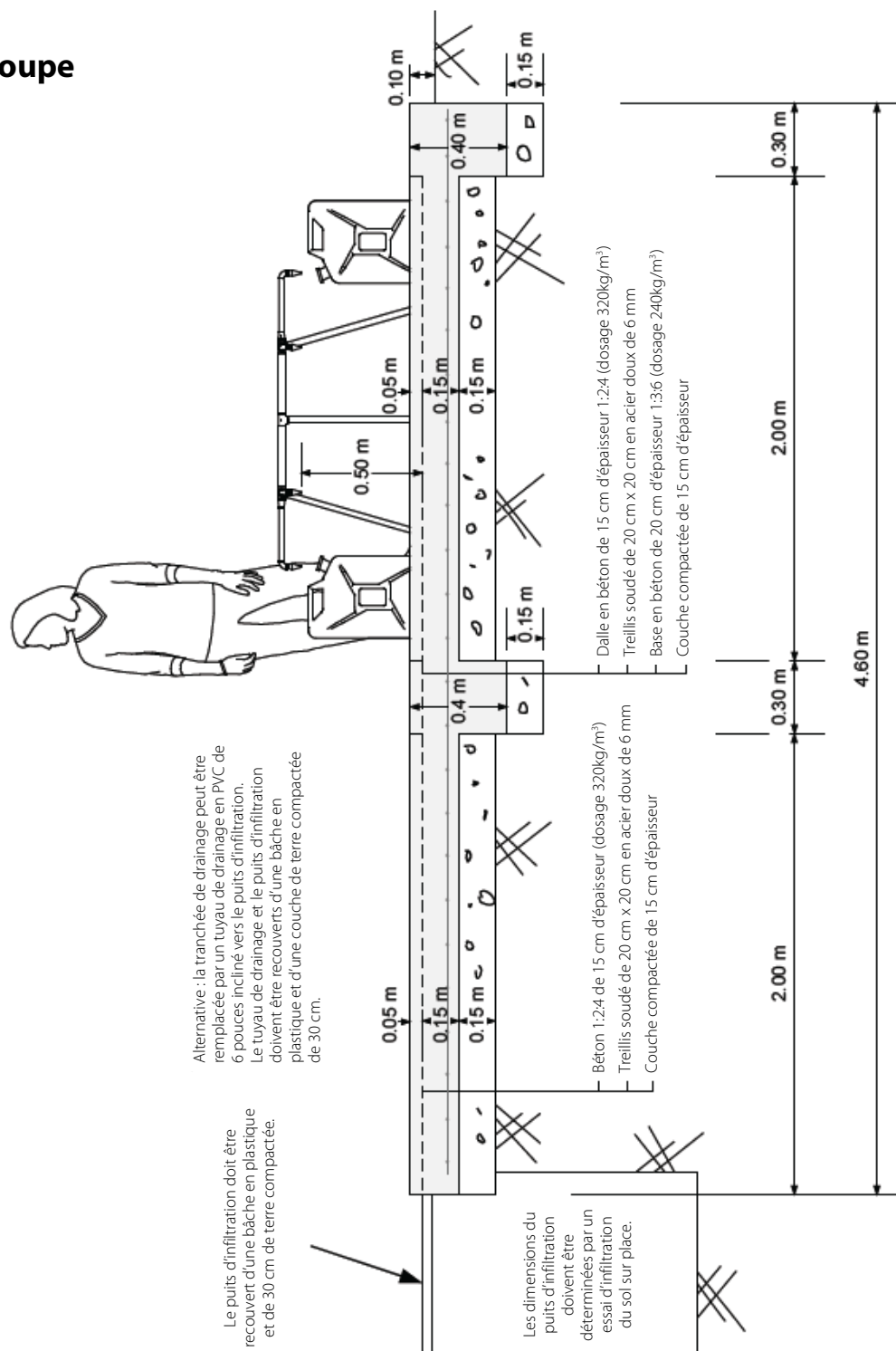
1 de 2

## DATE DE

PUBLICATION

15/11/15

## Coupe



## NOTES

1. Base structurelle en béton non armé 1:3:6 (dosage minimum de ciment 240 kg/m<sup>3</sup>). Dalle en béton 1:2:4 (dosage minimum de ciment 320kg/m<sup>3</sup>).
2. La couche de 15 cm de béton compacté doit être recouverte d'une couche de sable de 1 mm avant de couler le béton.
3. L'armature de la dalle consiste en un treillis soudé de 20 cm x 20 cm en acier doux haute résistance de 6 mm, placé à 3 cm au-dessus de la base compactée.

D-301

## TITRE

**Borne-fontaine d'urgence -  
béton armé**

Disposition générale

## PROJET

Nom du projet, pays

## DESSINÉ PAR

B. Harvey - 11/10/15

## APPROUVÉ PAR

M. Burt - 15/11/15

## ÉCHELLE

1:30

## UNITÉ

mètre

## PAGE

2 de 2

## DATE DE

PUBLICATION

15/11/15

## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Steel	56,4	163,56	5,92	169,48	2 092,44
Plastic, polymer	1,9	12,16	0,2	12,36	326,8
Sand	2 016	14,11	159,26	173,38	3 628,8
Stone	13 664	95,65	1 079,46	1 175,1	25 961,6
Cement	500	650	52,5	702,5	3 900
Total	16 238,3	935,48	1 297,34	2 232,82	35 909,64

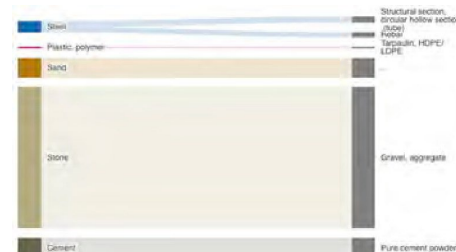
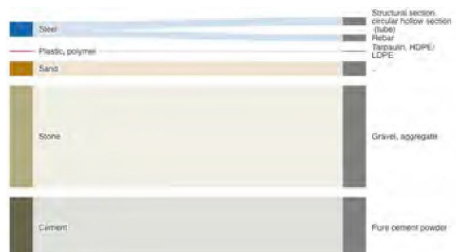
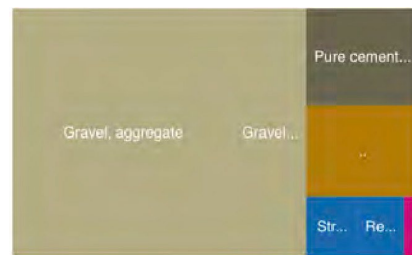
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

## 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

## 3 MATÉRIAUX

### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurales. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 ENDUIT DE CIMENT

L'enduit de ciment doit être composé de ciment Portland ordinaire, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour quatre (1:4) doit être utilisé, sauf indication contraire. Les enduits de ciment doivent être appliqués sur une épaisseur minimale de 1 cm, sauf indication contraire. Après l'application, les surfaces enduites doivent être durcies (maintenues humides) pendant au moins 7 jours.

Les enduits de ciment imperméables pour les surfaces intérieures et extérieures des réservoirs d'eau doivent être composés de 3 couches : 1) enduit réfractaire 6 mm, 1:4 ; 2) fini rugueux 10 mm, 1:3 ; 3) talochage lisse 10 mm, 1:2. Chaque couche doit être appliquée avant que la couche de base ne soit durcie, celle-ci étant devant être humidifiée et grattée pour assurer une bonne adhérence. Les enduits imperméables doivent être mélangés à un composé imperméabilisant (Sikalite ou équivalent) au dosage spécifié par le fabricant du composé.

### 3.6 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

### 3.7 BÉTON

#### 3.7.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.7.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.7.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.7.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

#### 3.7.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.8 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

## Contexte















Les bornes-fontaines offrent des points de distribution d'eau centralisés qui favorisent l'approvisionnement communautaire en eau. Outre la gestion de l'hygiène, de l'eau potable et des eaux usées, l'accessibilité et la durabilité des bornes-fontaines dans des conditions pluvieuses sont des questions importantes à prendre en compte dans la conception de cette infrastructure. Le temps d'assemblage ou de construction est une autre considération essentielle dans les situations d'urgence.

Ce modèle de borne-fontaine d'urgence doté d'un radier en gravier drainant est tiré de la publication du HCR intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings (D-301/2015a)*. La borne-fontaine comprend une surface de radier de 5,7 m<sup>2</sup>, six robinets standards du HCR et un système de drainage vers un puits d'infiltration. Le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de conception s'agissant du radier, qui peut être fait en béton armé (B1) ou en palettes de bois (B3).

Le gravier est une solution opportune pour un radier de borne-fontaine, compte tenu du délai de construction relativement court et du faible coût. Une couche de gravier posée comme dans ce modèle offre une surface bien drainée. Cependant, une surface en gravier est moins stable qu'une surface en béton armé. Le gravier nécessite également plus d'entretien, notamment en ce qui concerne l'apport régulier de gravier afin de maintenir une couche suffisamment épaisse pour permettre le drainage de la surface supérieure.

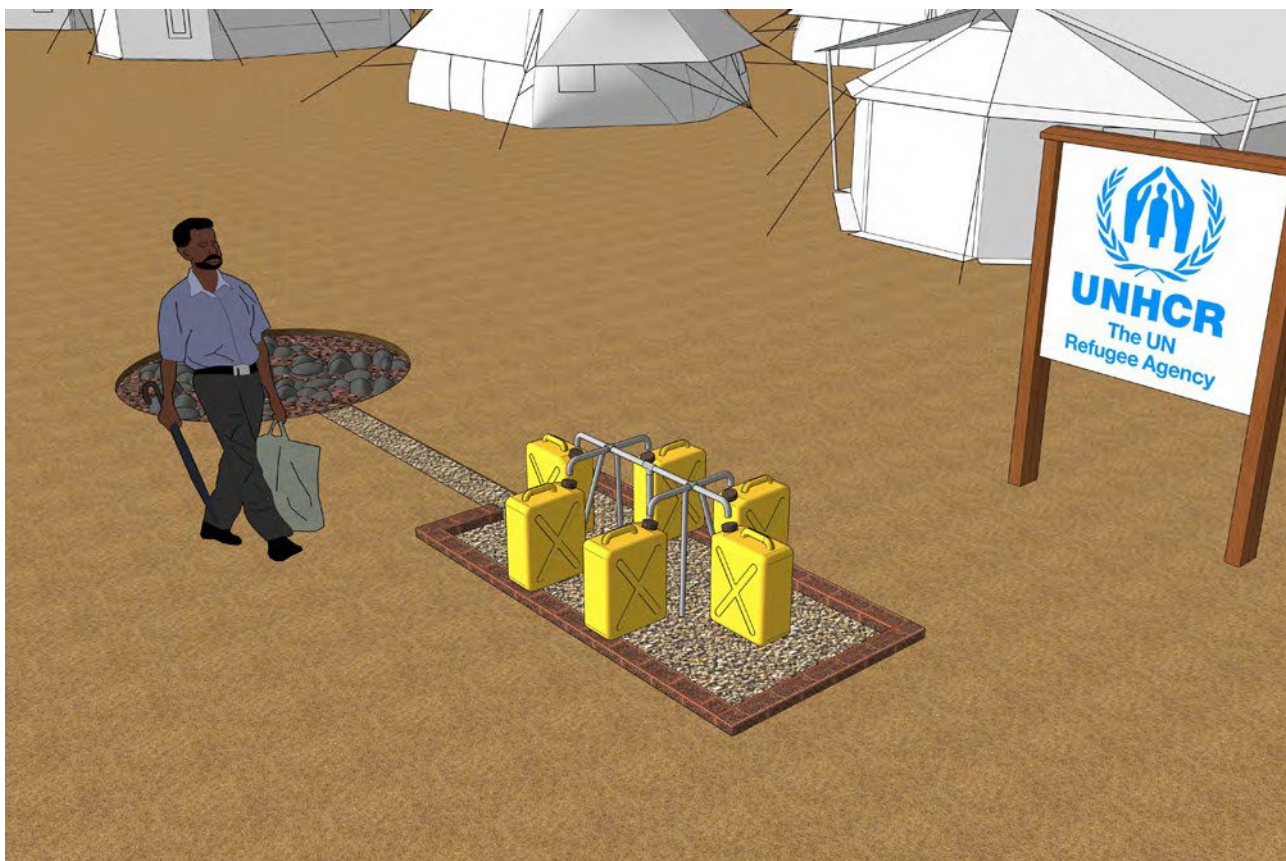
La publication intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings (D-301/2015a)* comprend des instructions étape par étape pour organiser une construction dirigée par la communauté avec un certain appui technique.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Coût initial relativement faible.</p> <p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>La simplicité de la technique de construction permet que la construction soit dirigée par la communauté.</p>	<p>Durabilité limitée et nécessité d'un entretien régulier pour réapprovisionner le radier en gravier.</p> <p>Le radier de gravier peut entraver l'accessibilité et la fonctionnalité.</p>

<p><b>Accessibilité financière</b> (compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b> (compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b> (compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

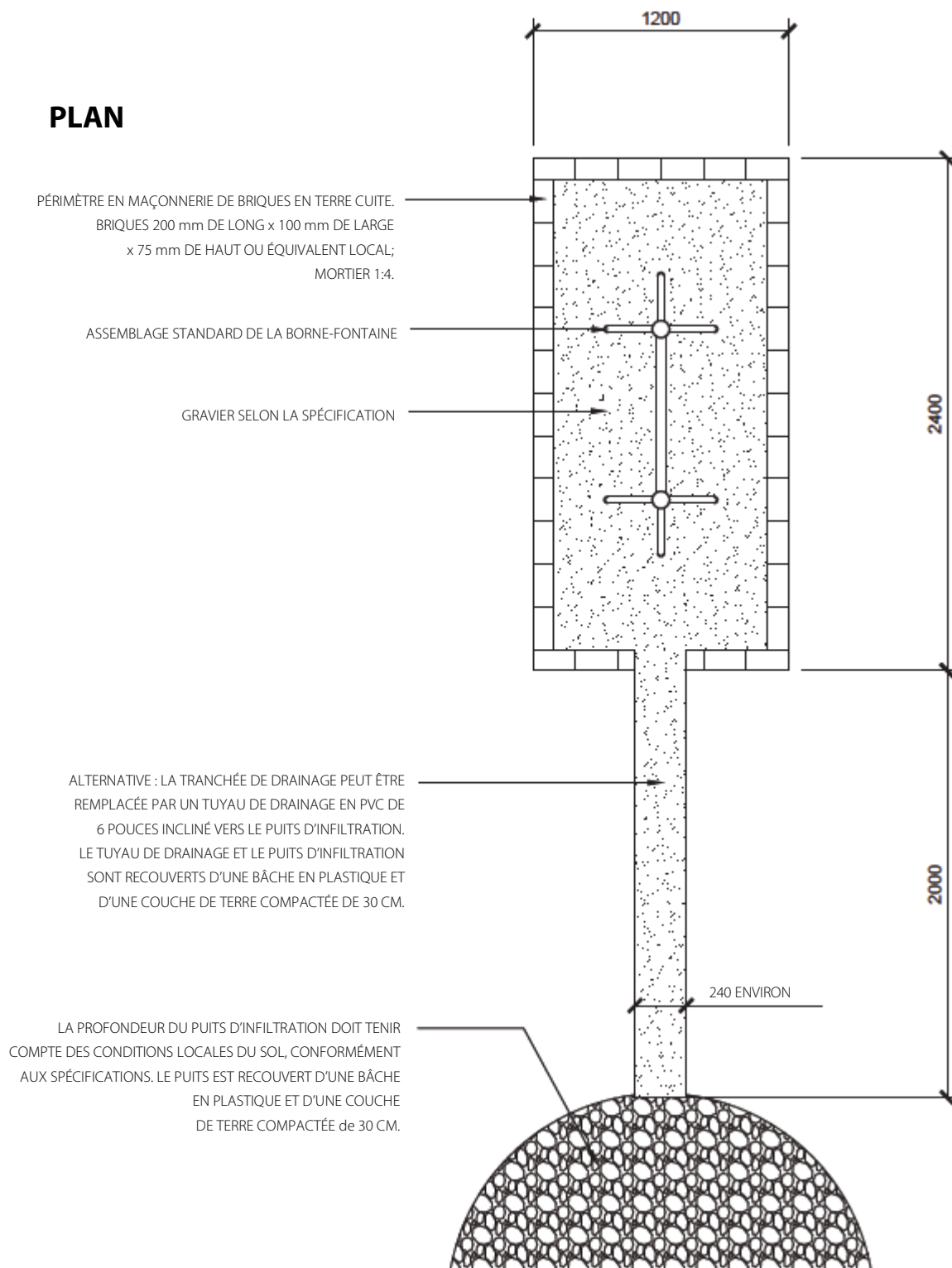




## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Briques (20 cm x 10 cm x 7 cm ou similaire)	pièce	40
2	Bâche en plastique	m <sup>2</sup>	2
3	Gravier grossier (12 mm - 25 mm)	m <sup>3</sup>	1,5
4	Assemblage complet de la borne-fontaine (borne-fontaine, 6 robinets, coude, tuyau)	pièce	1

## PLAN



## NOTES

- LA BORNE-FONTAINE DOIT ÊTRE AU CENTRE AVEC LES BECS DE ROBINETS À 50 CM AU-DESSUS DE LA SURFACE EN GRAVIER.
- LES DIMENSIONS DU Puits D'INFILTRATION DOIVENT ÊTRE DÉTERMINÉES PAR DES ESSAIS D'INFILTRATION DU SOL SUR PLACE - VOIR SPÉCIFICATIONS.
- CONSULTEZ LA SPÉCIFICATION POUR LA DESCRIPTION DES MATÉRIAUX.
- LES DIMENSIONS SONT NOMINALES ET PEUVENT ÊTRE ADAPTÉES AUX CONDITIONS ET EXIGENCES LOCALES.

DESSIN N°  
**B2-2**

TITRE  
**Borne-fontaine d'urgence - gravier**  
Plan  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

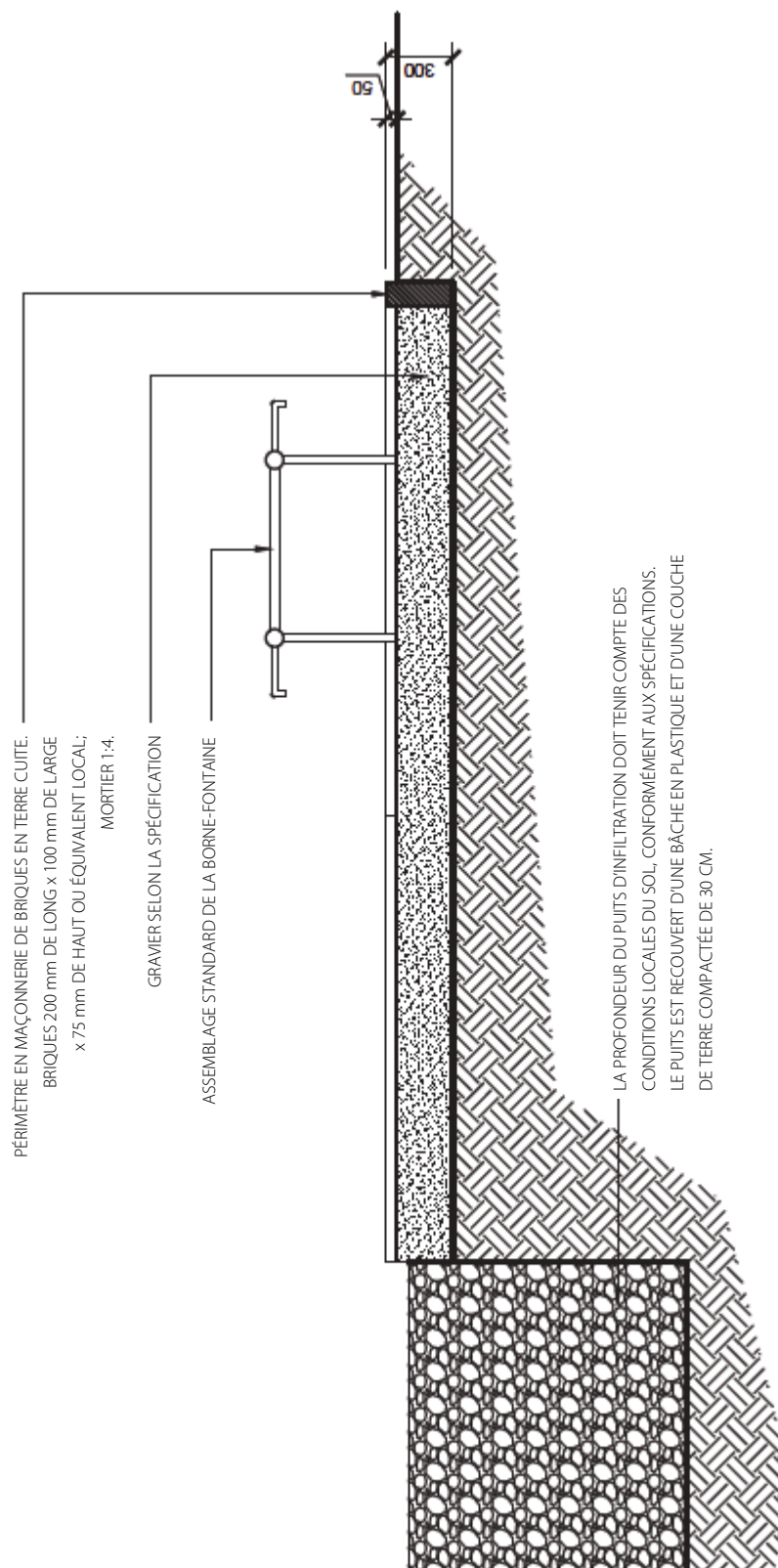
DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:30**

UNITÉ  
**CM**  
PAGE  
**2 de 2**  
DATE  
**31.08.2023**



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency  
Section de l'appui technique  
Catalogue des infrastructures communautaires

## COUPE



## NOTES

- LA BORNE-FONTAINE DOIT ÊTRE AU CENTRE AVEC LES BECS DE ROBINETS À 50 CM AU-DESSUS DE LA SURFACE EN GRAVIER.
- LES DIMENSIONS DU PUIT D'INFILTRATION DOIVENT ÊTRE DÉTERMINÉES PAR DES ESSAIS D'INFILTRATION DU SOL SUR PLACE - VOIR SPÉCIFICATIONS.
- CONSULTEZ LA SPÉCIFICATION POUR LA DESCRIPTION DES MATÉRIAUX.
- LES DIMENSIONS SONT NOMINALES ET PEUVENT ÊTRE ADAPTÉES AUX CONDITIONS ET EXIGENCES LOCALES.

DESSIN N°  
**B2-2**

TITRE  
**Borne-fontaine d'urgence - gravier**  
Plan  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:30**

UNITÉ  
**CM**  
PAGE  
**2 de 2**  
DATE  
**31.08.2023**



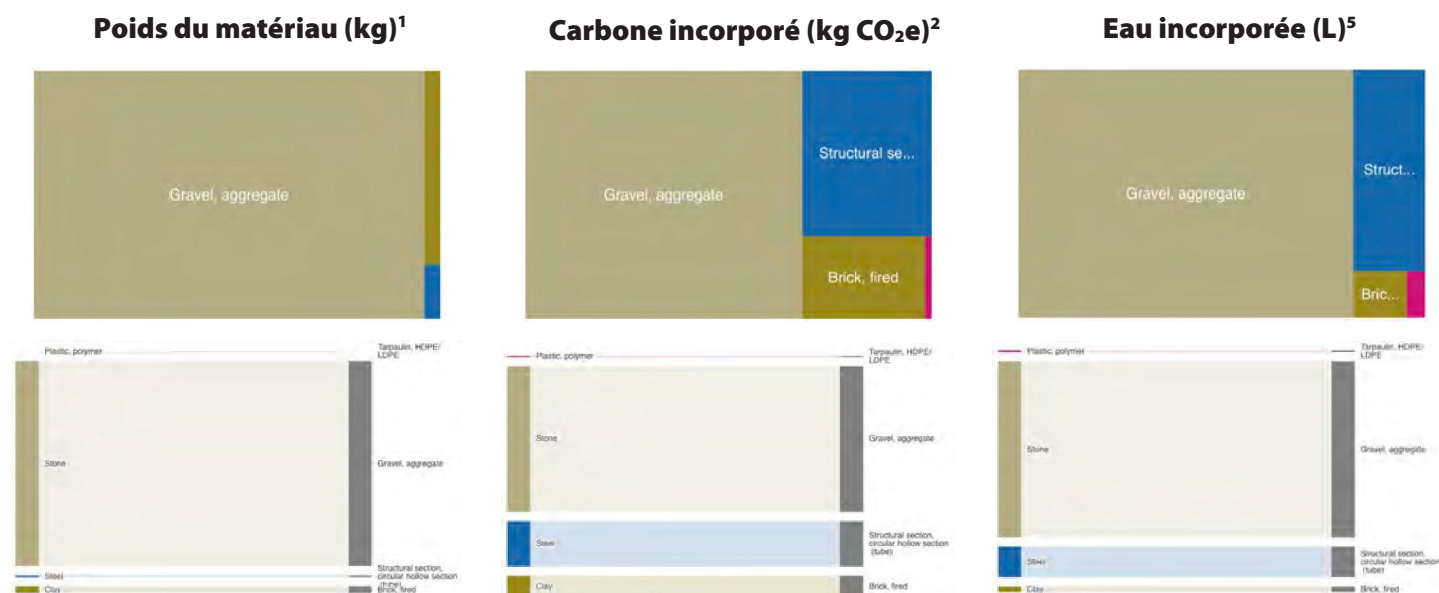
**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**  
Catalogue des infrastructures communautaires

## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Plastic, polymer	0,38	2,43	0,04	2,47	65,36
Stone	3 360	23,52	265,44	288,96	6 384
Steel	30	87	3,15	90,15	1113
Clay	107,52	34,41	8,49	42,9	193,54
Total	3 497,9	147,36	277,12	424,48	7 755,9



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

#### 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Les bornes-fontaines offrent des points de distribution d'eau centralisés qui favorisent l'approvisionnement communautaire en eau. Outre la gestion de l'hygiène, de l'eau potable et des eaux usées, l'accessibilité et la durabilité des bornes-fontaines dans des conditions pluvieuses sont des questions importantes à prendre en compte dans la conception de cette infrastructure. Le temps d'assemblage ou de construction est une autre considération essentielle dans les situations d'urgence.

Ce modèle de borne-fontaine d'urgence doté d'un radier fait à l'aide de palettes de transport en bois est tiré de la publication du HCR intitulée *UNHCR Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings* (D-301/2015a).

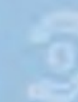
La borne-fontaine comprend une surface de radier de 3 m<sup>2</sup>, six robinets standards du HCR et un système de drainage vers un puits d'infiltration. Le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de conception s'agissant du radier, qui peut être fait en béton armé (B1) ou en gravier (B2).

Les palettes en bois sont une solution opportune pour un radier de borne-fontaine, compte tenu du délai de construction relativement court et du faible coût. Compte tenu de la durabilité limitée du bois dans des conditions pluvieuses, cette conception constitue une solution à court terme dans les situations d'urgence. Les palettes offrent une surface bien drainée. Cependant, la surface irrégulière des palettes en bois peut être gênante et entraver l'accès aux robinets.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Coût initial relativement faible.</p> <p>Délai de construction court</p> <p>La simplicité de la technique de construction permet que la construction soit dirigée par la communauté.</p>	<p>Durabilité limitée et entretien régulier nécessaire pour maintenir les palettes stables et dans leur position.</p> <p>Le radier de palettes en bois peut entraver l'accessibilité et la fonctionnalité.</p> <p>Flexibilité limitée en ce qui concerne la taille et la forme en raison de la taille standard d'une palette en bois.</p>

### Accessibilité financière

(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)



### Performance

(compte tenu de la capacité et de la durabilité)



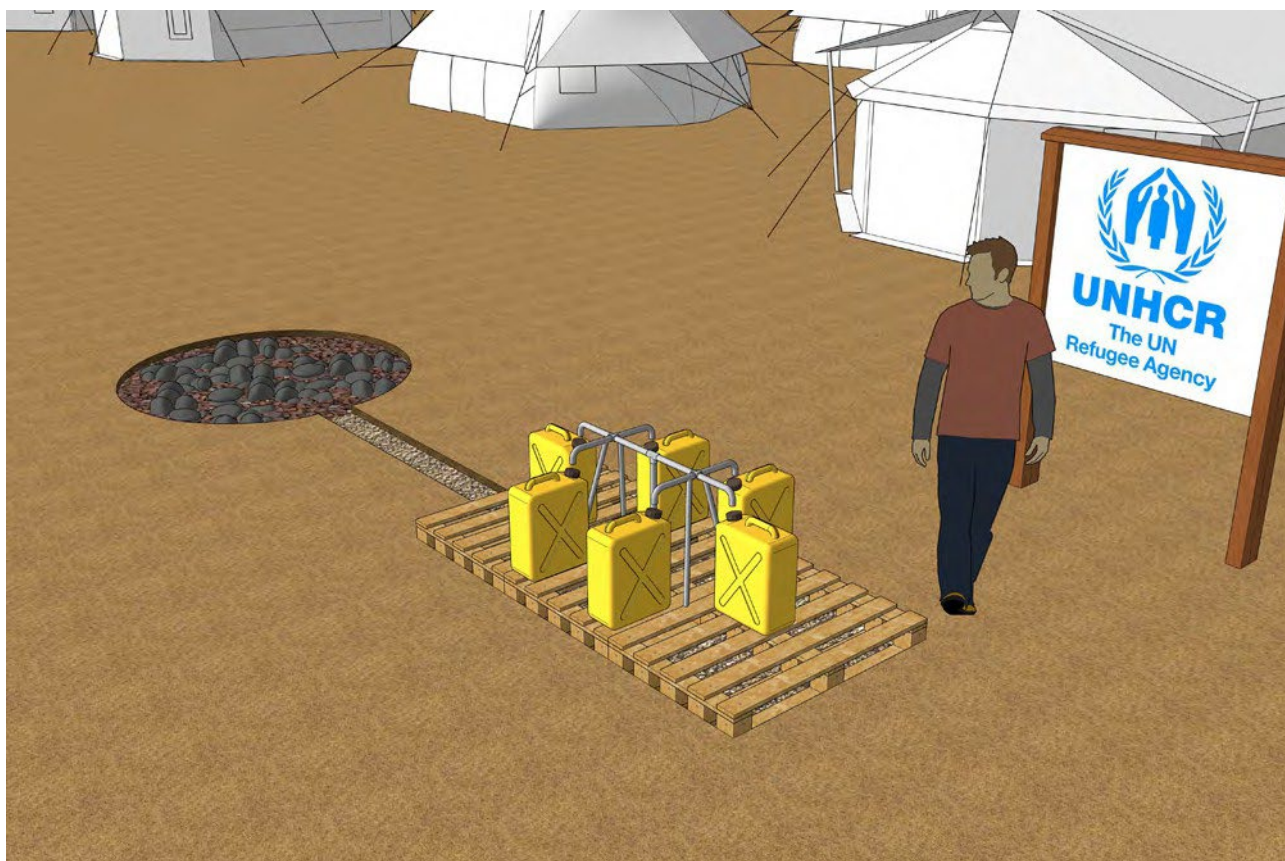
### Durabilité environnementale

(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

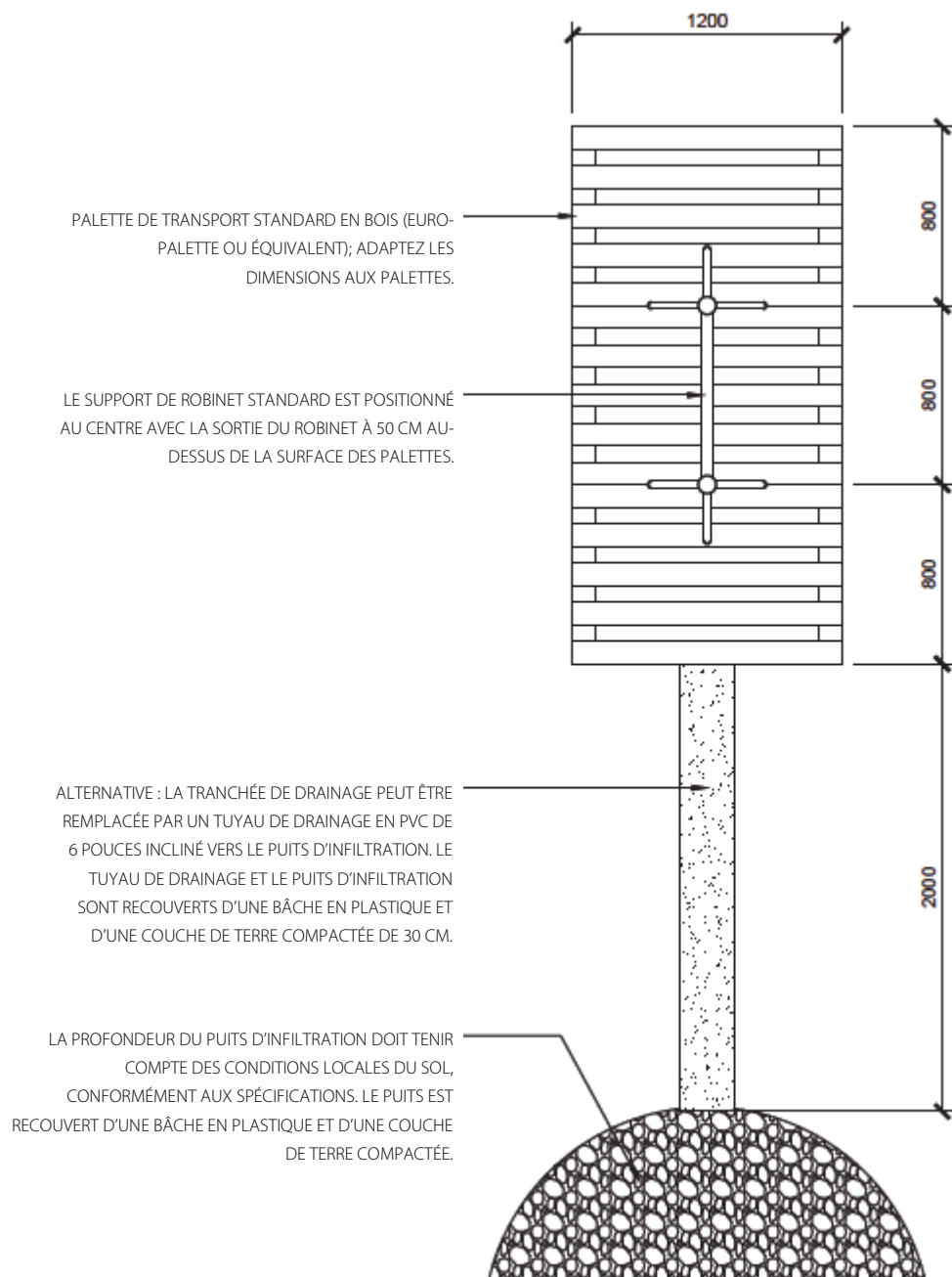




## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Palette en bois (environ 1,2 m x 0,8 m (euro-palette ou équivalent))	pièce	3
2	Bâche en plastique	m <sup>2</sup>	3
4	Gravier grossier (12 mm - 25 mm)	m <sup>3</sup>	0,75
7	Assemblage complet de la borne-fontaine (borne-fontaine, 6 robinets, coude, tuyau)	pièce	1

## PLAN



## NOTES

- LA BORNE-FONTAINE DOIT ÊTRE AU CENTRE AVEC LES BECS DE ROBINETS À 50 CM AU-DESSUS DE LA SURFACE EN GRAVIER.
- LES DIMENSIONS DU Puits D'INFILTRATION DOIVENT ÊTRE DÉTERMINÉES PAR DES ESSAIS D'INFILTRATION DU SOL SUR PLACE - VOIR SPÉCIFICATIONS.
- CONSULTEZ LA SPÉCIFICATION POUR LA DESCRIPTION DES MATÉRIAUX.
- LES DIMENSIONS SONT NOMINALES ET PEUVENT ÊTRE ADAPTÉES AUX CONDITIONS ET EXIGENCES LOCALES.

DESSIN N°

B3-1

TITRE

**Borne-fontaine d'urgence - palettes en bois**  
Plan

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

**AU**  
VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

**CM**  
PAGE

1 de 2

DATE

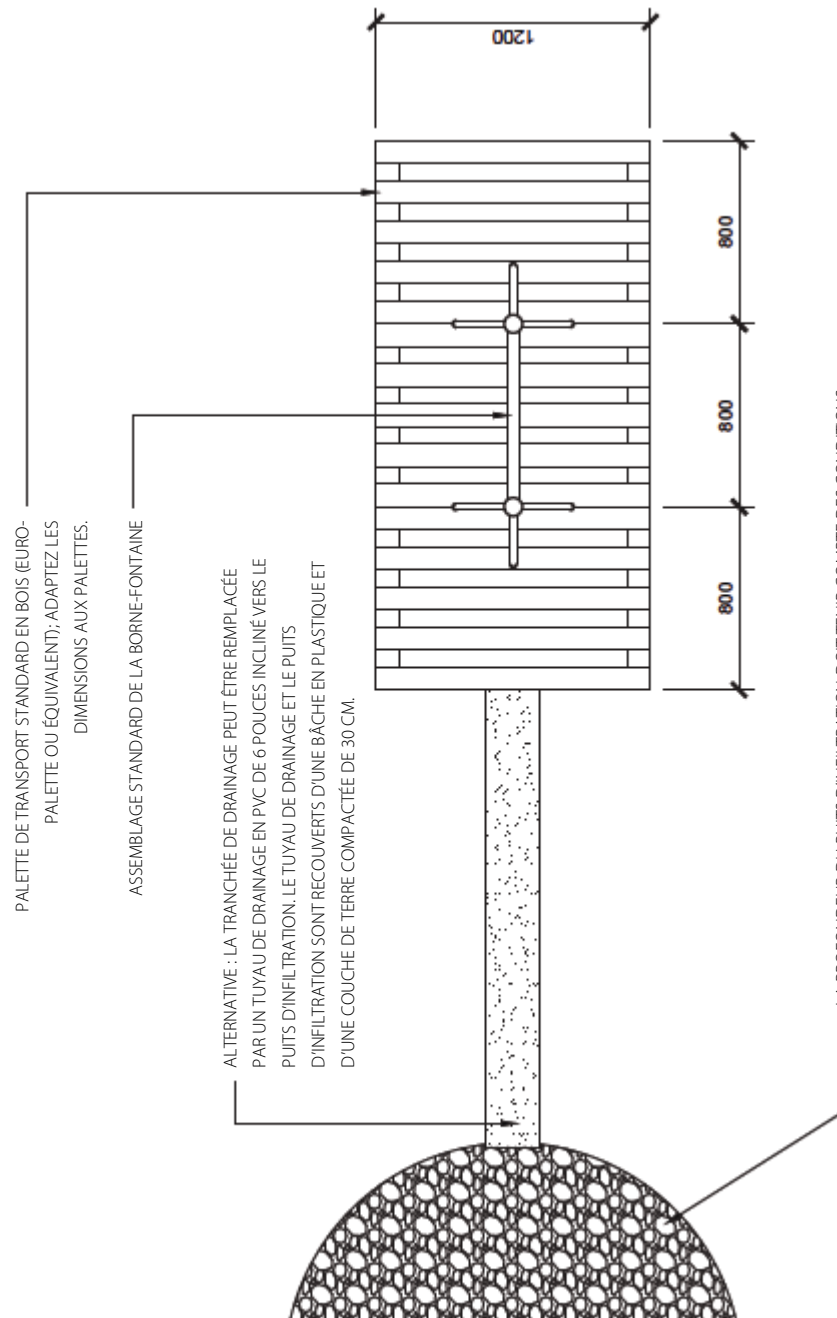
31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique  
Catalogue des infrastructures communautaires

## COUPE



## NOTES

- LA BORNE-FONTAINE DOIT ÊTRE AU CENTRE AVEC LES BECS DE ROBINETS À 50 CM AU-DESSUS DE LA SURFACE EN GRAVIER.
- LES DIMENSIONS DU PUITS D'INFILTRATION DOIVENT ÊTRE DÉTERMINÉES PAR DES ESSAIS D'INFILTRATION DU SOL SUR PLACE - VOIR SPÉCIFICATIONS.
- CONSULTEZ LA SPÉCIFICATION POUR LA DESCRIPTION DES MATÉRIAUX.
- LES DIMENSIONS SONT NOMINALES ET PEUVENT ÊTRE ADAPTÉES AUX CONDITIONS ET EXIGENCES LOCALES.

DESSIN N°  
**B3-2**

TITRE  
**Borne-fontaine d'urgence - palettes en bois**  
Coupe  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:30**

UNITÉ  
**CM**  
PAGE  
**2 de 2**  
DATE  
**31.08.2023**



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**  
Catalogue des infrastructures communautaires

## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>			Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total	
Plastic, polymer	0,38	2,43	0,04	2,47	65,36
Stone	3 360	23,52	265,44	288,96	6 384
Steel	30	87	3,15	90,15	1113
Timber	29,38	7,64	3,08	10,72	753,79
<b>Total</b>	<b>3 419,76</b>	<b>120,59</b>	<b>271,71</b>	<b>392,3</b>	<b>8 316,15</b>

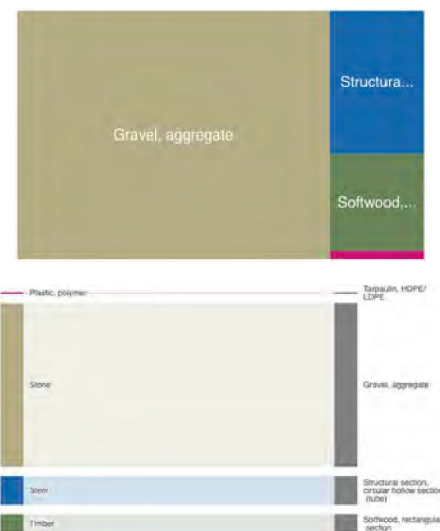
**Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>**



**Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>**



**Eau incorporée (L)<sup>5</sup>**



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

## 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

## 3 MATÉRIAUX

### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

### 3.4 PALETTE EN BOIS

Les palettes en bois doivent être intactes et de même dimension.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception du réseau d'évacuation des eaux doit tenir compte des risques d'inondation, de la capacité de drainage, de la rétention d'eau et de l'érosion de surface. Les réseaux d'évacuation des eaux doivent comprendre des canaux de drainage primaires, secondaires et tertiaires dont les dimensions (capacité) et le type de construction varient. Il existe toute une gamme de canaux de drainage (par exemple, en béton, en maçonnerie de briques, etc.). Pour choisir le type de drainage, il faut tenir compte des besoins en matière de capacité de drainage, des méthodes constructives locales, du coût, du calendrier, de la participation locale et d'autres aspects.






Ce modèle de canal de drainage en béton est tiré des directives pour les infrastructures communautaires d'ONU-Habitat Pakistan (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton préfabriqué, la maçonnerie en briques et le bambou. Ce modèle, en béton, est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan. La conception présentée ici s'applique pour un canal de drainage de 45 cm de large x 45 cm de profondeur (la profondeur varie en fonction de la pente).

Elle permet d'augmenter la largeur du canal de drainage jusqu'à 1 mètre (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) pour permettre une capacité de drainage suffisante en fonction des besoins locaux.

Le modèle en béton non armé présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en béton est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. En général, la construction en béton nécessite de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction. Cependant, elle peut également être réalisée avec le concours des communautés locales, sous réserve d'un appui technique et d'une supervision constants.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un canal de drainage en béton. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>La flexibilité des dimensions et de la capacité permet de s'adapter aux exigences locales et au terrain.</p> <p>Résistance et durabilité des constructions en béton.</p> <p>Disponibilité générale des compétences et des matériaux pour la construction en béton.</p>	<p>Coût initial de construction relativement élevé.</p> <p>Les besoins en main-d'œuvre qualifiée limitent le potentiel de participation des communautés locales.</p>

<p><b>Accessibilité financière</b> (compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b> (compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b> (compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

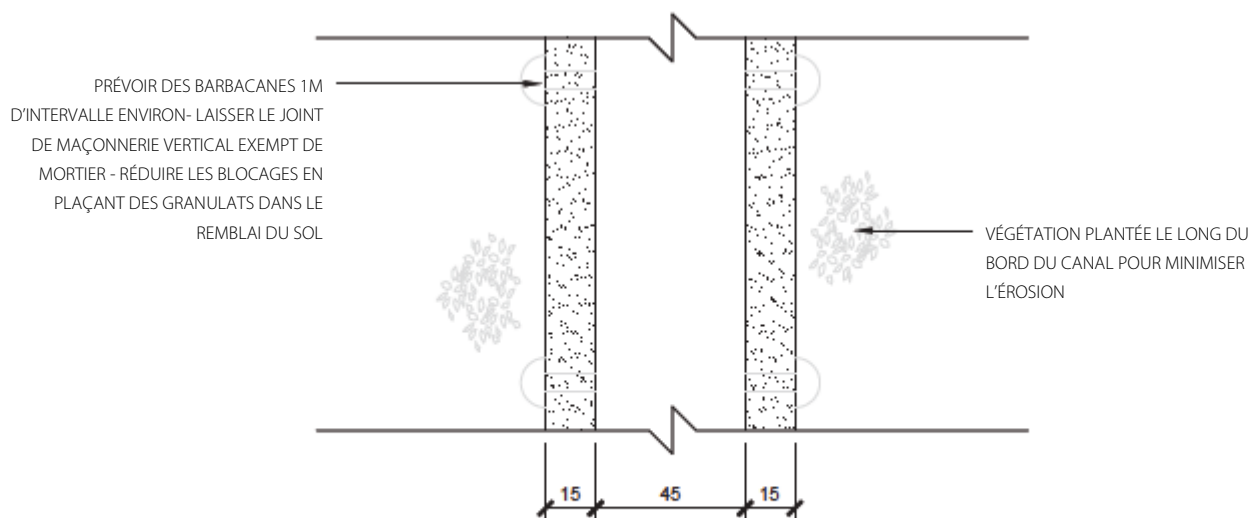




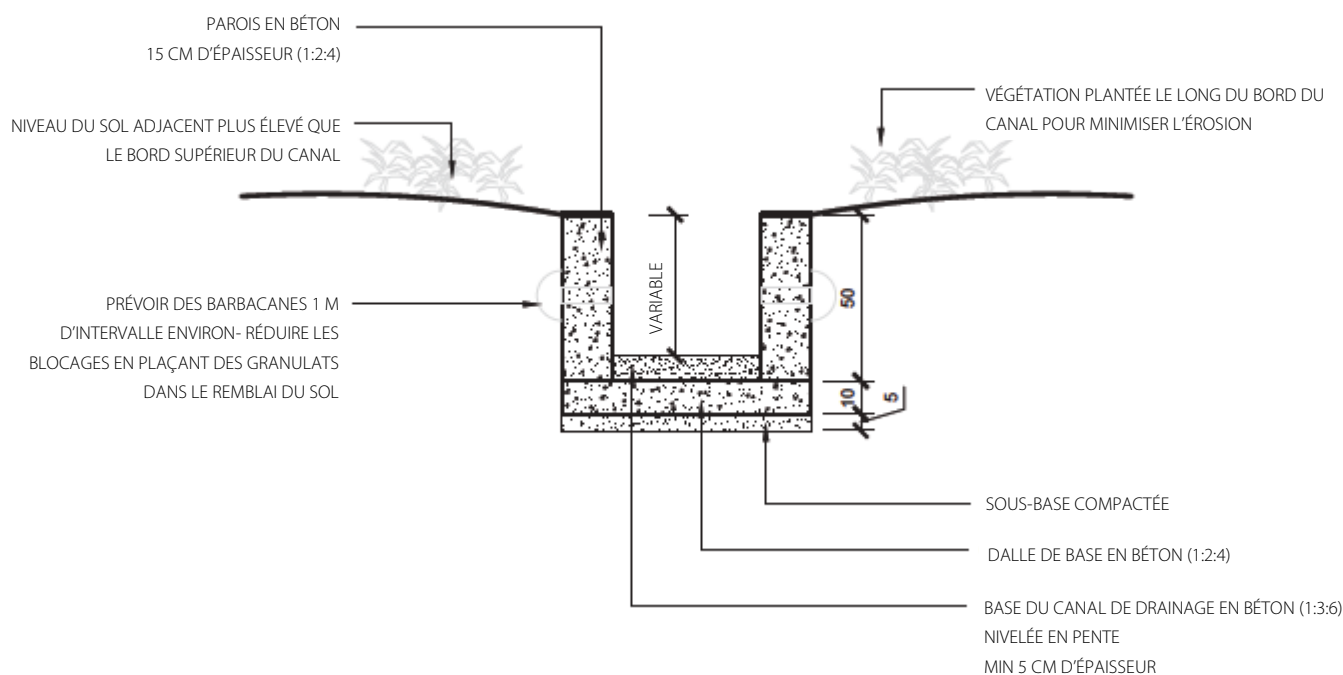
## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de canal de drainage)</i>			
1	Béton pour les parois du canal et la dalle de base (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,22
2	Béton pour base de drainante nivelée (1:3:6)	m <sup>3</sup>	0,035
3	Gravier pour la couche de fondation compactée et le support des barbacanes	m <sup>3</sup>	0,06
4	Excavation		

## PLAN



## COUPE



DESSIN N°

C1-1

TITRE

Canal de drainage - Béton

Plan et coupe

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:20

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023


**UNHCR**  
 The UN Refugee Agency

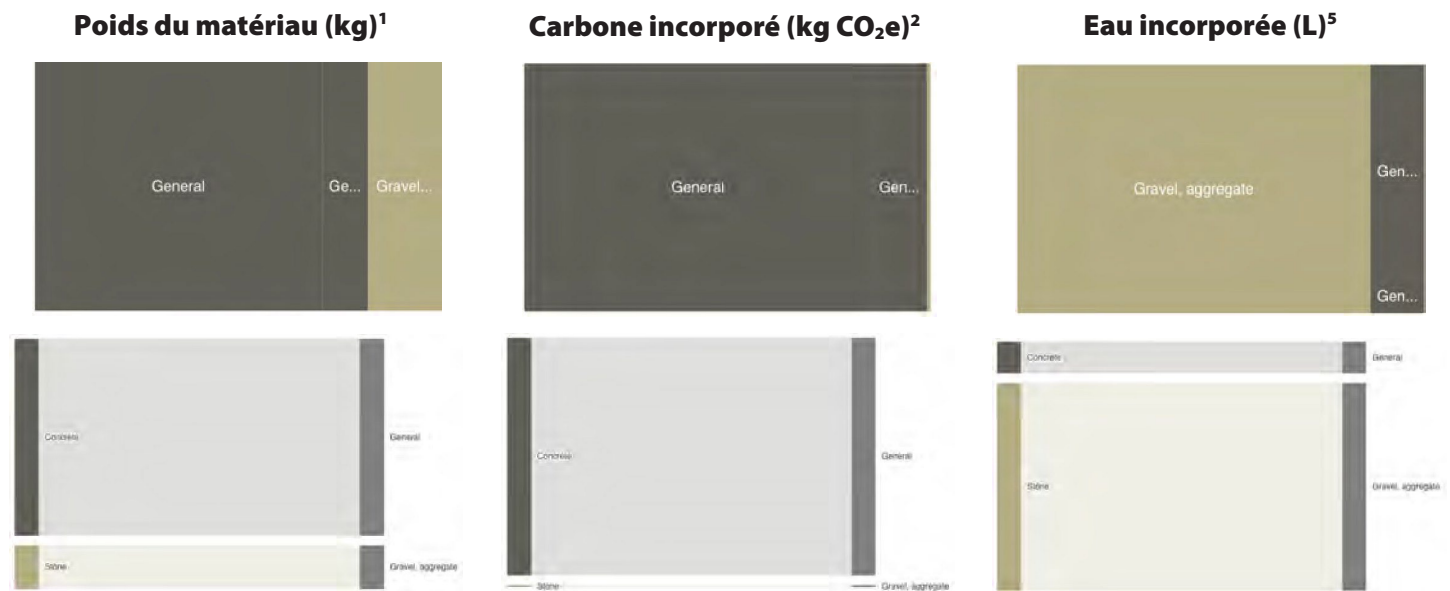
Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires

## Impacts environnementaux (par mètre)

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Total	Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		
Concrete	510	1059,27	53,55	1112,82	32,64
Stone	112	0,78	8,85	9,63	212,8
Total	622	1060,05	62,4	1122,45	245,44



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.



### 3.5 BÉTON

#### 3.5.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.5.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment			
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)	Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.5.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.5.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

#### 3.5.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception du réseau d'évacuation des eaux doit tenir compte des risques d'inondation, de la capacité de drainage, de la rétention d'eau et de l'érosion de surface. Les réseaux d'évacuation des eaux doivent comprendre des canaux de drainage primaires, secondaires et tertiaires dont les dimensions (capacité) et le type de construction varient. Il existe toute une gamme de canaux de drainage (par exemple, en béton, en maçonnerie de briques, etc.). Pour choisir le type de drainage, il faut tenir compte des besoins en matière de capacité de drainage, des méthodes constructives locales, du coût, du calendrier, de la participation locale et d'autres aspects.

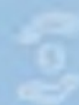
Ce modèle de canal de drainage en forme de V, fait avec du béton préfabriqué, est tiré du catalogue élaboré par l'OIM, le HCR et le PAM pour les camps du district de Cox Bazar (Bangladesh), intitulé *ICSG Site Improvement Catalogue* (2021). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton, la maçonnerie en briques et le bambou. Ce modèle en béton est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan.

La conception présentée ici s'applique à des panneaux rectangulaires préfabriqués de 60 cm de long x 30 cm de large x 7,5 cm d'épaisseur. Des canaux de drainage d'autres dimensions peuvent être obtenus avec la même conception en utilisant des panneaux de taille différente. Le poids que devront supporter les panneaux préfabriqués est un élément essentiel pour déterminer la taille des panneaux et des canaux de drainage.

Le modèle en béton préfabriqué présenté ici est simple à mettre en œuvre. Le principal facteur limitant est la disponibilité des panneaux préfabriqués, lesquels peuvent être achetés ou produits localement. La production locale de panneaux préfabriqués peut être réalisée à l'aide de coffrages standard et de la main-d'œuvre fournie par les communautés locales, avec un appui et une supervision techniques. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Une zone suffisamment grande doit être disponible pour fabriquer les panneaux afin de permettre leur durcissement et leur stockage.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Délai de construction court</p> <p>La fabrication et l'assemblage de panneaux en béton peuvent permettre la participation de la communauté locale.</p> <p>Grand potentiel de réutilisation des panneaux préfabriqués</p> <p>Coût initial de construction relativement faible</p>	<p>Flexibilité limitée en ce qui concerne les dimensions et la capacité de drainage.</p> <p>Le mouvement des panneaux préfabriqués peut compromettre la fonctionnalité et à la durabilité du canal.</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)



**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)



**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



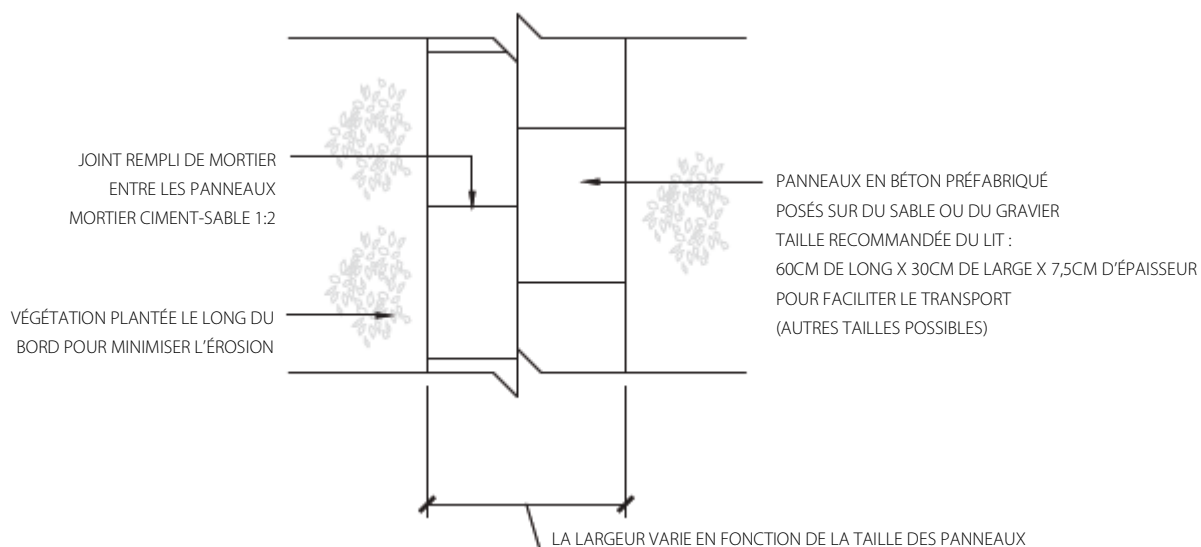
(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)



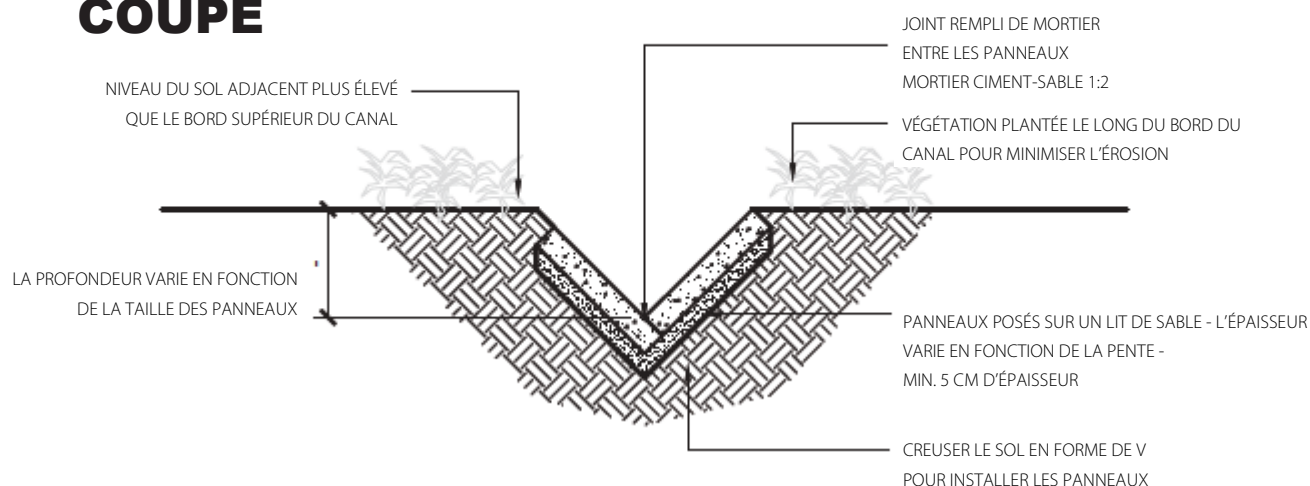
## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de canal de drainage)</i>			
1	Panneaux de béton préfabriqués (60 cm de long x 30 cm de large x 7,5 cm d'épaisseur)	pièce	3,6
	<i>ou</i>	m <sup>3</sup>	0,049
2	Sable (pour les joints de la base et des panneaux)	m <sup>3</sup>	0,04

## PLAN



## COUPE



DESSIN N°

C1-1

TITRE

**Canal de drainage - Béton préfabriqué**  
Plan et coupe

PROJET

**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:20

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**  
Catalogue des infrastructures communautaires

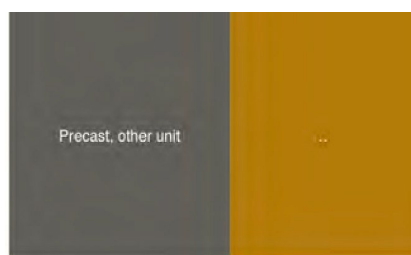


## Impacts environnementaux (par mètre)

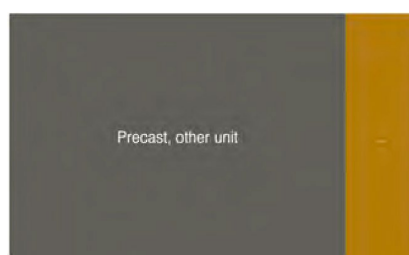
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>			Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total	
Concrete	107	25,68	11,24	36,92	395,9
Sand	90	0,63	7,11	7,74	162
Total	197	26,31	18,35	44,66	557,9

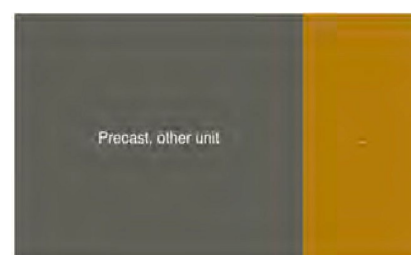
### Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



### Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



### Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

#### 3.5 BÉTON PRÉFABRIQUÉ

Le béton préfabriqué doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Les éléments préfabriqués en béton doivent être coulés à l'aide d'un coffrage permettant d'obtenir des dimensions uniformes. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire.





## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception du réseau d'évacuation des eaux doit tenir compte des risques d'inondation, de la capacité de drainage, de la rétention d'eau et de l'érosion de surface. Les réseaux d'évacuation des eaux doivent comprendre des canaux de drainage primaires, secondaires et tertiaires dont les dimensions (capacité) et le type de construction varient. Il existe toute une gamme de canaux de drainage (par exemple, en béton, en maçonnerie de briques, etc.). Pour choisir le type de drainage, il faut tenir compte des besoins en matière de capacité de drainage, des méthodes constructives locales, du coût, du calendrier, de la participation locale et d'autres aspects.

Ce modèle de canal de drainage en maçonnerie de briques est tiré de la publication d'ONU-Habitat Pakistan intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton préfabriqué, le béton et le bambou. Ce modèle, en maçonnerie de briques, est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan. La conception présentée ici s'applique pour un canal de drainage de 45 cm de large x 45 cm de profondeur (la profondeur varie en fonction de la pente).

Elle permet d'augmenter la largeur du canal de drainage jusqu'à 1 mètre (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) pour permettre une capacité de drainage suffisante en fonction des besoins locaux.

Le modèle en maçonnerie de briques présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en briques est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. La maçonnerie en briques et la construction en béton nécessitent de faire appel à des spécialistes. Il convient d'accorder une attention particulière aux chaînes d'approvisionnement en briques car, dans certains pays, on a observé que des travailleurs en servitude pour dettes et des enfants étaient engagés pour produire des briques.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un canal de drainage en maçonnerie de briques. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Il convient d'inspecter les briques en terre cuite pour s'assurer qu'elles répondent aux exigences de résistance et de qualité décrites dans la spécification.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>La solidité et la durabilité de la maçonnerie en briques réduisent les besoins d'entretien.</p> <p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>Disponibilité des matériaux et des compétences pour la construction et l'entretien.</p>	<p>Coûts de construction initiaux relativement élevés.</p> <p>Délai de construction relativement long</p> <p>La construction en béton armé nécessite une main-d'œuvre qualifiée, ce qui limite la participation potentielle des communautés.</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)



**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)



**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

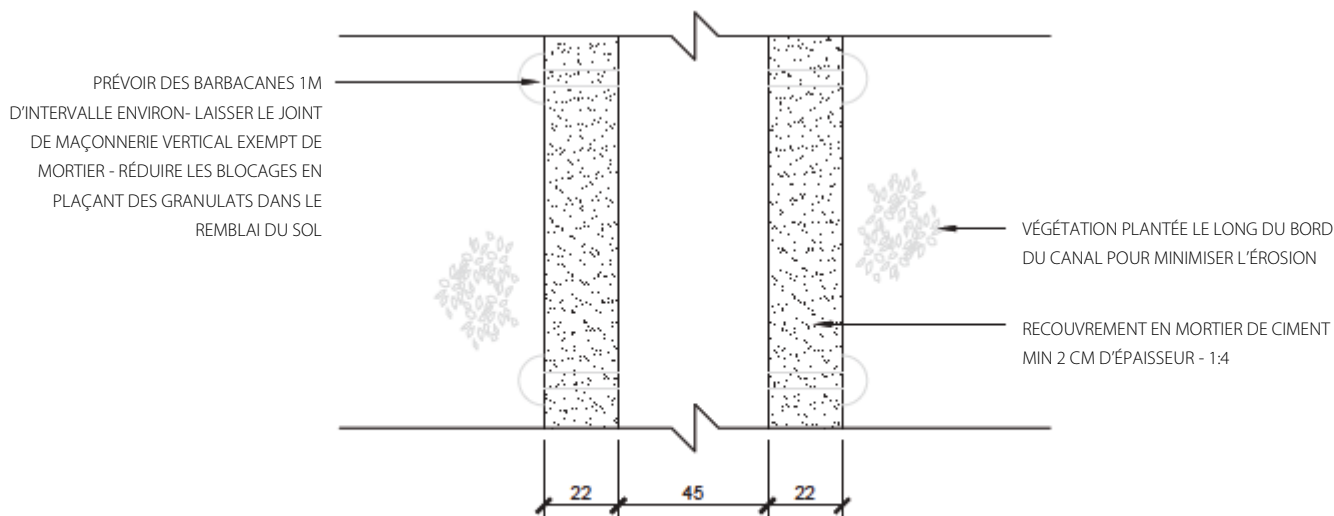




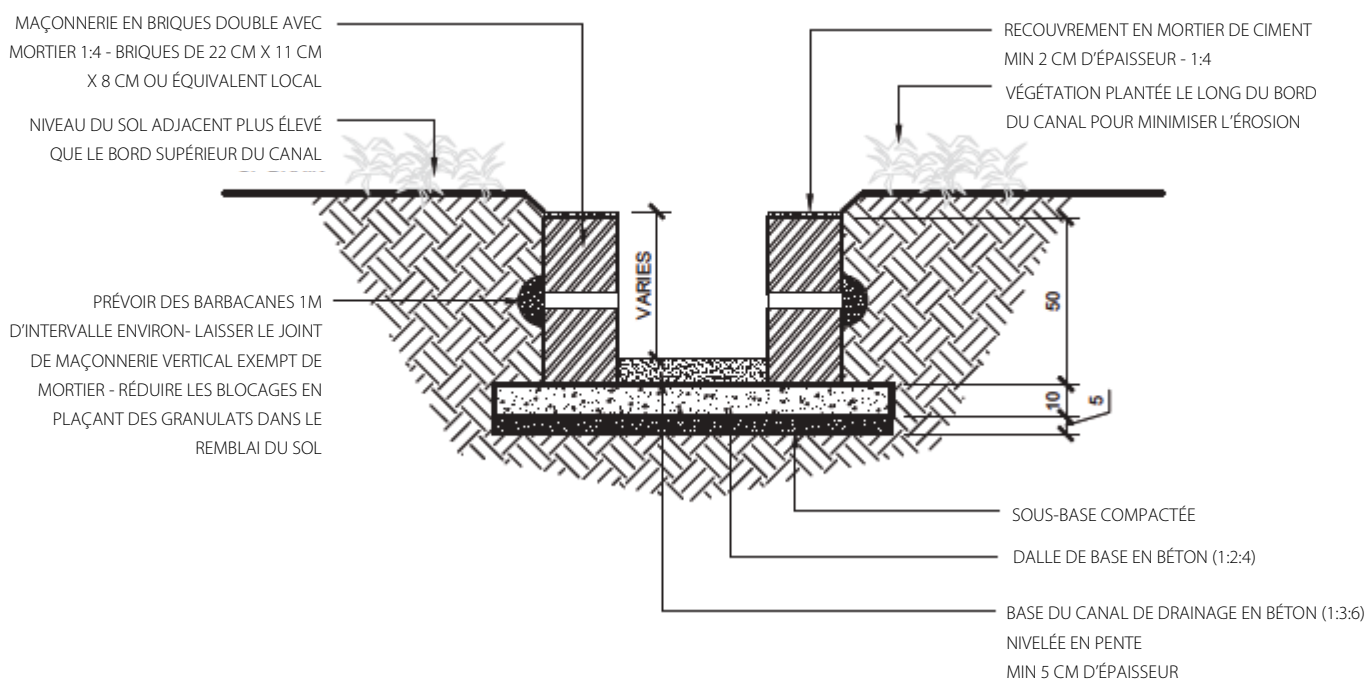
## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de canal de drainage)</i>			
1	Briques en terre cuite (22 cm x 11 cm x 8 cm, ou similaire)	pièce	110
	<i>ou</i>	m <sup>3</sup>	0,22
2	Mortier ciment-sable (1:2) pour la maçonnerie et le recouvrement	m <sup>3</sup>	0,04
3	Béton pour base de drainante nivelée (1:3:6)	m <sup>3</sup>	0,035
4	Béton pour la dalle de base (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,1
5	Gravier pour la couche de fondation compactée et le support des barbacanes	m <sup>3</sup>	0,05

## PLAN



# COUPE



DESSIN N°  
C2-1

TITRE  
**Canal de drainage - Briques + Béton**  
Plan et coupe

PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:20**

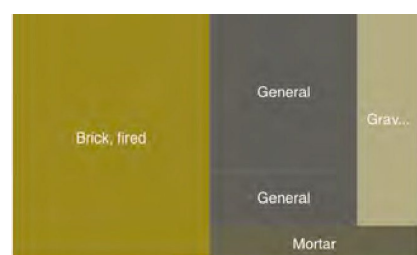
UNITÉ  
CM  
PAGE  
1 de 1  
DATE  
31.08.2023

## Impacts environnementaux (par mètre)

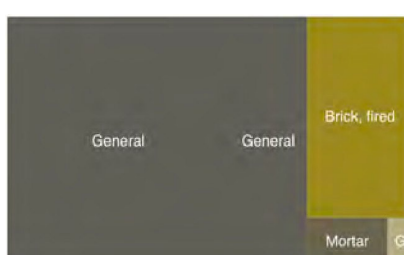
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Total	Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		
Clay	422,4	135,17	33,37	168,54	760,32
Cement	66	23,1	6,93	30,03	244,2
Concrete	270	560,79	28,35	589,14	17,28
Stone	112	0,78	8,85	9,63	212,8
Total	870,4	719,84	77,5	797,34	1234,6

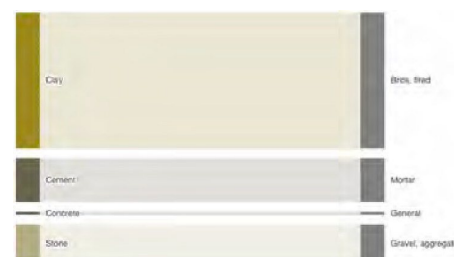
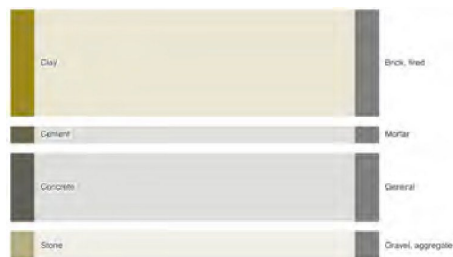
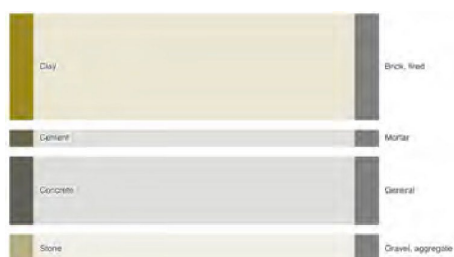
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.



### 3.5 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

### 3.6 BÉTON

#### 3.6.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.6.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.6.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.6.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

#### 3.6.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.7 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR



## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception du réseau d'évacuation des eaux doit tenir compte des risques d'inondation, de la capacité de drainage, de la rétention d'eau et de l'érosion de surface. Les réseaux d'évacuation des eaux doivent comprendre des canaux de drainage primaires, secondaires et tertiaires dont les dimensions (capacité) et le type de construction varient. Il existe toute une gamme de canaux de drainage (par exemple, en béton, en maçonnerie de briques, etc.). Pour choisir le type de drainage, il faut tenir compte des besoins en matière de capacité de drainage, des méthodes constructives locales, du coût, du calendrier, de la participation locale et d'autres aspects.

Ce modèle de canal de drainage doté de parois en nattes de bambou et d'une structure en piquets de bambou est tiré du catalogue élaboré par l'OIM, le HCR et le PAM pour les camps du district de Cox Bazar (Bangladesh), intitulé *ICSG Site Improvement Catalogue* (2021).

Dans le présent catalogue, le modèle est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton coulé, le béton préfabriqué et la maçonnerie en briques.

La conception du canal de drainage est basée sur les pratiques et les matériaux locaux du Bangladesh. La disponibilité des matériaux spécifiés, en particulier les nattes en bambou basha bera, doit être confirmée avant d'envisager la mise en œuvre du projet. La conception est adaptée aux canaux de drainage tertiaires et aux canalisations domestiques. Le modèle présenté ici comporte une bêche en plastique ou un mortier de ciment à la base (facultatif), ce qui améliore la durabilité et l'écoulement de l'eau mais réduit la perméabilité de la base du canal.

AVANTAGE	INCONVÉN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction rapide</li> <li>Coût de construction relativement faible</li> <li>Utilisation de matériaux locaux (dans les zones de culture du bambou)</li> <li>Les compétences de base requises peuvent faciliter la participation de la communauté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le bambou n'est disponible que dans les zones tropicales.</li> <li>Durabilité relativement faible nécessitant un entretien régulier.</li> </ul>

**Accessibilité financière**  
*(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)*







**Performance**  
*(compte tenu de la capacité et de la durabilité)*







**Durabilité environnementale**  
*(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)*





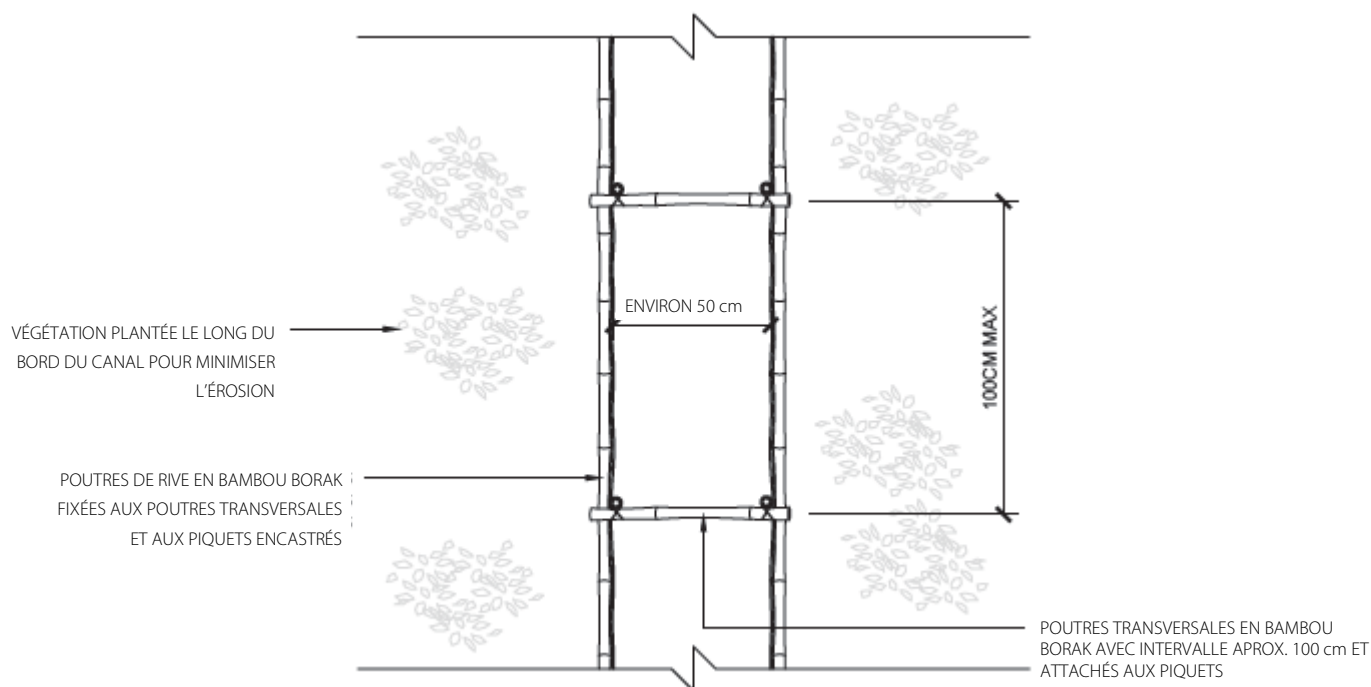


(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

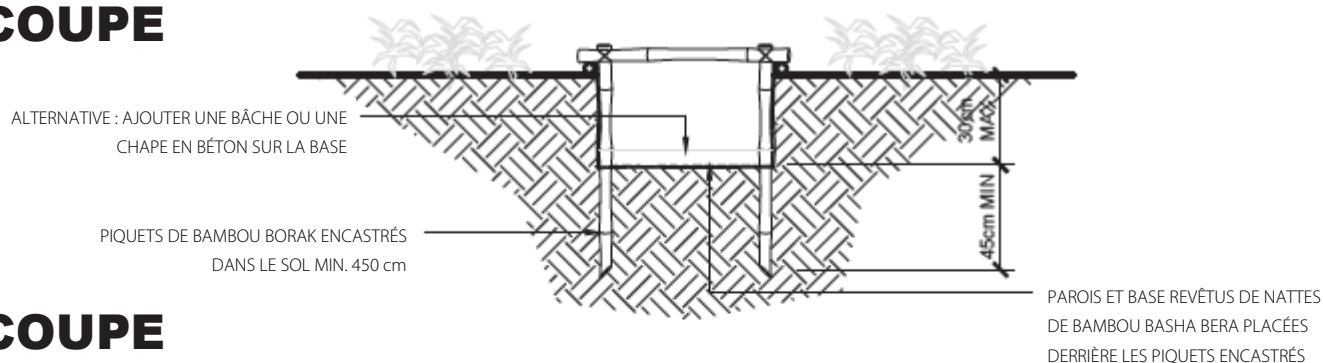




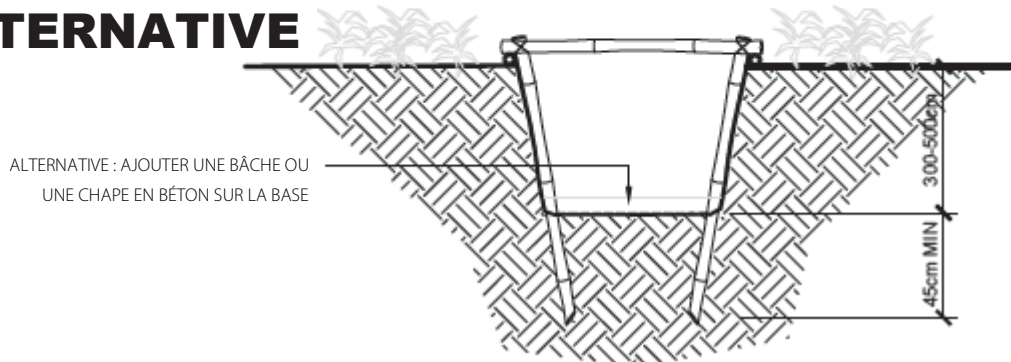
## PLAN



## COUPE



## COUPE ALTERNATIVE



DESSIN N°  
**C3-1**

TITRE  
**Canal de drainage - Bambou**  
Plan et coupe  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:20**

UNITÉ  
**CM**  
PAGE  
**1 de 1**  
DATE  
**31.08.2023**

## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de canal de drainage)</i>			
1	Bambou pour les piquets et les traverses (4 cm diam. environ)	m	2,25
2	Bambou pour les poutres de rive (4 cm diam. environ)	m	2
3	Nattes en bambou (Basha Bera)	m <sup>2</sup>	1,10
4	Corde en fibres naturelles pour attacher les bambous	m	2
5	Bâche pour la base (facultatif)	m <sup>2</sup>	0,6
6	Chape de ciment (1:3) (facultatif)	m <sup>3</sup>	0,03



## Impacts environnementaux (par mètre)

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Bamboo	13,74	3,57	1,44	5,01	352,53
Hemp	0,11	0,48	0,01	0,49	2,09
Plastic, polymer	0,11	0,73	0,01	0,74	19,61
Cement	49,5	17,33	5,2	22,52	183,15
Total	63,46	22,1	6,66	28,77	557,38

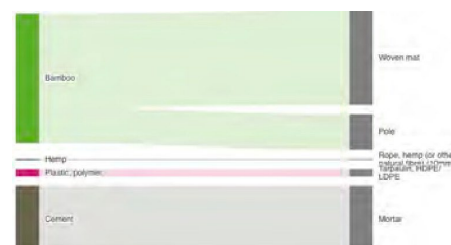
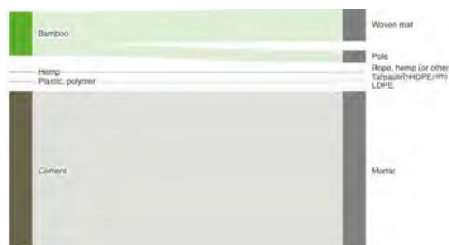
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 ENDUIT DE CIMENT

L'enduit de ciment doit être composé de ciment Portland ordinaire, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour quatre (1:4) doit être utilisé, sauf indication contraire. Les enduits de ciment doivent être appliqués sur une épaisseur minimale de 1 cm, sauf indication contraire. Après l'application, les surfaces enduites doivent être durcies (maintenues humides) pendant au moins 7 jours.

### 3.6 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

### 3.7 BAMBOU

Pour une utilisation structurelle, les bambous doivent être âgés de 3 à 5 ans, récoltés pendant la saison sèche et coupés au-dessus du premier nœud. Choisissez des bambous frais et de couleur vert grisâtre clair qui ont presque terminé leur croissance.

Les bambous ne doivent généralement pas avoir un diamètre inférieur à 40 mm. Les bambous doivent être coupés à l'aide d'une scie bien aiguisée afin de ne pas les endommager. Veillez à ce que les tiges de bambou ne présentent pas de fissures.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.

## Contexte








Dans les camps et zones d'installation, la conception des routes doit tenir compte des conditions géologiques locales (sol), des charges prévues (par exemple, véhicules de tourisme, camions chargés), des méthodes de construction locales, du calendrier et du coût. La conception des routes varie en ce qui concerne les matériaux et les dimensions, y compris en ce qui concerne l'épaisseur des différentes couches de surface et de sous-surface.

Ce modèle de route en béton est tiré de la publication d'ONU-Habitat Pakistan intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir les briques et l'asphalte. Ce modèle en béton est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan. Il est présenté ici avec des canaux de drainage en béton adjacents, qui peuvent être ajustés ou omis en fonction des besoins locaux. La conception est prévue pour une route de 2,4 m de large, mais les dimensions peuvent être ajustées (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) pour s'adapter aux exigences locales.

Le modèle en béton non armé présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en béton est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. En général, la construction en béton nécessite de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction. Cependant, elle peut également être réalisée avec le concours des communautés locales, sous réserve d'un appui technique et d'une supervision constants.

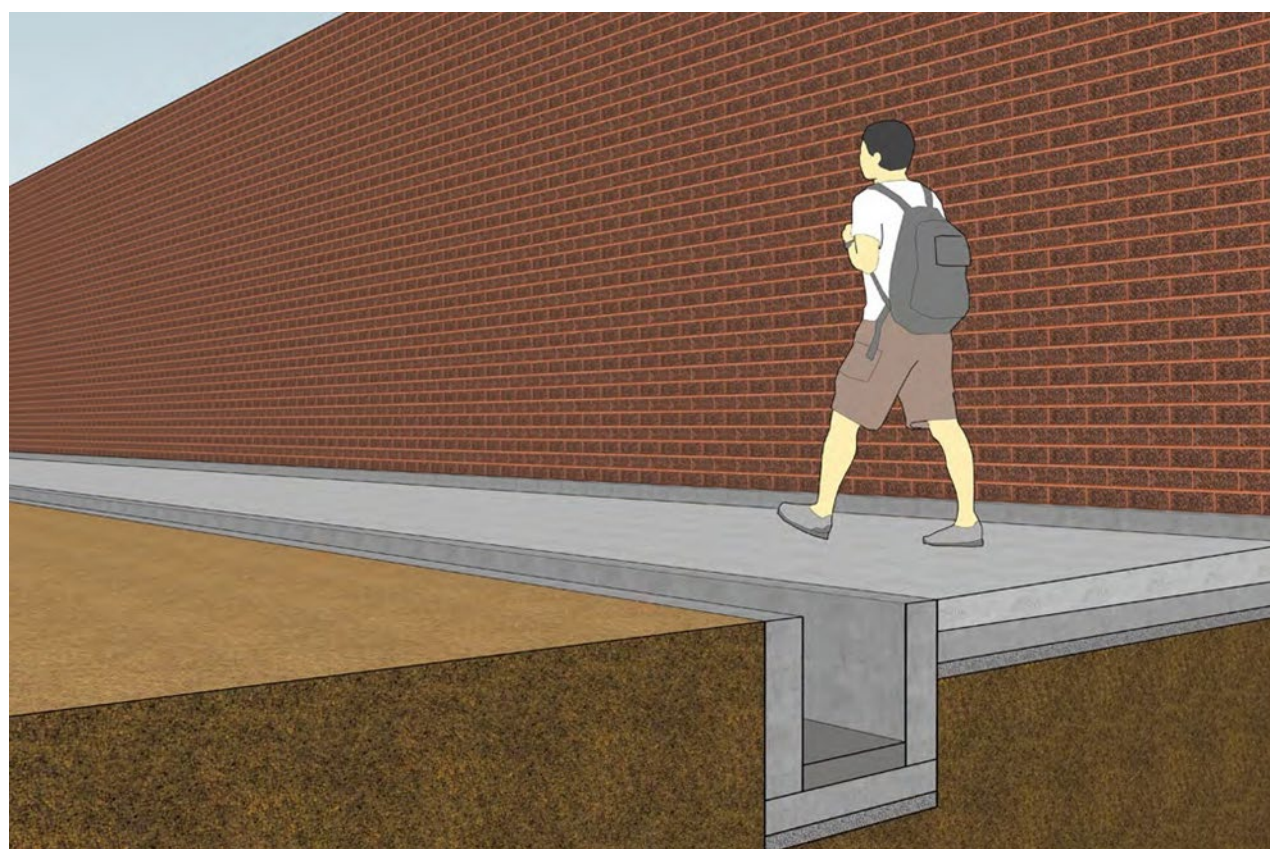
Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un canal de drainage en béton. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Il convient de veiller à ce que le nivellement (angle) de la surface finie de la route soit suffisant pour assurer le drainage de la surface.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>La haute résistance du béton permet de supporter de lourdes charges.</p> <p>Grande durabilité qui limite les besoins d'entretien.</p> <p>La flexibilité des dimensions permet de s'adapter aux exigences locales en matière de terrain et de capacité.</p>	<p>Coûts de construction initiaux relativement élevés.</p>

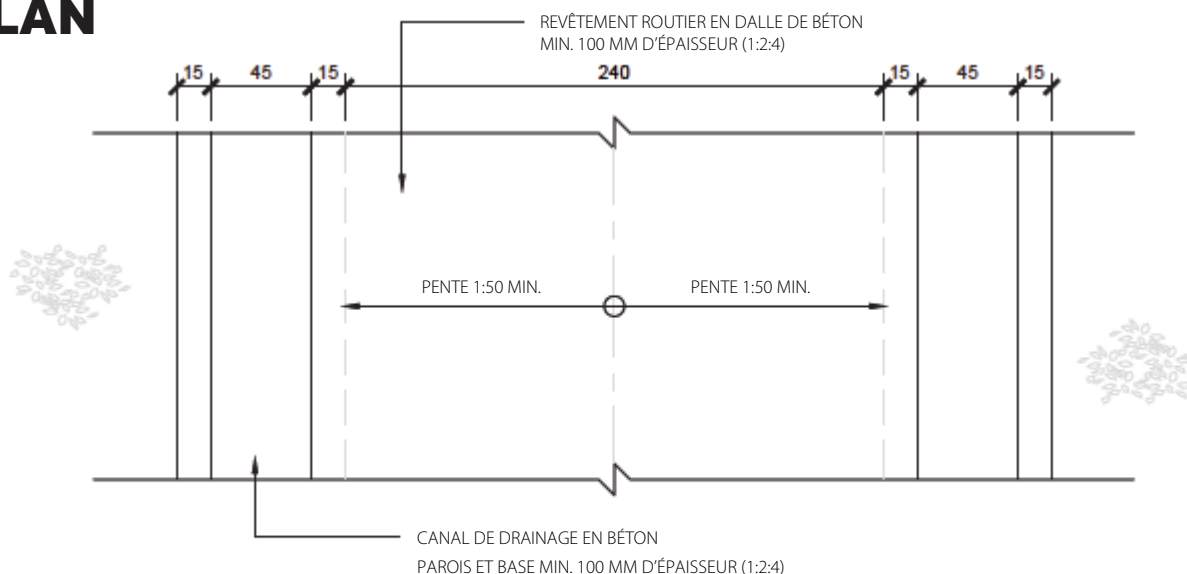
<p><b>Accessibilité financière</b> (compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b> (compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b> (compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

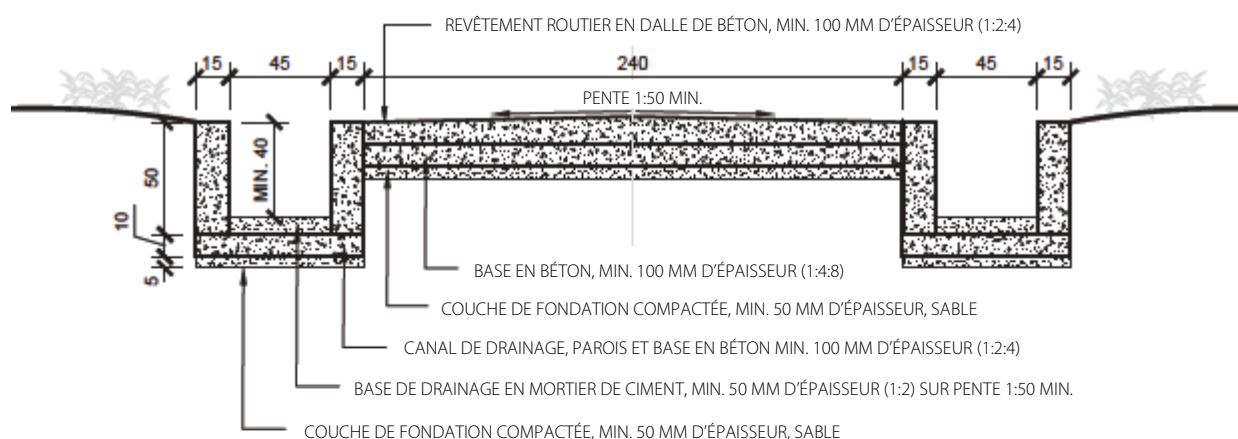




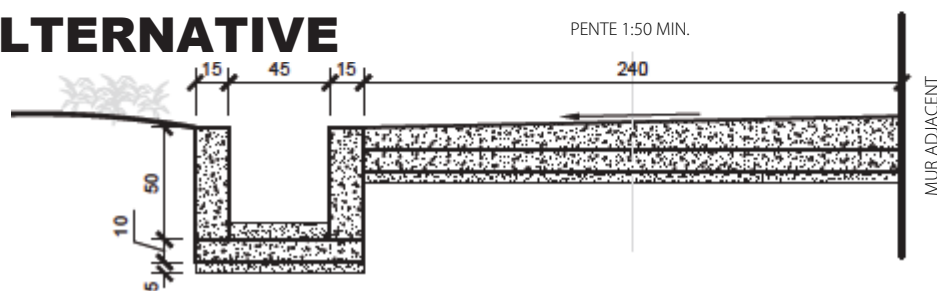
## PLAN



## COUPE



## COUPE ALTERNATIVE



DESSIN N°

D1-1

TITRE

## Route - Béton

### Plan et coupe

PROJET

## Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

**AU**

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

DATE  
**31.08.2023**



UNHCR

**The UN Refugee Agency**

Section de l'appui technique

## Section de l'appui technique

### Catalogue des infrastructures communautaires

## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de route)</i>			
1	Béton pour le revêtement de la route (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,30
2	Béton pour la couche de base de la route (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,24
3	Sable pour la couche de fondation compactée de la route	m <sup>3</sup>	0,12
4	Excavation pour la route	m <sup>3</sup>	0,60
5	Béton pour le premier canal de drainage (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,023
6	Mortier de ciment pour le premier canal de drainage (1:2)	m <sup>3</sup>	0,04
7	Sable pour le premier canal de drainage de la couche de fondation	m <sup>3</sup>	0,04
8	Excavation pour le premier canal de drainage	m <sup>3</sup>	0,5
9	Béton pour le deuxième canal de drainage (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,023
10	Mortier de ciment pour le deuxième canal de drainage (1:2)	m <sup>3</sup>	0,04
11	Sable pour le deuxième canal de drainage de la couche de fondation	m <sup>3</sup>	0,04
12	Excavation pour le deuxième canal de drainage	m <sup>3</sup>	0,5



## Impacts environnementaux (par mètre)

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>			Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total	
Concrete	1126	2 338,7	118,23	2 456,93	72,06
Sand	448	3,14	35,39	38,53	806,4
Cement	132	46,2	13,86	60,06	488,4
Total	1706	2 388,04	167,48	2 555,52	1366,86

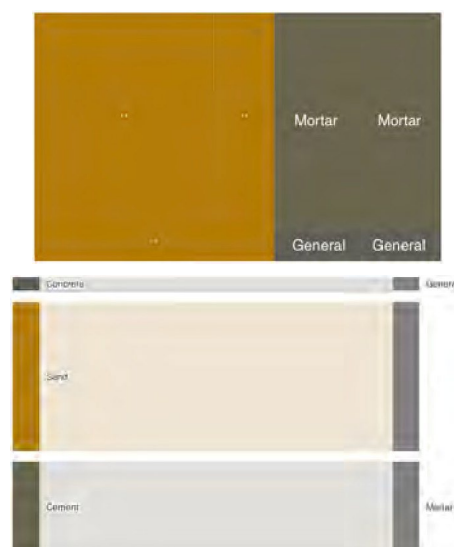
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %. Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

## 3.5 BÉTON

## 3.5.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

## 3.5.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

## 3.5.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

## 3.5.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

## 3.5.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.6 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception des routes doit tenir compte des conditions géologiques locales (sol), des charges prévues (par exemple, véhicules de tourisme, camions chargés), des méthodes de construction locales, du calendrier et du coût. La conception des routes varie en ce qui concerne les matériaux et les dimensions, y compris en ce qui concerne l'épaisseur des différentes couches de surface et de sous-surface.

Ce modèle de route en briques de terre cuite est tiré de la publication d'ONU-Habitat Pakistan intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton et l'asphalte. Ce modèle en briques de terre cuite est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan. Le revêtement en briques est adapté à des charges (véhicules) faibles à modérées, à des pentes peu prononcées et à des zones à faible pluviométrie. Pour l'accès des poids lourds ou dans des contextes de pentes plus prononcées ou de pluviométrie modérée ou élevée, il est préférable d'opter pour des revêtements en béton ou en asphalte.

Le modèle de route en briques est présenté ici avec des canaux de drainage en béton adjacents, qui peuvent être ajustés ou omis en fonction des besoins locaux.

La conception est prévue pour une route de 2,4 m de large, mais les dimensions peuvent être ajustées (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) pour s'adapter aux exigences locales.

La route en maçonnerie de briques présentée ici peut être réalisée dans la plupart des situations où la construction en briques est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. En général, la maçonnerie en briques nécessite de faire appel à des spécialistes. Cependant, elle peut également être réalisée avec le concours des communautés locales, sous réserve d'un appui technique et d'une supervision constants.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un canal de drainage en béton. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales (sol) et des normes de construction locales. Il convient d'inspecter les briques en terre cuite pour s'assurer qu'elles répondent aux exigences de résistance et de qualité décrites dans la spécification. Il convient d'accorder une attention particulière aux chaînes d'approvisionnement en briques car, dans certains pays, on a observé que des travailleurs en servitude pour dettes et des enfants étaient engagés pour produire des briques.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Construction rapide</p> <p>Coût de construction relativement faible</p> <p>Utilisation de matériaux locaux (dans les zones de culture du bambou)</p> <p>Les compétences de base requises peuvent faciliter la participation de la communauté.</p>	<p>Le bambou n'est disponible que dans les zones tropicales.</p> <p>Durabilité relativement faible nécessitant un entretien régulier.</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)







**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)







**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)

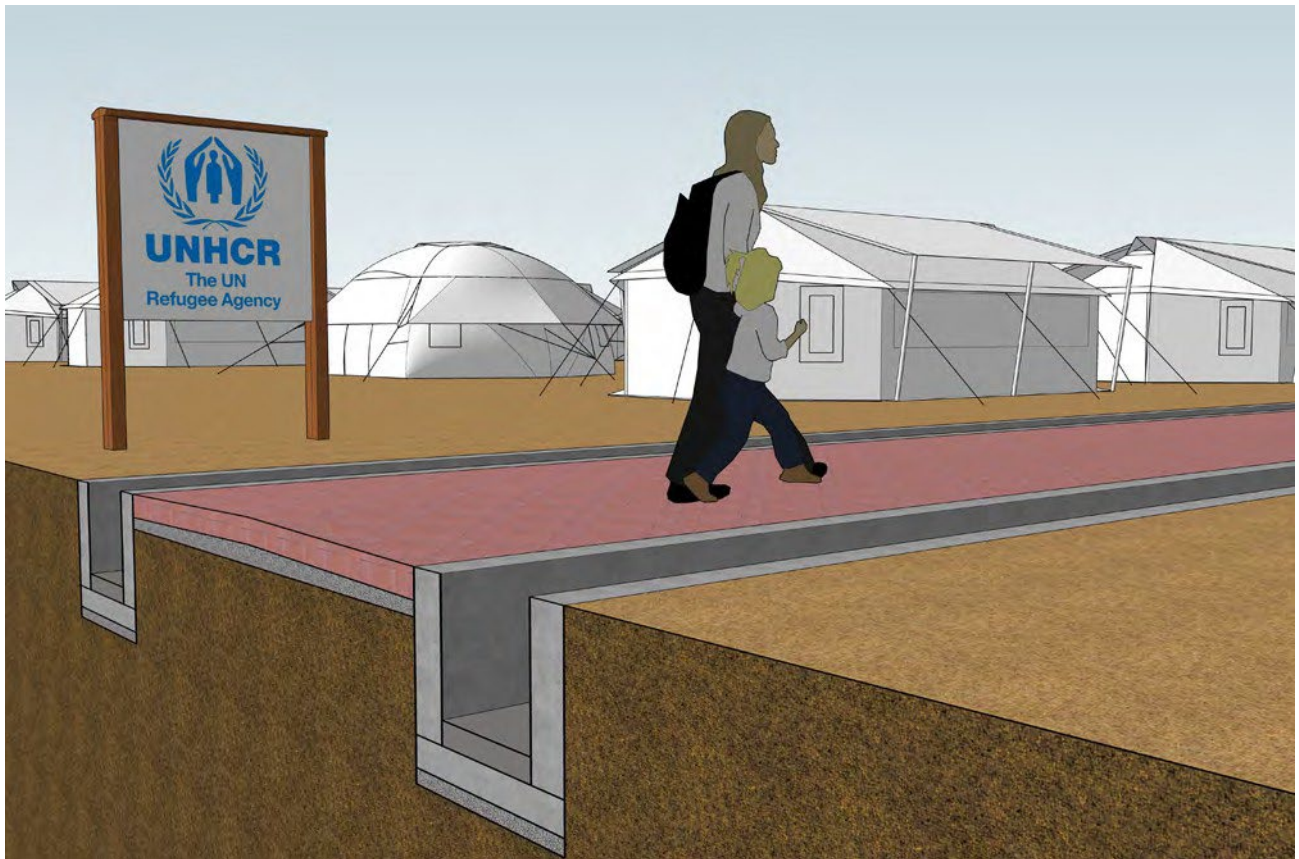




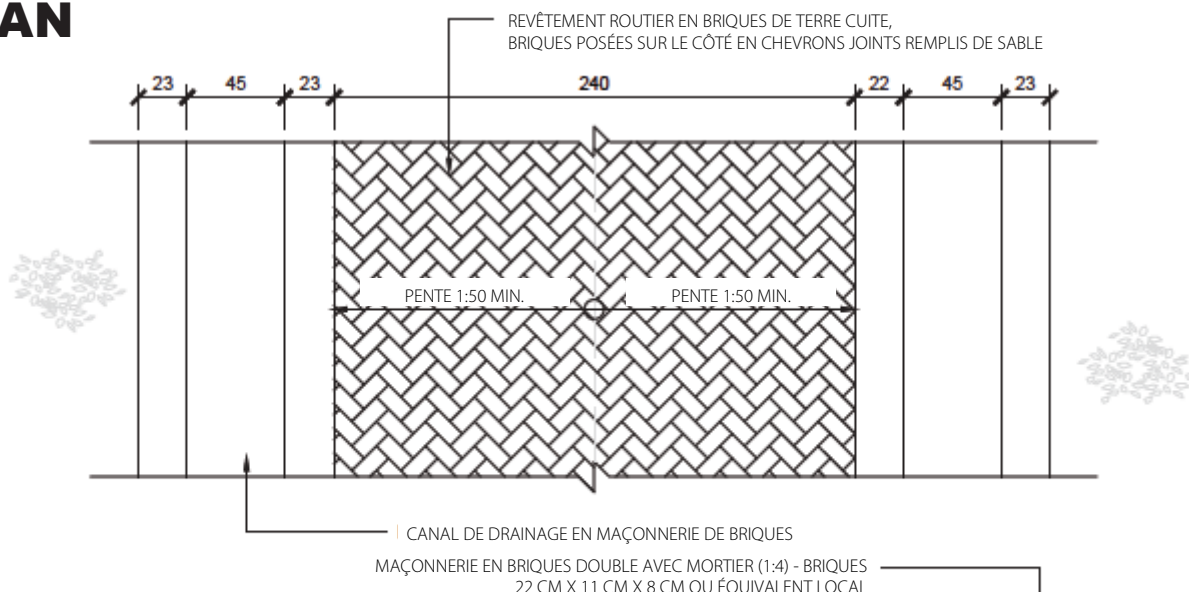


(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

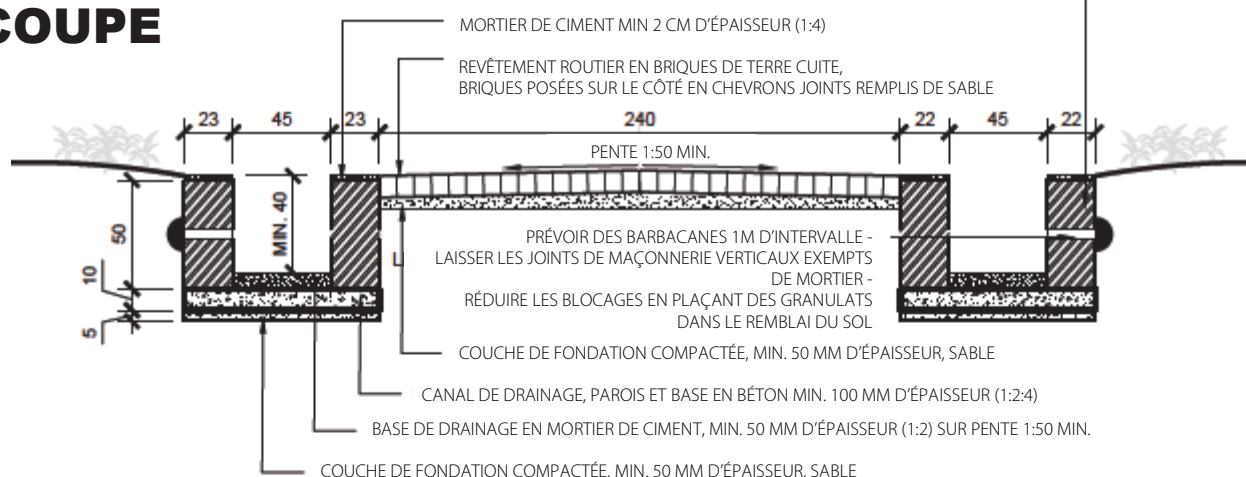




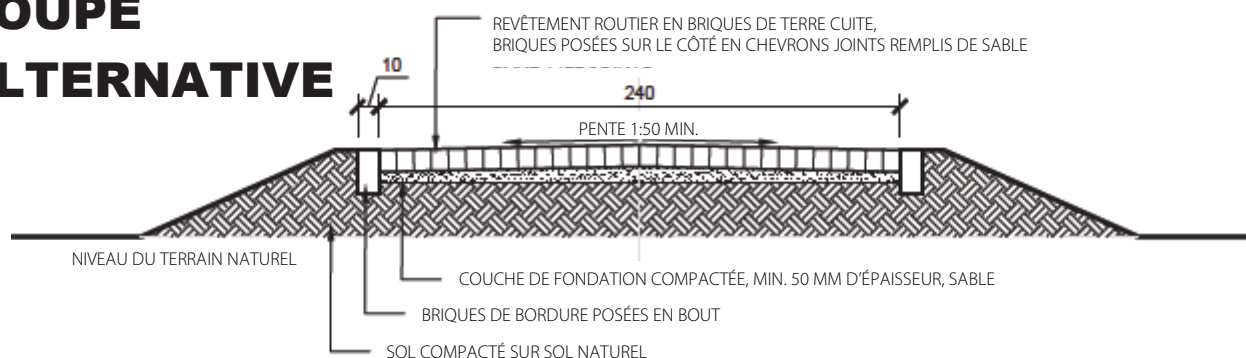
## PLAN



## COUPE



## COUPE ALTERNATIVE



DESSIN N°  
D2-1

TITRE  
**Route -Briques**  
Plan et coupe  
PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
AU  
VÉRIFIÉ PAR  
RN  
ÉCHELLE  
1:30

UNITÉ  
CM  
PAGE  
1 de 1  
DATE  
31.08.2023

## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de route)</i>			
<b>Option 1</b>			
1.1	Brique de terre cuite pour le revêtement routier (22 x 11 x 8 cm ou équivalent local)	m <sup>3</sup>	0,26
	ou	Nombre	140
1.2	Sable pour la couche de fondation compactée de la route	m <sup>3</sup>	0,12
1.3	Briques pour les canaux de drainage (22 x 11 x 8 cm ou équivalent local)	pièce	220
	ou	m <sup>3</sup>	0,44
1.4	Mortier ciment-sable (1:4) pour la maçonnerie et le recouvrement	m <sup>3</sup>	0,08
1.5	Béton pour base de drainante nivelée (1:3:6)	m <sup>3</sup>	0,07
1.6	Béton pour la dalle de base (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,2
1.7	Sable pour la couche de fondation compactée drainante	m <sup>3</sup>	0,10
1.8	Excavation	m <sup>3</sup>	0,7
<b>Option 2</b>			
2.1	Brique de terre cuite pour le revêtement routier (22 x 11 x 8 cm ou équivalent local)	m <sup>3</sup>	0,30
	ou	Nombre	165
2.2	Sable pour la couche de fondation compactée de la route	m <sup>3</sup>	0,12
2.3	Excavation pour la route	m <sup>3</sup>	0,20

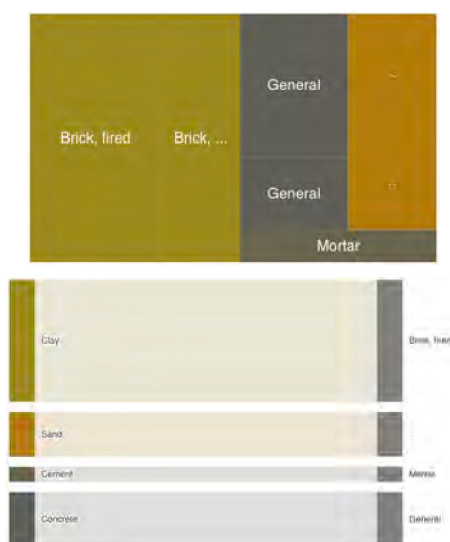


## Impacts environnementaux (par mètre)

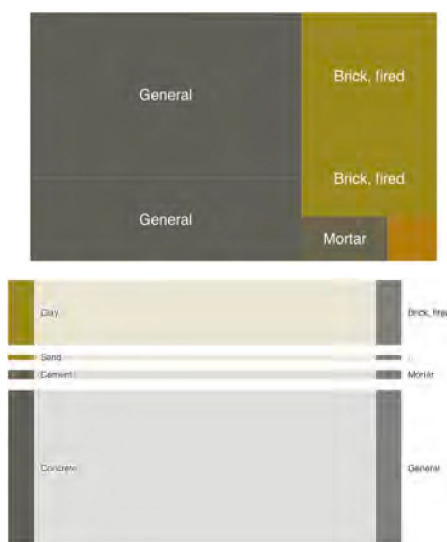
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total
Clay	1344	430,08	106,18	536,26
Sand	492,8	3,45	38,93	42,38
Cement	165	57,75	17,33	75,07
Concrete	600	1246,2	63	1309,2
Total	2 601,8	1737,48	225,43	1962,91

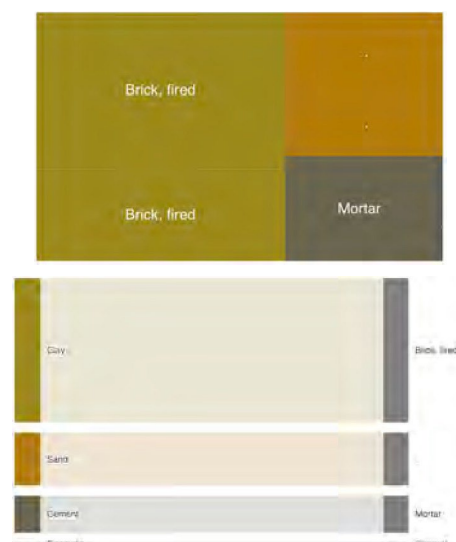
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



# Spécifications

## 1 GÉNÉRALITÉS

### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

## 2 SITE

### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

## 3 MATÉRIAUX

### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

## 3.5 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

## 3.6 BÉTON

### 3.6.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

### 3.6.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

### 3.6.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

### 3.6.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.6.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.7 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.

Les pierres de blocage (hérissonnage) doivent être tassées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas et la longueur dans le sens de la largeur de la route. Les joints doivent être décalés. Les espaces entre les pierres doivent être comblés avec des pierres plus petites, bien enfoncées pour assurer un bon tassage et bien remplir tous les interstices.

## Contexte

Dans les camps et zones d'installation, la conception des routes doit tenir compte des conditions géologiques locales (sol), des charges prévues (par exemple, véhicules de tourisme, camions chargés), des méthodes de construction locales, du calendrier et du coût. La conception des routes varie en ce qui concerne les matériaux et les dimensions, y compris en ce qui concerne l'épaisseur des différentes couches de surface et de sous-surface.

Ce modèle de route doté d'un revêtement en asphalte est tiré de la publication d'ONU-Habitat Pakistan intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir le béton et les briques. L'asphalte et la base de ce modèle conviennent pour des charges de véhicules faibles et moyennes. Pour que des poids lourds puissent emprunter la route, des ajustements doivent être apportés aux profondeurs de la couche de fondation, de la couche de pierre et des couches d'asphalte en consultation avec un ingénieur du génie civil.

La route avec un revêtement en asphalte présentée ici peut être réalisée dans la plupart des situations où les routes en asphalte sont courantes, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles.

En général, le hérissonnage en pierres et le revêtement d'asphalte nécessitent des compétences et des équipements spécialisés. Le prémélange de l'asphalte peut être réalisé sur place (plutôt que dans une usine), mais il convient de prendre des précautions car les processus de chauffage et de mélange peuvent générer des déchets et une pollution considérables. Le compactage final des surfaces asphaltées se fait généralement à l'aide de machines spécialisées.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle de la route finie. Il convient donc de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales. Le hérissonnage doit être effectué avec le plus grand soin afin de s'assurer que les pierres sont bien placées et qu'elles forment une base stable permettant de répartir les charges. Le prémélange de l'asphalte doit se faire de façon à ce que tous les granulats soient enrobés de bitume mais à ce qu'il n'y ait pas trop de bitume, car cela compromettrait la résistance de la chaussée finie.

AVANTAGE	INCONVÉN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Délai de construction relativement court</li> <li>Supporte de lourdes charges de véhicules</li> <li>Faibles besoins d'entretien</li> <li>La flexibilité des dimensions permet de s'adapter aux exigences locales en matière de terrain et de capacité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le revêtement d'asphalte et la pose des pierres nécessitent un équipement spécialisé et une main-d'œuvre qualifiée,</li> <li>ce qui peut entraîner des coûts de construction relativement élevés.</li> </ul>

**Accessibilité financière**  
*(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)*







**Performance**  
*(compte tenu de la capacité et de la durabilité)*







**Durabilité environnementale**  
*(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)*







(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

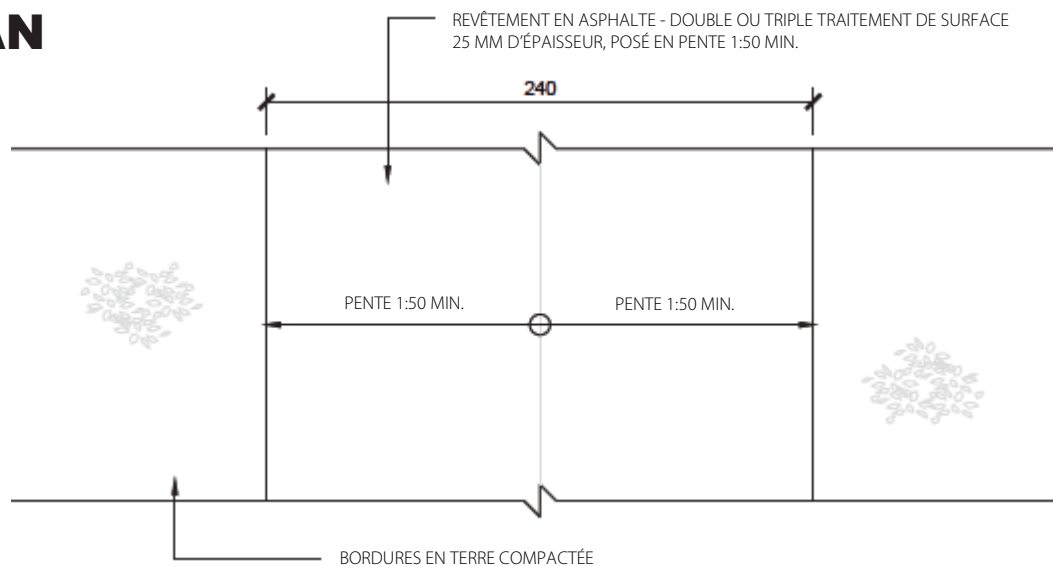




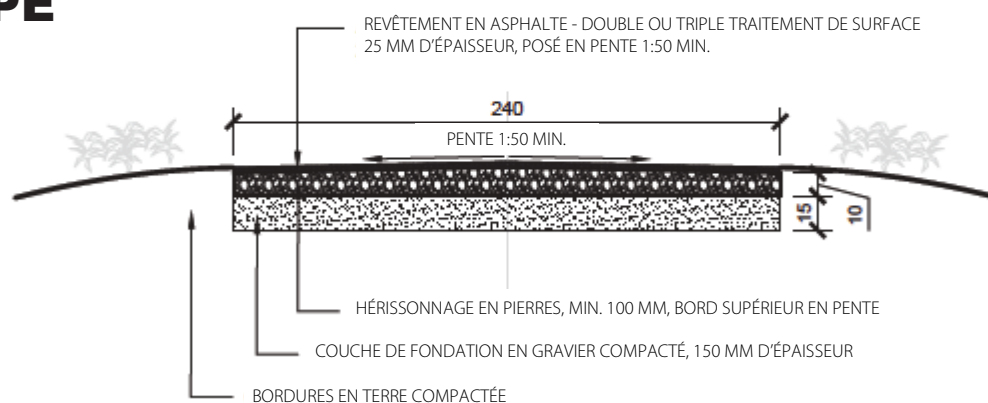
## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<i>(pour 1 m de longueur de route)</i>			
1	Revêtement en asphalte (double ou triple traitement de surface - 25 mm d'épaisseur)	m <sup>3</sup>	0,06
2	Hérissonnage de pierres (base de pierres bien tassées - 5-10cm diam.)	m <sup>3</sup>	0,24
3	Gravier pour la couche de fondation compactée	m <sup>3</sup>	0,36
4	Excavation	m <sup>3</sup>	0,70

## PLAN



## COUPE



DESSIN N°

D3-1

TITRE

Route - Asphalte

Plan et coupe

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023


**UNHCR**  
 The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

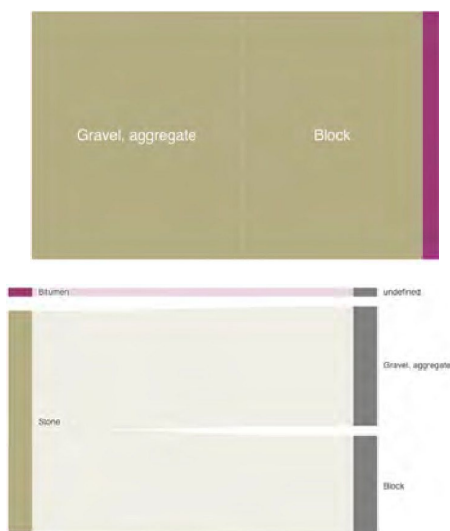
Catalogue des infrastructures communautaires

## Impacts environnementaux (par mètre)

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Bitumen	60	12	6,3	18,3	174
Stone	1497,6	60,25	118,31	178,56	2 845,44
Total	1557,6	72,25	124,61	196,86	3 019,44

### Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



### Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



### Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 HÉRISSEMENT EN PIERRES

Le hérissément doit se faire avec des pierres de 10 à 20 cm et dont aucune dimension n'est inférieure à 10 cm. La hauteur doit être égale à la hauteur de la couche de hérissément, avec une tolérance de 25 mm. Les couches en pierres doivent avoir une profondeur être de 15 cm, sauf indication contraire.

Les pierres de blocage (hérissément) doivent être tassées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas et la longueur dans le sens de la largeur de la route. Les joints doivent être décalés. Les espaces entre les pierres doivent être comblés avec des pierres plus petites, bien enfoncées pour assurer un bon tassage et bien remplir tous les interstices.



### 3.5 ASPHALTE

Des granulats durs et anguleux doivent être utilisés pour le prémélange de l'asphalte. La taille maximale des granulats ne doit pas dépasser les  $\frac{3}{4}$  de l'épaisseur de la couche de surface consolidée et compactée.

Une quantité suffisante de liant doit être utilisée pour recouvrir complètement chaque granulat. Toutefois, il convient de ne pas utiliser trop de liant bitumineux, car l'excès de liant agit comme un lubrifiant qui favorise le mouvement de glissement plutôt que l'enrobage des granulats.

Le prémélange est préférable, mais le mélange peut également se faire sur place de façon manuelle à l'aide de tambours, sachant que le mélange manuel dans un tambour peut être utilisé pour mélanger 2 m<sup>3</sup> de granulats par tambour et par jour. Des rendements plus importants et un meilleur enrobage des granulats peuvent être obtenus par temps chaud et lorsque les granulats sont exposés au soleil. L'asphalte pré-mélangé doit être posé en couche plus épaisse et consolidé à environ 25 mm d'épaisseur, sauf indication contraire.

## Contexte

Les ponceaux permettent que les routes passent par-dessus les canaux de drainage et d'irrigation ainsi que les cours d'eau naturels. Ce modèle de ponceau en maçonnerie de briques est tiré de la publication d'ONU-Habitat intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir la maçonnerie en pierres et des tuyaux en béton préfabriqué. Ce modèle, en maçonnerie de briques, est basé sur les méthodes de construction habituellement utilisées au Pakistan.

Le modèle de ponceau en maçonnerie de briques présenté ici correspond à une travée de 1,8 m de large x 1,8 m de profondeur. La conception permet d'augmenter la profondeur du canal de drainage jusqu'à 2.5 m (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) afin de permettre une capacité de drainage suffisante en fonction des besoins locaux. Tout ajustement doit être effectué en consultation avec un ingénieur en structure du génie civil.

Le modèle en maçonnerie de briques présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en briques est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles.

La construction en maçonnerie de briques nécessite de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction. Il convient d'accorder une attention particulière aux chaînes d'approvisionnement en briques car, dans certains pays, on a observé que des travailleurs en servitude pour dettes et des enfants étaient engagés pour produire des briques.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle du ponceau en maçonnerie de briques. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Il convient d'inspecter les briques en terre cuite pour s'assurer qu'elles répondent aux exigences de résistance et de qualité décrites dans la spécification. Pour garantir une résistance suffisante, le béton et la maçonnerie en briques doivent être durcis pendant au moins 10 jours, conformément aux spécifications.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité des constructions en béton armé et en maçonnerie de briques</p> <p>La flexibilité de la construction en maçonnerie et en béton permet de s'adapter aux conditions locales du sol et aux exigences de charge.</p>	<p>Coût initial de construction relativement élevé.</p> <p>Délai de construction relativement long</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)







**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)







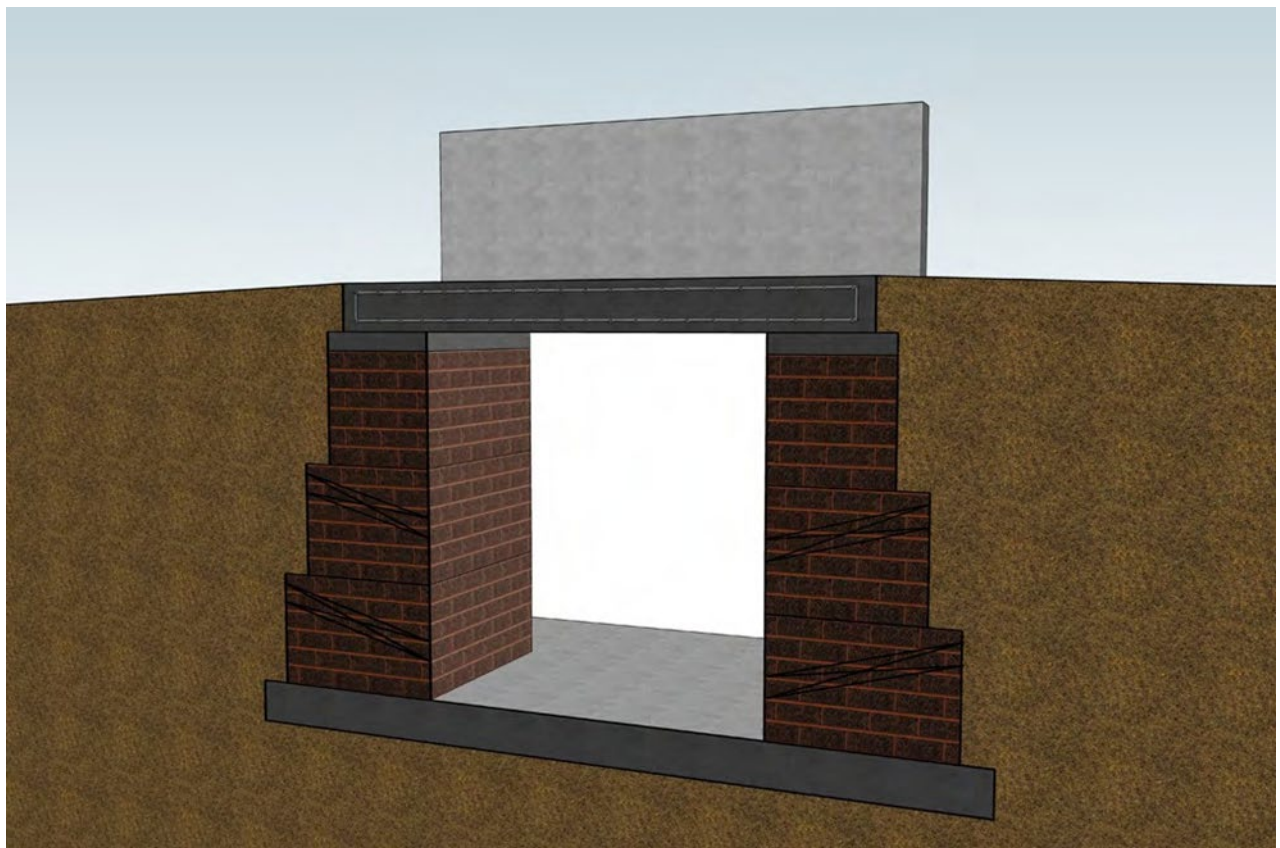
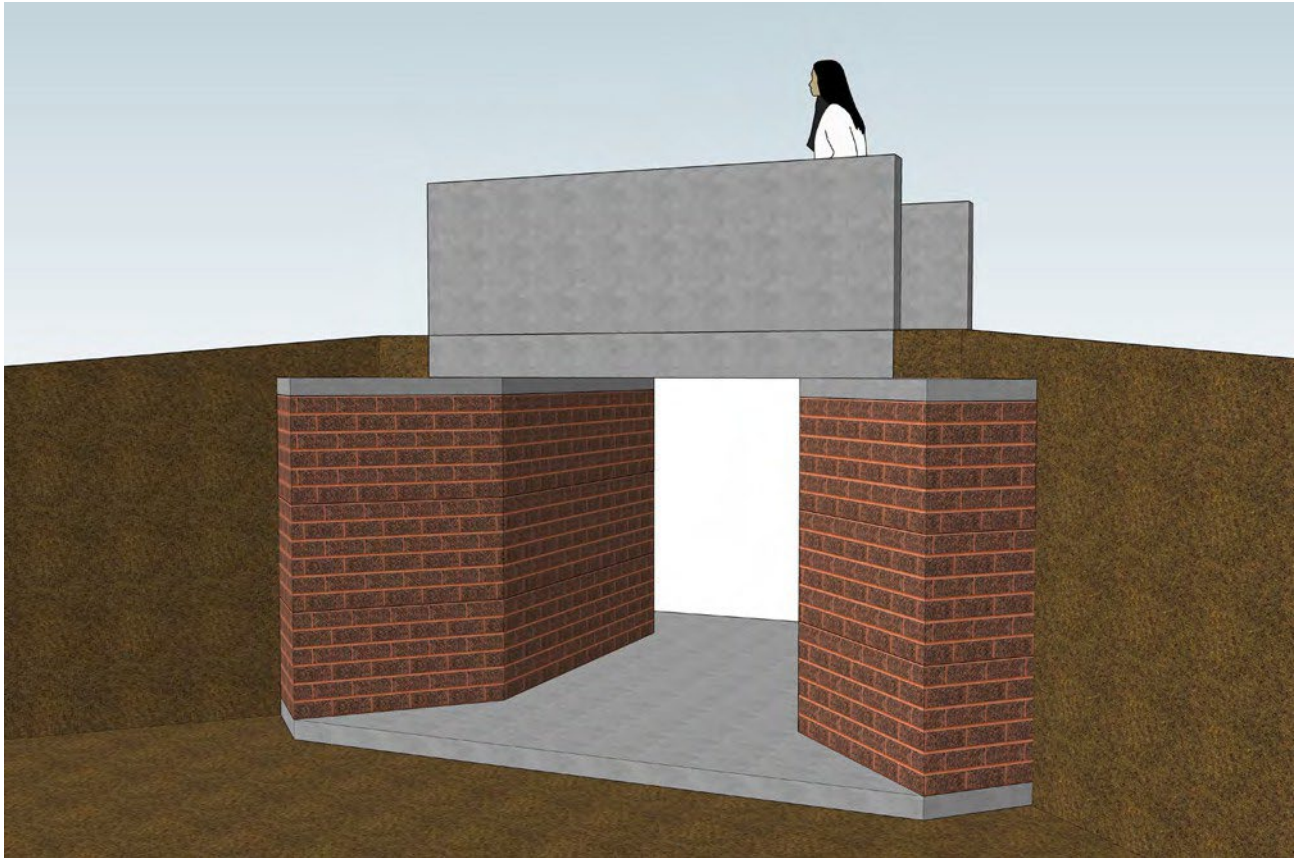
**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



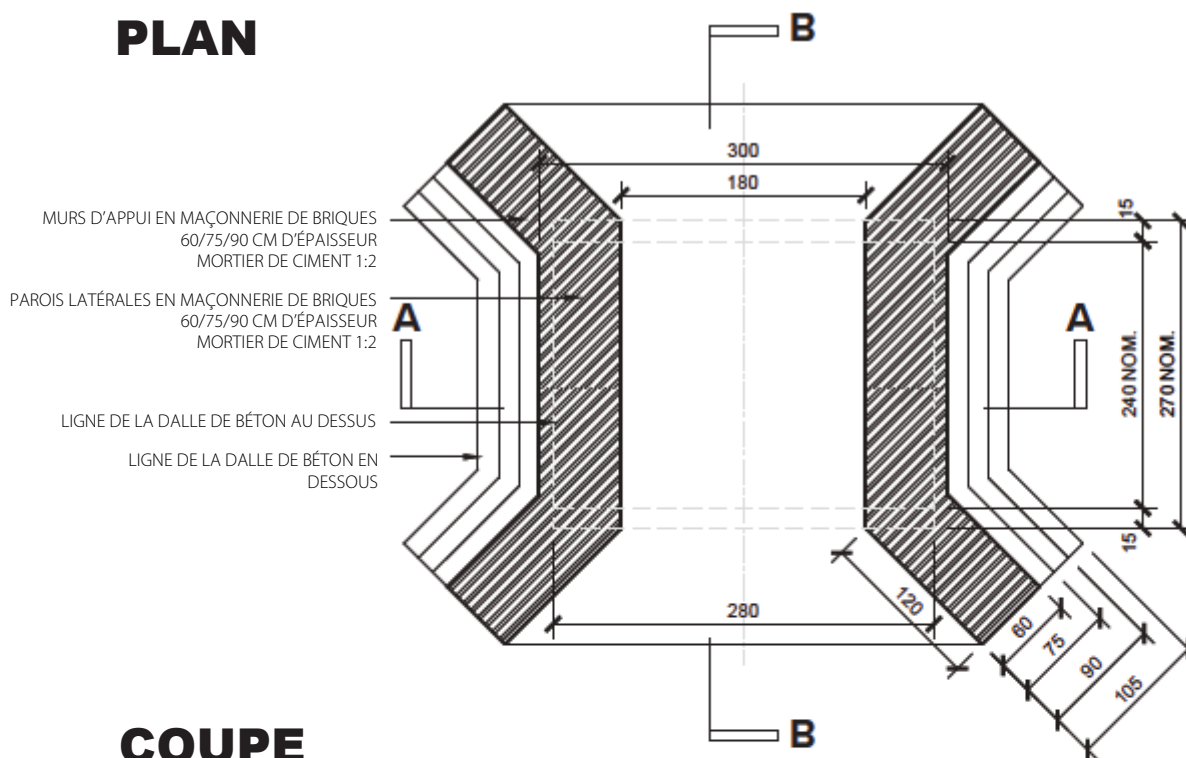
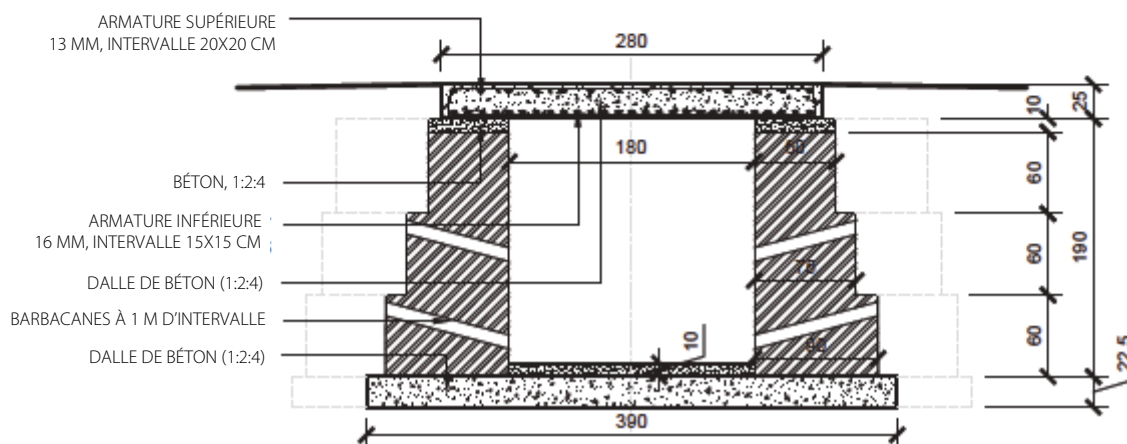




(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)



## PLAN

COUPE  
TRANSVERSALE AA

## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°

E1-1

TITRE

**Ponceau - Maçonnerie en briques**  
Plan et coupe

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 2

DATE

31.08.2023



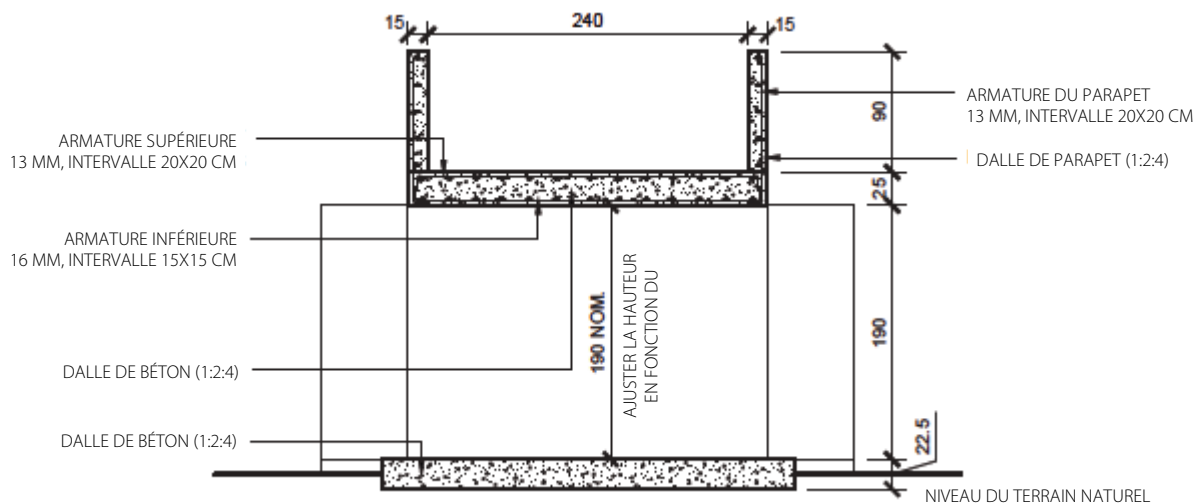
**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires



**COUPE**  
**LONGUE BB**



## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°  
E1-2

TITRE  
**Ponceau - Maçonnerie en briques**  
Coupe longue

PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR	UNITÉ
<b>AU</b>	<b>CM</b>
VÉRIFIÉ PAR	PAGE
<b>RN</b>	<b>2 de 2</b>
ÉCHELLE	DATE
<b>1:50</b>	<b>31.08.2023</b>



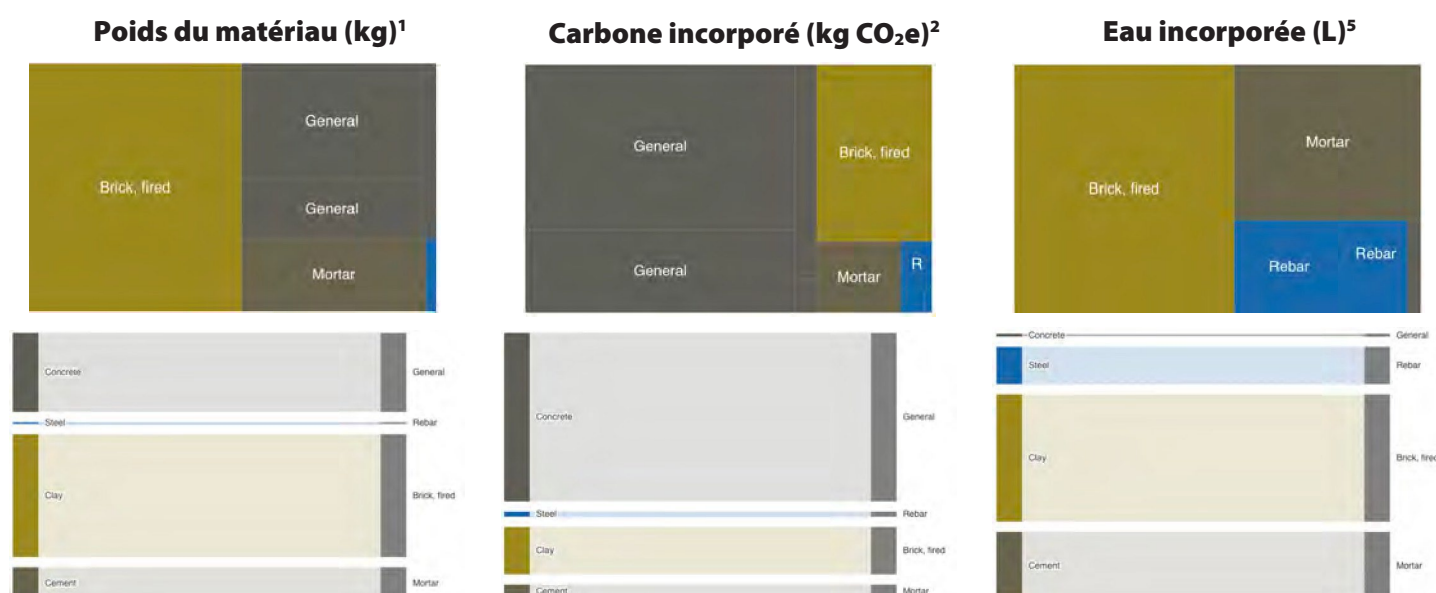
## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Béton pour la dalle en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	1,90
2	Armature en acier pour dalle en béton armé (supérieure - 13 mm)	m	80
	ou	kg	(84)
3	Armature en acier pour dalle en béton armé (inférieure - 16 mm)	m	108
	ou	kg	(170,60)
4	Béton pour les parapets (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,38
5	Armature en acier pour les parapets (13 mm)	m	30,30
	ou	kg	(31,82)
6	Béton pour le recouvrement en maçonnerie (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,06
7	Briques pour la maçonnerie de briques	m <sup>3</sup>	9,80
	ou	Nombre	(4900)
8	Mortier de ciment pour la maçonnerie de briques (1:2)	m <sup>3</sup>	2,95
9	Béton pour la dalle de base en béton (1:2:4)	m <sup>3</sup>	3,75
10	Excavation	m <sup>3</sup>	4
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			

# Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total
Concrete	12 180	25 297,86	1 278,9	26 576,76
Steel	268,7	779,22	28,21	807,43
Clay	18 816	6 021,12	1 486,46	7 507,58
Cement	4 867,5	1 703,63	511,09	2 214,71
Total	36 132,2	33 801,83	3 304,66	62 626,72



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.



## 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

## 3.5 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

## 3.6 BÉTON

## 3.6.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

## 3.6.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

## 3.6.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

## 3.6.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.6.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.7 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

### 3.8 MAÇONNERIE EN BRIQUES

Les briques doivent être faites d'argile exempte de pierres ou d'autres impuretés organiques ou inorganiques. Elles doivent avoir des dimensions standards et uniformes, conformes aux normes locales, et doivent avoir des faces rectangulaires planes et des arêtes à angle droit. Elles doivent être suffisamment solides (résistance minimale à l'écrasement de 125 kg/cm<sup>2</sup>) pour ne pas se briser lorsqu'elles tombent d'une hauteur de 1 mètre, et être suffisamment cuites de sorte à ne pas absorber plus de 20 % de leur poids sec lorsqu'elles sont immergées dans l'eau.

Les briques doivent être trempées dans l'eau pendant au moins 15 minutes avant d'être posées sur le mortier de ciment.

Les briques doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des briques posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. Les briques doivent être recouvertes d'une bâche en plastique ou d'une toile et maintenues humides (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.



Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.

## Contexte



Les ponceaux permettent que les routes passent par-dessus les canaux de drainage et d'irrigation ainsi que les cours d'eau naturels. Ce modèle de ponceau en maçonnerie de pierre est tiré de la publication d'ONU-Habitat intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir la maçonnerie en briques et des tuyaux en béton préfabriqué. Le modèle de ponceau en maçonnerie de pierre reproduit le modèle en maçonnerie de briques, ce qui permet d'utiliser des matériaux différents pour la même conception.

Il correspond à une travée de 1,8 m de large x 1,8 m de profondeur. La conception permet d'augmenter la profondeur du canal de drainage jusqu'à 2,5 m (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) afin de permettre une capacité de drainage suffisante en fonction des besoins locaux. Tout ajustement doit être effectué en consultation avec un ingénieur en structure du génie civil.

Le modèle en maçonnerie de pierre présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en pierres est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. En général, la construction en maçonnerie de pierre et en béton nécessite de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction.

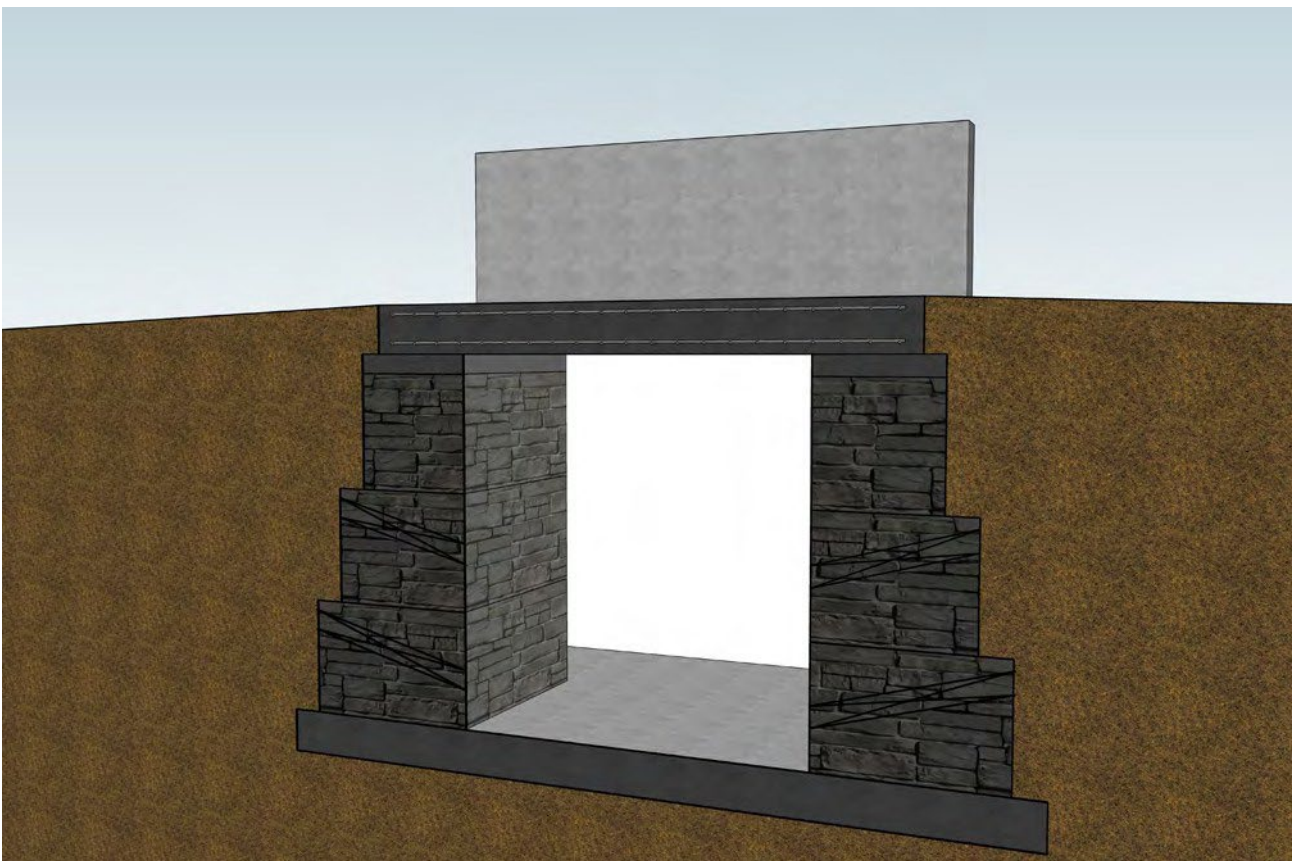
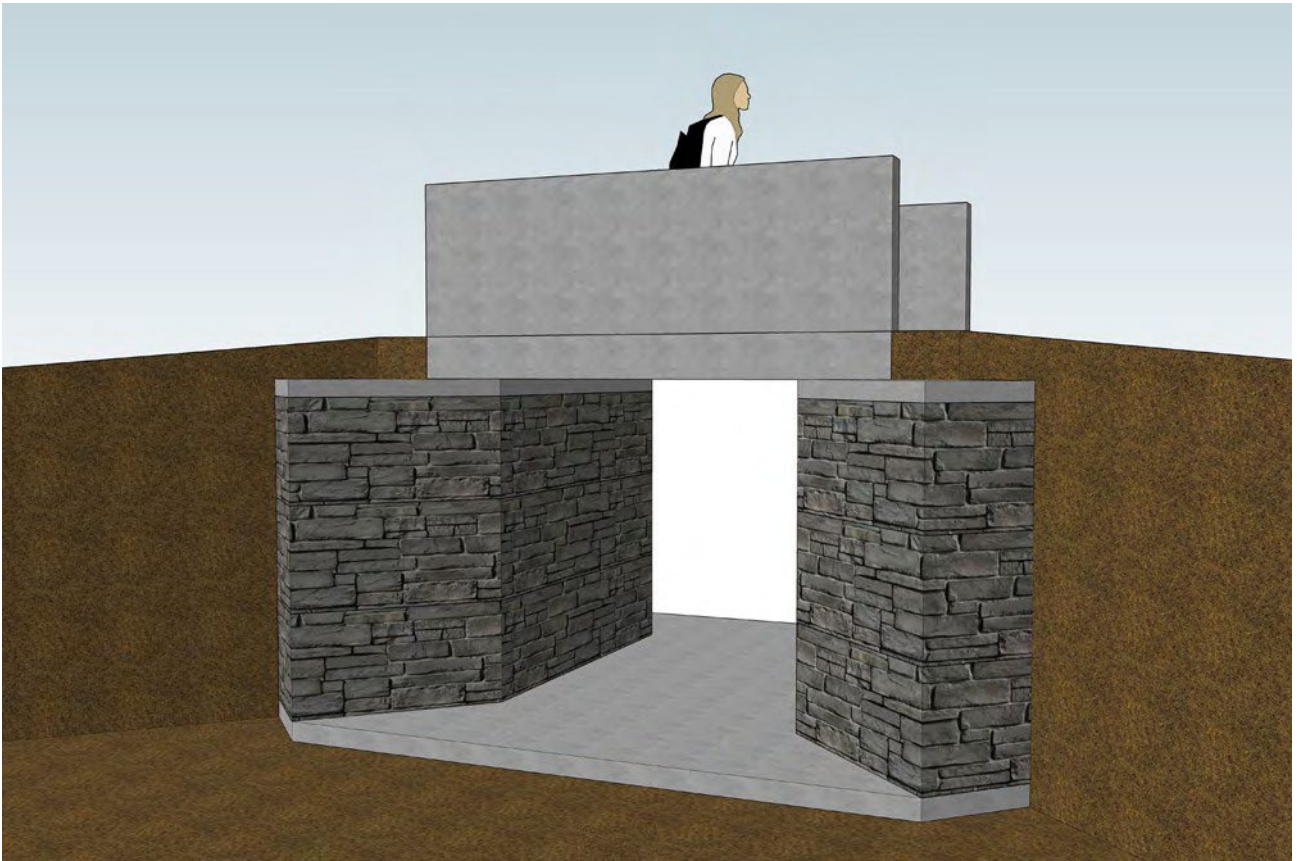
Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle du ponceau en maçonnerie de pierre. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. La maçonnerie en pierres doit être durcie conformément aux spécifications.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité des constructions en béton armé et en maçonnerie de pierre</p> <p>La flexibilité de la construction en maçonnerie et en béton permet de s'adapter aux conditions locales du sol et aux exigences de charge.</p>	<p>Coût initial de construction relativement élevé.</p> <p>Délai de construction relativement long</p>

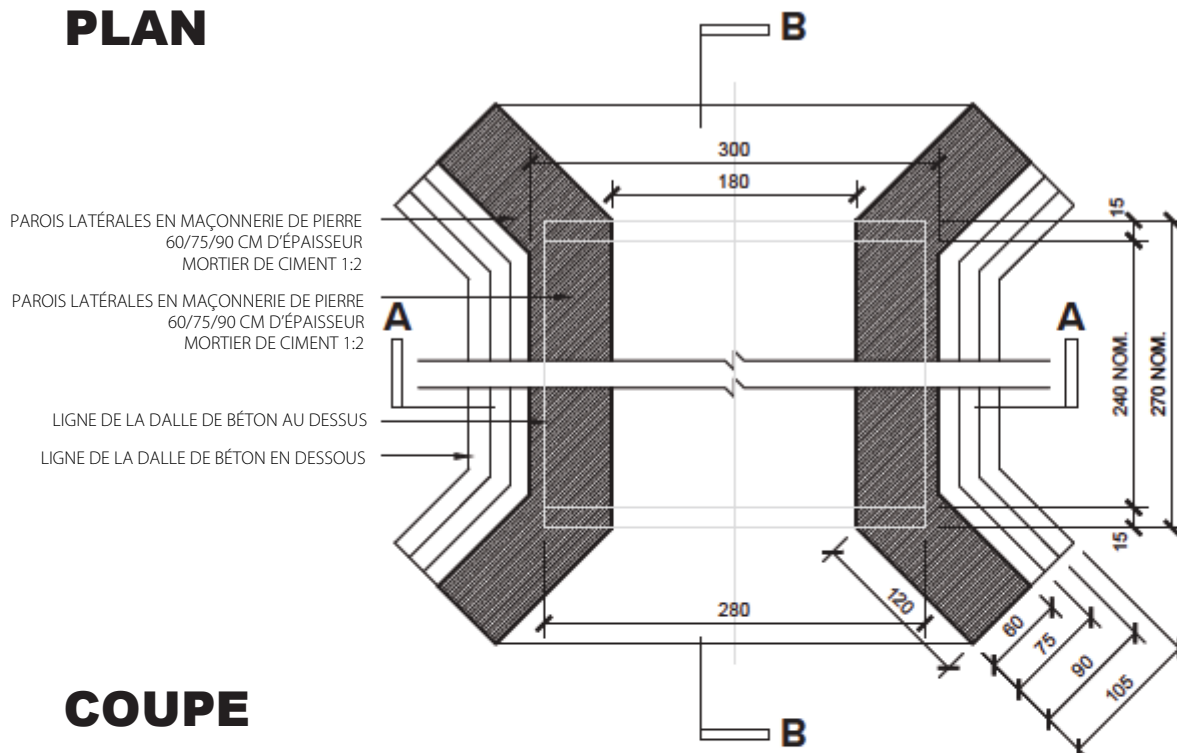
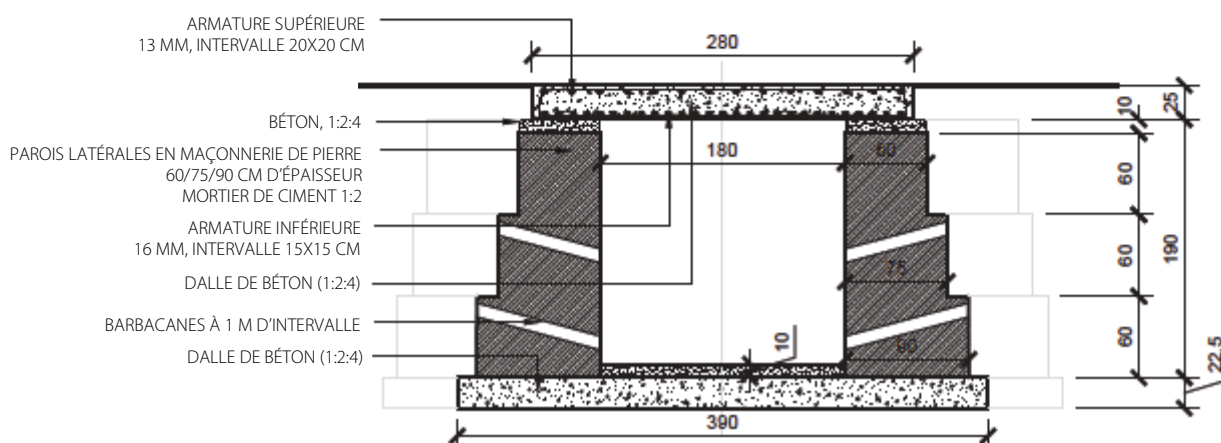
<p><b>Accessibilité financière</b> (compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b> (compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b> (compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)





## PLAN

COUPE  
TRANSVERSALE AA

## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°

E2-1

TITRE

**Ponceau - Maçonnerie de pierre**  
Plan et coupe transversale

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 2

DATE

31.08.2023

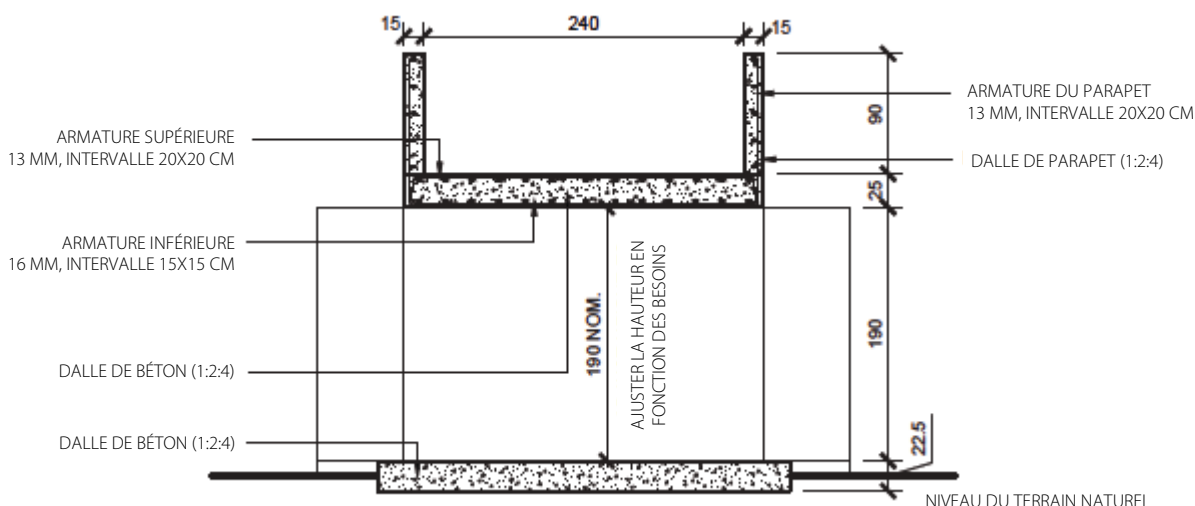


**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires

## COUPE LONGUE BB



### NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°

**E2-2**

TITRE

**Ponceau - Maçonnerie de pierre**

Coupe longue

PROJET

**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR

**AU**

VÉRIFIÉ PAR

**RN**

ÉCHELLE

**1:50**

UNITÉ

**CM**

PAGE

**2 de 2**

DATE

**31.08.2023**
**UNHCR**  
 The UN Refugee Agency

**Section de l'appui technique**  
 Catalogue des infrastructures communautaires

## Devis quantitatif

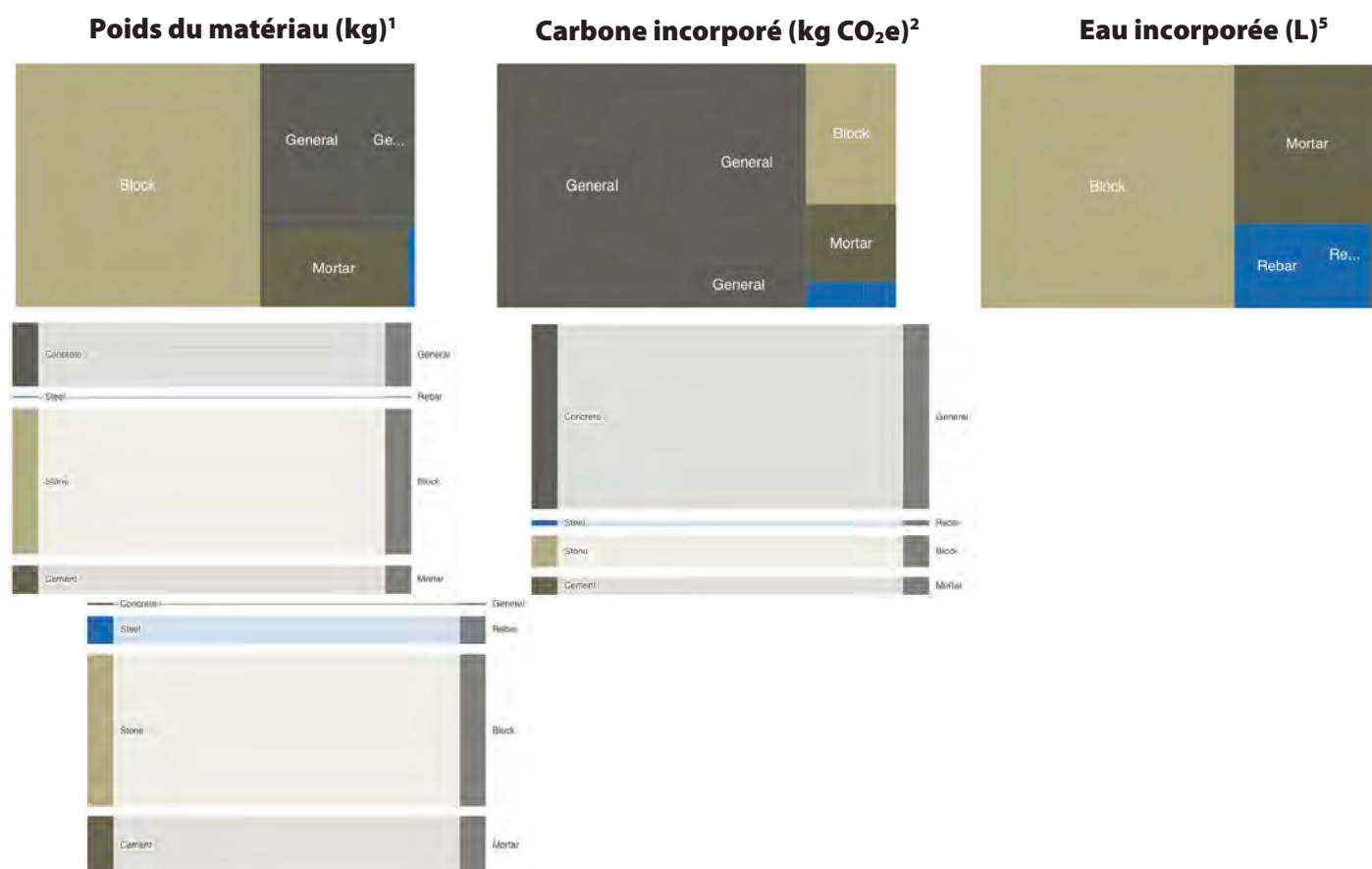
Réf	Description	Unité	Quantité
1	Béton pour la dalle en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	1,90
2	Armature en acier pour dalle en béton armé (supérieure - 13 mm)	m	80
	ou	kg	(84)
3	Armature en acier pour dalle en béton armé (inférieure - 16 mm)	m	108
	ou	kg	(170,60)
4	Béton pour les parapets (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,38
5	Armature en acier pour les parapets (13 mm)	m	30,30
	ou	kg	(31,82)
6	Béton pour le recouvrement en maçonnerie (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,06
7	Pierres pour la maçonnerie	m <sup>3</sup>	9,80
8	Mortier de ciment pour la maçonnerie en pierre (1:2)	m <sup>3</sup>	3,30
9	Béton pour la dalle de base en béton (1:2:4)	m <sup>3</sup>	3,75
10	Excavation	m <sup>3</sup>	4
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			



## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total
Concrete	12 180	25 297,86	1278,9	26 576,76
Steel	268,7	779,22	28,21	807,43
Stone	28 224	2 229,7	2 229,7	4 459,39
Cément	5 445	1905,75	571,73	2 477,48
Total	46 117,7	30 212,53	4 108,53	34 321,06



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

### 3.6 BÉTON

#### 3.6.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.6.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.6.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.6.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.6.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.7 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

## 3.8 MAÇONNERIE EN PIERRE

Les pierres doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des pierres posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées. Les pierres sont posées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas. Les joints et les espaces entre les pierres doivent être remplis avec des pierres plus petites.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. La maçonnerie finie doit être recouverte d'une bâche plastique ou d'une toile.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Les ponceaux permettent que les routes passent par-dessus les canaux de drainage et d'irrigation ainsi que les cours d'eau naturels. Ce modèle de ponceau doté de tuyaux en béton préfabriqués est tiré de la publication d'ONU-Habitat intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Dans le présent catalogue, il est présenté aux côtés d'autres solutions de construction, à savoir la maçonnerie en briques et la maçonnerie en pierres.

Deux options de dimensionnement sont présentées ici : une travée de 2 m de large x 0,8 m de profondeur, et une travée de 1 m de large et 0,8 m de profondeur. La conception permet d'augmenter la profondeur jusqu'à 1 mètre (ce qui nécessite d'apporter des ajustements aux dessins et au devis quantitatif) pour permettre une capacité de drainage suffisante en fonction des besoins locaux. Tout ajustement doit être effectué en consultation avec un ingénieur en structure du génie civil.

Le modèle en béton préfabriqué présenté ici est simple à mettre en œuvre. La disponibilité de tuyaux en béton préfabriqués, qui, en général, devront être achetés auprès de producteurs locaux, est le principal facteur limitant (par rapport à des éléments préfabriqués plus simples tels que des panneaux, qui peuvent être produits par les communautés locales avec un appui technique adéquat).

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle du ponceau en béton préfabriqué. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Délai de construction relativement court</p> <p>Des méthodes de construction simples permettent d'associer les communautés locales</p>	<p>La flexibilité limitée des tuyaux préfabriqués limite l'adaptabilité aux conditions locales du terrain et aux exigences de capacité.</p> <p>Les tuyaux en béton préfabriqué peuvent nécessiter une fabrication hors site</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)







**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)







**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)



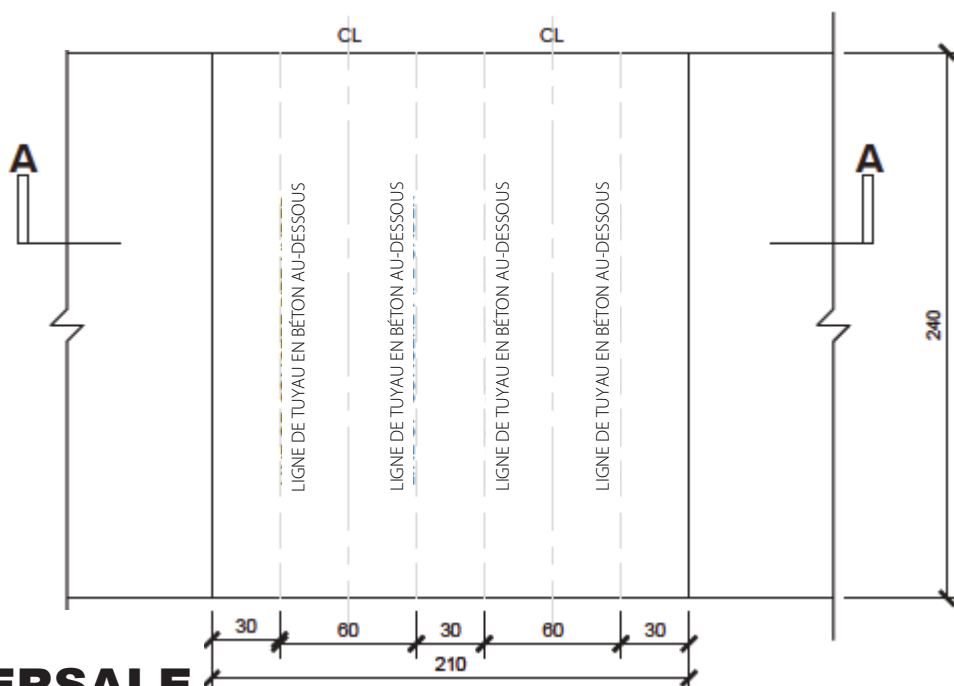
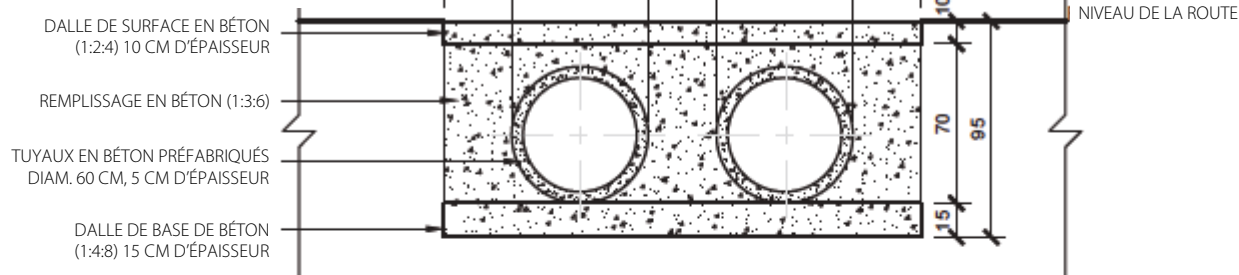
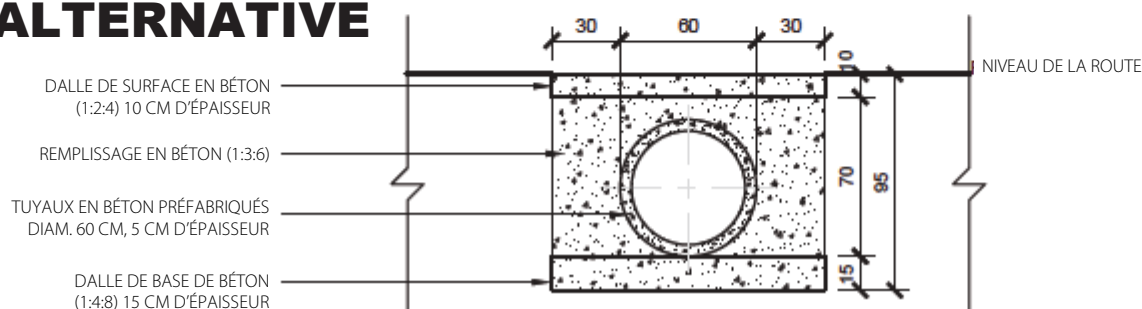




(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)



## PLAN

COUPE  
TRANSVERSALE  
AACOUPE  
ALTERNATIVE

## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°

E3-1

TITRE

Ponceau - Tuyaux en béton  
Plan et coupe transversale

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023


**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires



## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
<b>Option 1</b>			
1.1	Béton pour la dalle de surface en béton (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,51
1.2	Tuyau en béton préfabriqué - 60 cm de diamètre, 5 cm d'épaisseur (ou équivalent)	m	4,80
1.3	Béton pour le remplissage de béton maigre (1:3:6)	m <sup>3</sup>	2,20
1.4	Béton pour la dalle de base en béton (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,77
1,5	Excavation	m <sup>3</sup>	5
<b>Option 2</b>			
2.1	Béton pour la dalle de surface en béton (1:2:4)	m <sup>3</sup>	0,30
2.2	Tuyau en béton préfabriqué - 60 cm de diamètre, 5 cm d'épaisseur (ou équivalent)	m	2,40
2.3	Béton pour le remplissage de béton maigre (1:3:6)	m <sup>3</sup>	1,35
2.4	Béton pour la dalle de base en béton (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,44
2.5	Excavation	m <sup>3</sup>	2,80
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			

## Impacts environnementaux

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>			Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total	
Concrete	8 896	14 920,56	934,08	15 854,64	7 608,64
Total	8 896	14 920,56	934,08	15 854,64	7 608,64

Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %. Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 BÉTON

#### 3.5.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.5.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.5.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.5.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

#### 3.5.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.6 BÉTON PRÉFABRIQUÉ

Le béton préfabriqué doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Les éléments préfabriqués en béton doivent être coulés à l'aide d'un coffrage permettant d'obtenir des dimensions uniformes. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Contexte

Les murs de soutènement permettent de modifier un terrain escarpé afin d'obtenir un sol plat et d'utiliser le terrain en toute sécurité. Ils résistent à des charges importantes de terre et d'eaux souterraines, mais ils présentent de graves risques pour la sécurité en cas d'écroulement, en raison des chutes de matériaux et des glissements de terrain. Il faut donc veiller à ce que la structure des murs de soutènement et la conception du système de drainage soient adéquates.

Le modèle de mur de soutènement en béton armé est présenté ici aux côtés de solutions de construction comparables, à savoir en maçonnerie de pierre et en gabion de pierre. Ce modèle de mur de soutènement en béton armé peut être de deux hauteurs différentes : 1 m de haut et 2 m de haut. Ces hauteurs et autres dimensions peuvent être adaptées en fonction des conditions locales, étant entendu que la conception et toute modification doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de tenir compte des conditions géologiques et hydrologiques et des normes de construction locales.

La construction en béton armé est relativement complexe par rapport aux solutions de maçonnerie en briques et de ferrociment, mais les compétences et les matériaux pour la construction en béton armé sont largement disponibles. Elle nécessite généralement de faire appel à un entrepreneur ou à une entreprise de construction, mais la main-d'œuvre nécessaire à la construction peut être trouvée parmi les communautés locales.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle et le bon fonctionnement d'un mur de soutènement en béton armé. Le béton doit être mélangé et coulé conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. L'acier doit être placé conformément aux dessins et recouvert d'une couche de béton suffisante. Le béton coulé doit être durci conformément aux spécifications afin de garantir une bonne résistance. Pour une bonne évacuation des eaux par les barbacanes et le remblai, il faut tenir compte des conditions géologiques et hydrologiques locales.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité des constructions en béton armé</p> <p>La flexibilité de la construction en béton permet de s'adapter aux conditions locales du sol.</p>	<p>Coût initial de construction élevé</p> <p>Délai de construction initiale long</p> <p>Les besoins en main-d'œuvre qualifiée limitent le potentiel de participation des communautés locales.</p>

**Accessibilité financière**  
*(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)*







**Performance**  
*(compte tenu de la capacité et de la durabilité)*







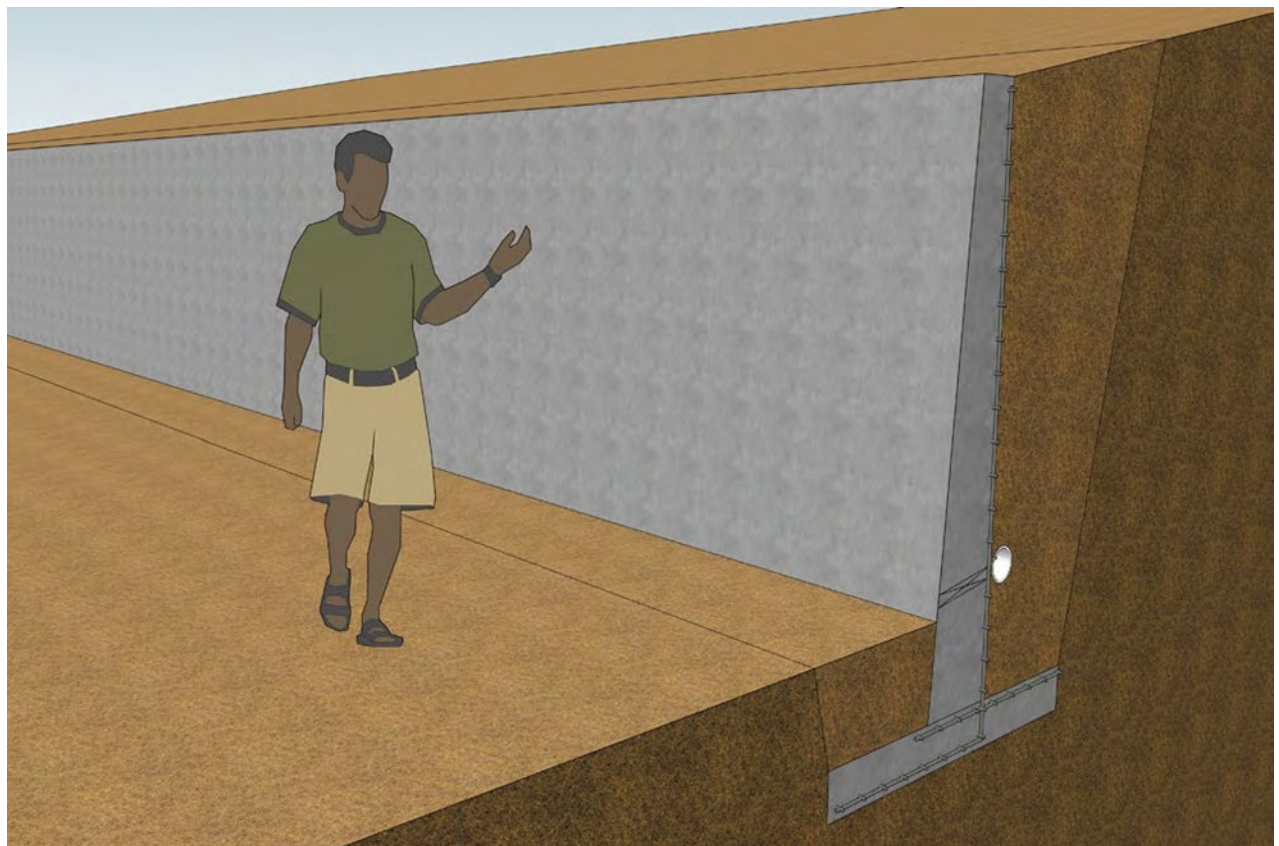
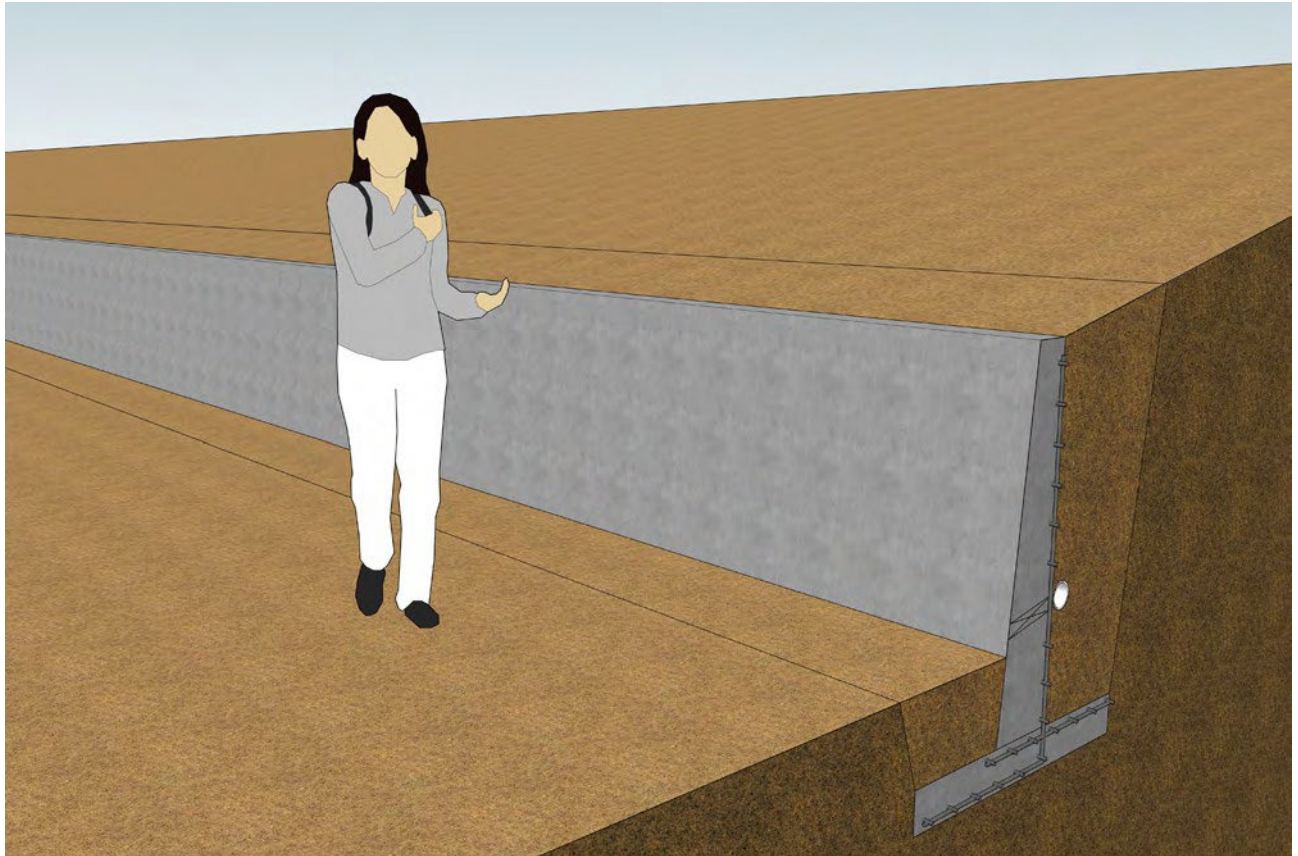
**Durabilité environnementale**  
*(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)*





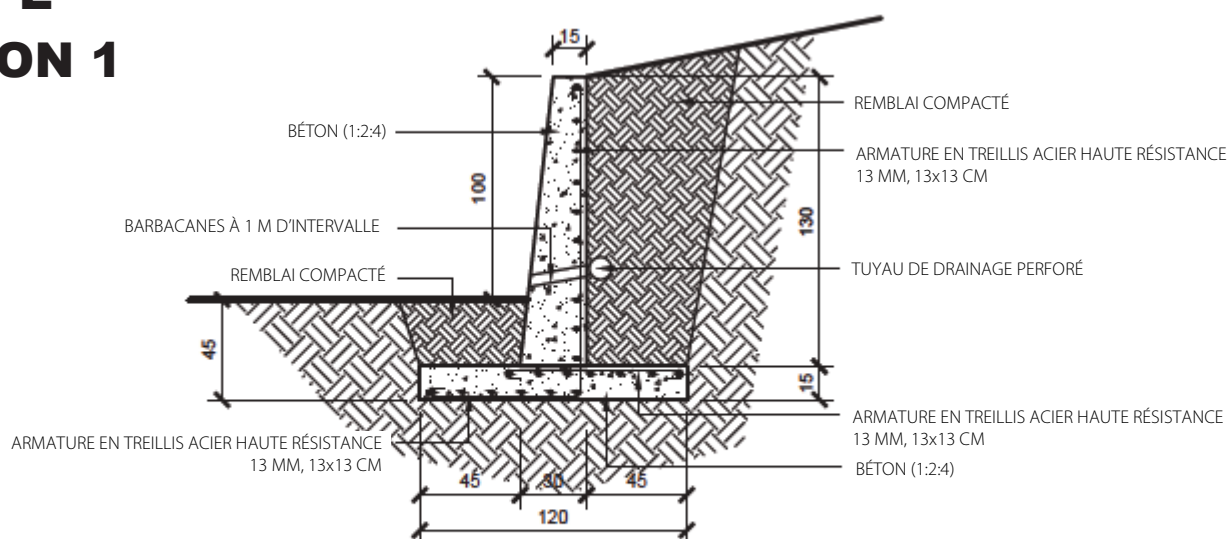


(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

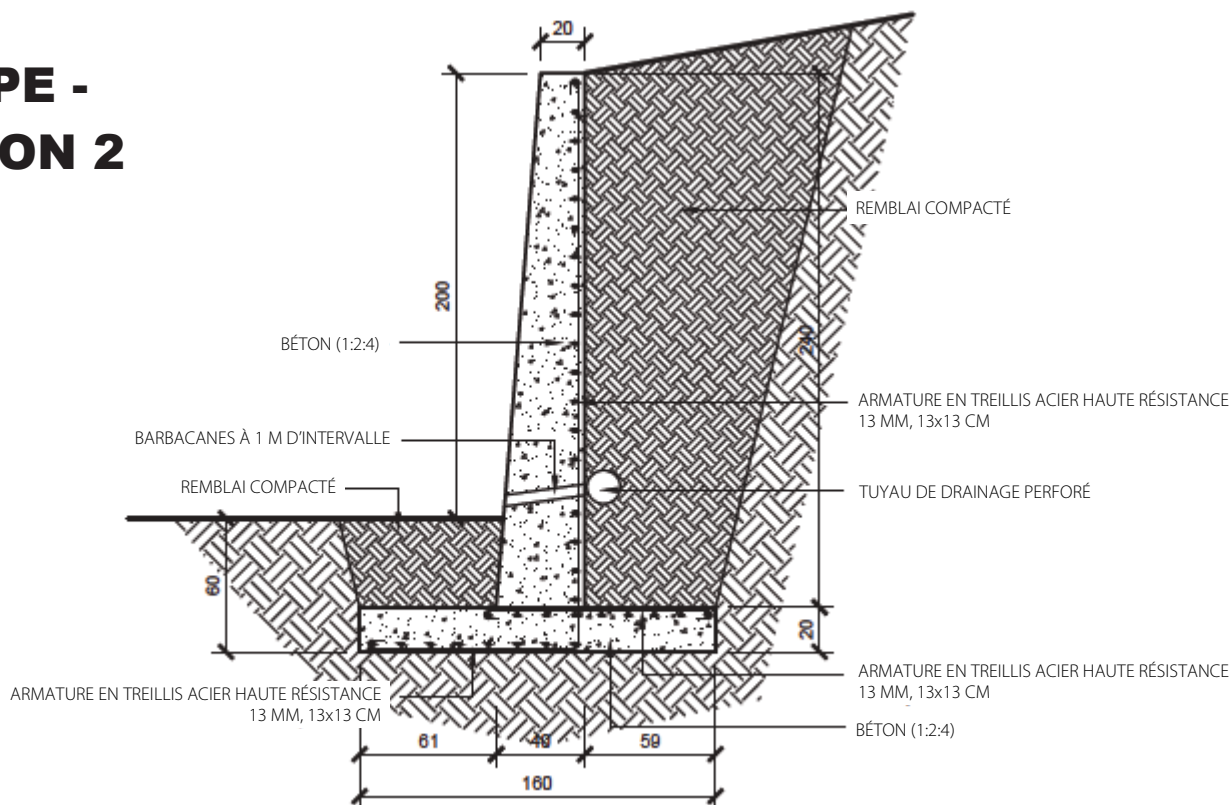




## COUPE - OPTION 1



## COUPE - OPTION 2



### NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurale doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.

DESSIN N°

F1-1

TITRE

Mur de soutènement - Béton armé

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023


**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires



**Devis quantitatif**

Réf	Description	Unité	Quantité
<b>Quantités par mètre de mur de soutènement</b>			
<b>Option 1 : 1 m de haut</b>			
1.1	Béton pour le mur en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	2,95
1.2	Armature en acier pour le mur en béton armé (13 mm, haute résistance)	m	22,20
	ou	kg	(23,30)
1.3	Béton pour base en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	1,80
1.4	Armature en acier pour la base en béton armé (13 mm, haute résistance)	m	25,00
	ou	kg	(26,25)
1,5	Excavation	m <sup>3</sup>	1,60
<b>Option 2 : 2 m de haut</b>			
2.1	Béton pour le mur en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	7,20
2.2	Armature en acier pour le mur en béton armé (13 mm, haute résistance)	m	40
	ou	kg	(42)
2.3	Béton pour base en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	3,20
2.4	Armature en acier pour la base en béton armé (13 mm, haute résistance)	m	33
	ou	kg	(35)
2.5	Excavation	m <sup>3</sup>	3,60
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			

## Impacts environnementaux (par mètre)

D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total
Concrete	9 500	19 731,5	997,5	20 729
Steel	41,96	121,69	4,41	126,09
Total	9 541,96	19 853,19	1 001,91	20 855,09

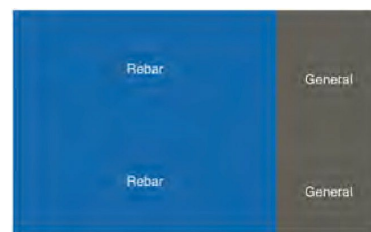
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %. Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 BÉTON

#### 3.5.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.5.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

#### 3.5.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

#### 3.5.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

#### 3.5.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

### 3.6 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.

## Contexte

Les murs de soutènement permettent de modifier un terrain escarpé afin d'obtenir un sol plat et d'utiliser le terrain en toute sécurité. Ils résistent à des charges importantes de terre et d'eaux souterraines, mais ils présentent de graves risques pour la sécurité en cas d'écroulement, en raison des chutes de matériaux et des glissements de terrain. Il faut donc veiller à ce que la structure des murs de soutènement et la conception du système de drainage soient adéquates.

Le modèle de mur de soutènement en maçonnerie de pierre est présenté ici aux côtés de solutions de construction comparables, à savoir en béton armé et en gabion de pierre. Il comprend deux options de forme : en gradins et en biais. Les deux options permettent d'obtenir le même résultat fonctionnel de 2,5 m de haut tout en offrant la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux normes de construction locales.

La hauteur du mur de soutènement peut être adaptée en fonction des conditions locales, étant entendu que la conception et toute modification doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de tenir compte des conditions géologiques et hydrologiques et des normes de construction locales.

Le modèle en maçonnerie de pierre présenté ici peut être réalisé dans la plupart des situations où la construction en pierres est courante, ce qui laisse supposer que les compétences et les matériaux nécessaires sont disponibles. En général, la construction en maçonnerie de pierre et en béton nécessite de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction. mais les communautés locales peuvent participer à l'apport de main-d'œuvre pour la construction.

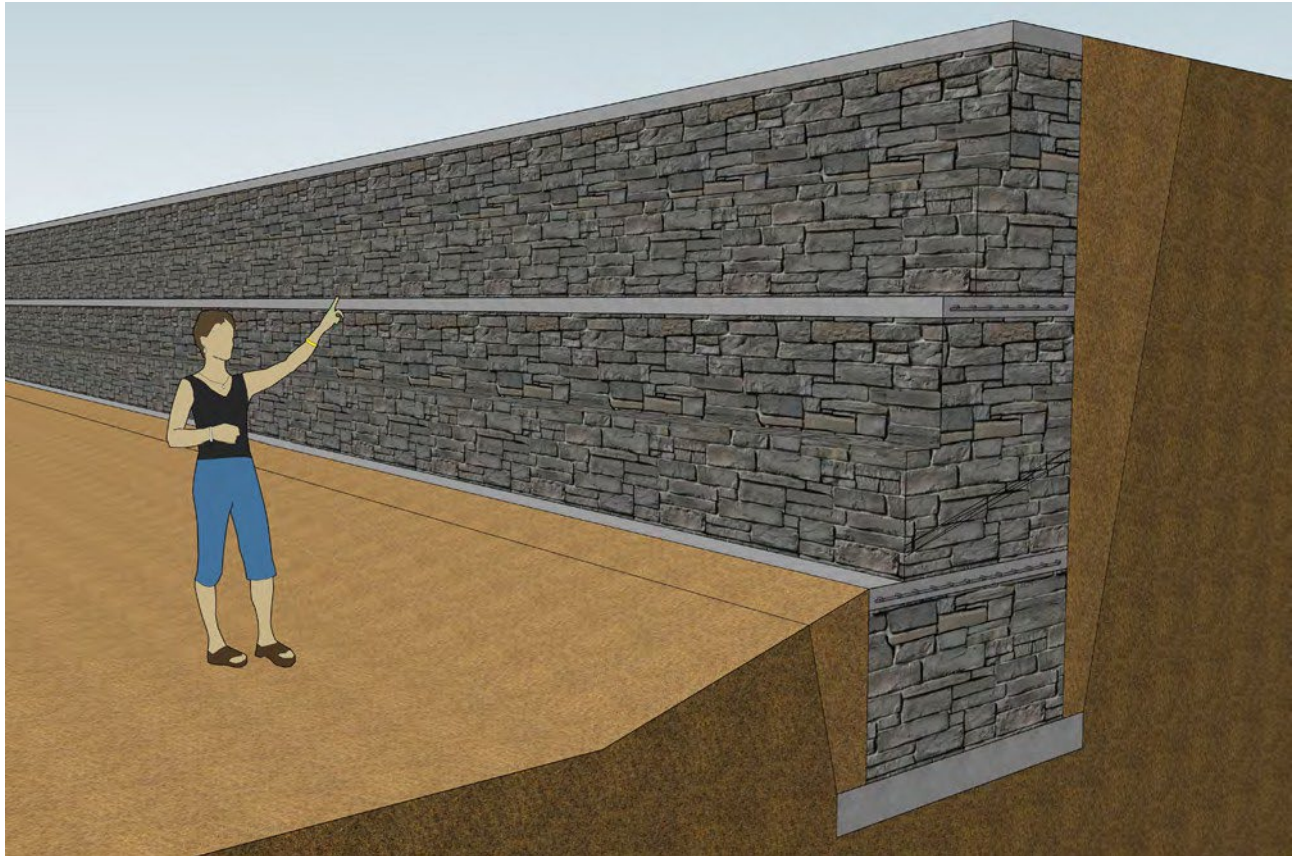
Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle du ponceau en maçonnerie de pierre. Il convient de faire appel à des experts locaux en ingénierie pour vérifier et modifier au besoin la conception de la base structurelle/des fondations compte tenu des conditions géologiques locales et des normes de construction locales. Le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. La maçonnerie en pierres doit être durcie conformément aux spécifications.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité des constructions en béton armé</p> <p>La flexibilité de la construction en béton permet de s'adapter aux conditions locales du sol.</p>	<p>Coût initial de construction élevé</p> <p>Délai de construction initiale long</p> <p>Les besoins en main-d'œuvre qualifiée limitent le potentiel de participation des communautés locales.</p>

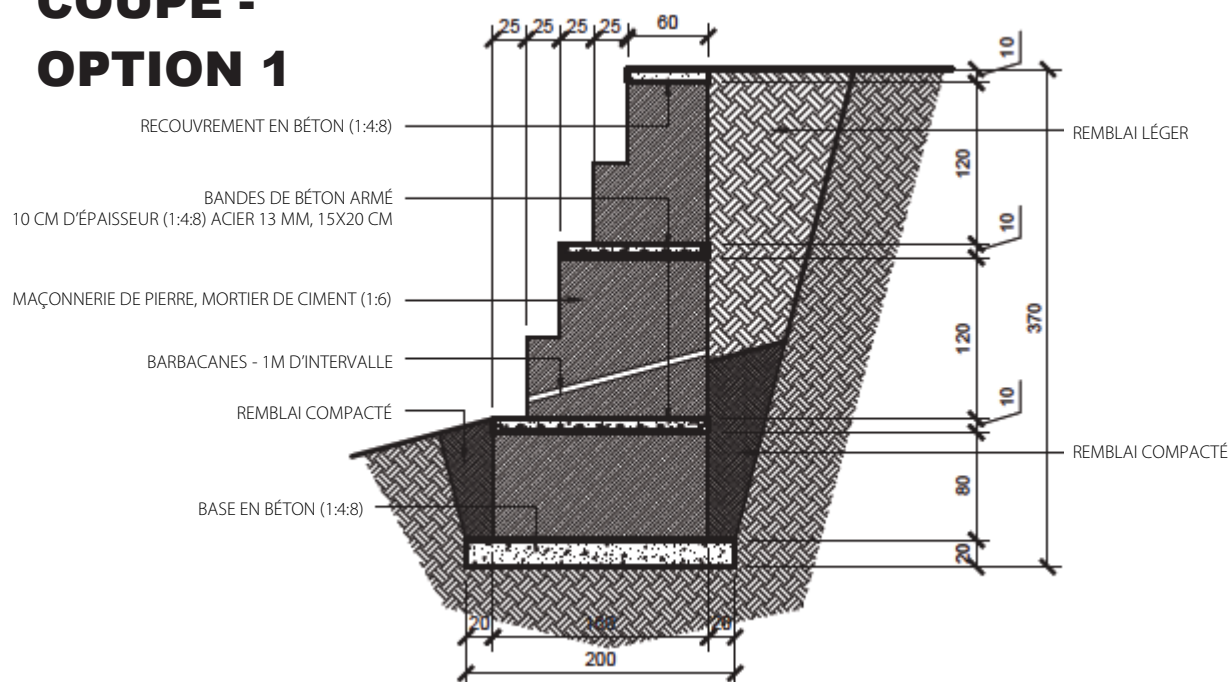
<p><b>Accessibilité financière</b></p> <p>(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b></p> <p>(compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b></p> <p>(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

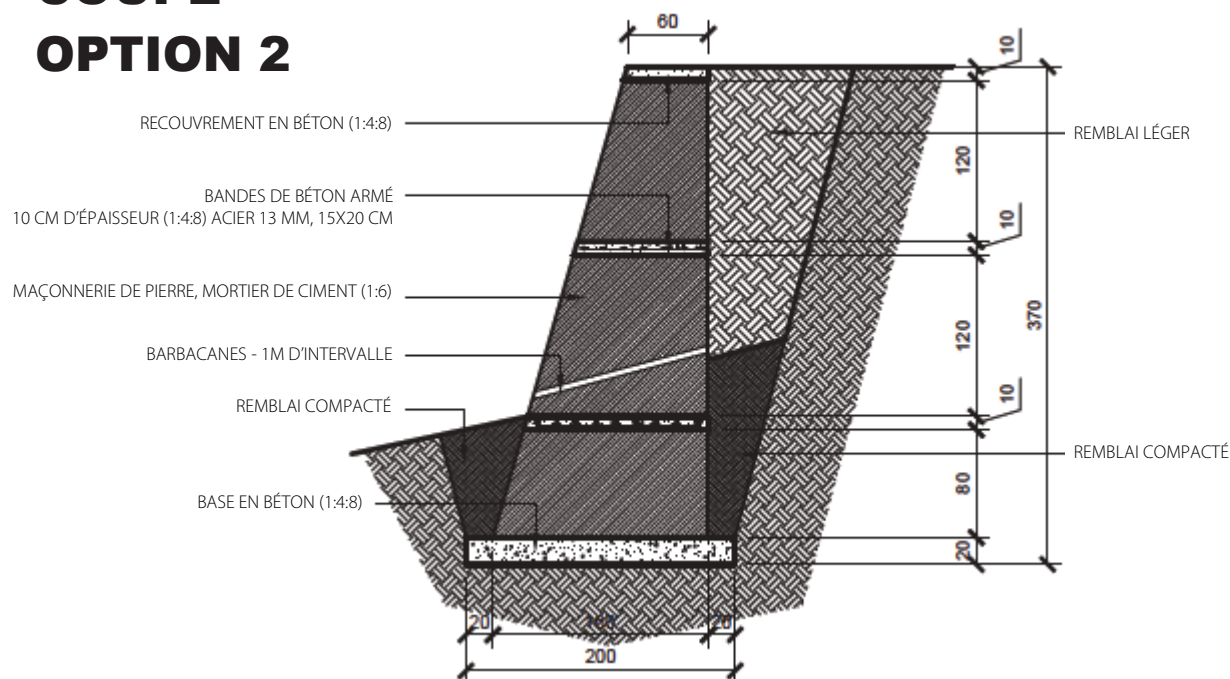




## COUPE - OPTION 1



## COUPE - OPTION 2



### NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de  $\frac{1}{4}$ .
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.
6. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.

DESSIN N°

F2-1

TITRE

**Mur de soutènement - Maçonnerie de pierre**  
Option 1

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 2

DATE

31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires



## Devis quantitatif

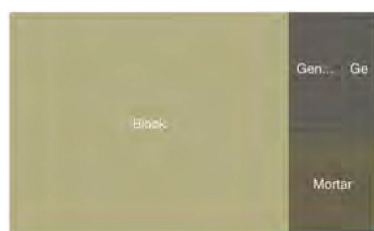
Réf	Description	Unité	Quantité
<b>Quantités par mètre de mur de soutènement</b>			
<b>Option 1 : 2,6 m de haut, en gradins</b>			
1.1	Béton pour le recouvrement (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,06
1.2	Béton pour les bandes en béton armé (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,27
1.3	Armature en acier pour les bandes de béton armé (13 mm)	m	35,80
	ou	kg	(37,60)
1.4	Béton pour la base en béton (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,40
1,5	Pierres pour la maçonnerie	m <sup>3</sup>	2,90
1.6	Mortier de ciment pour la maçonnerie en pierre	m <sup>3</sup>	0,70
1.7	Excavation	m <sup>3</sup>	6,50
<b>Option 2 : 2,6 m de haut, en biais</b>			
2.1	Béton pour le recouvrement (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,06
2.2	Béton pour les bandes en béton armé (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,24
2.3	Armature en acier pour les bandes de béton armé (13 mm)	m	31
	ou	kg	(32,60)
2.4	Béton pour la base en béton (1:4:8)	m <sup>3</sup>	0,40
2.5	Pierres pour la maçonnerie	m <sup>3</sup>	2,90
2.6	Mortier de ciment pour la maçonnerie en pierre	m <sup>3</sup>	0,70
2.7	Excavation	m <sup>3</sup>	6,50
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			

## Impacts environnementaux (par mètre)

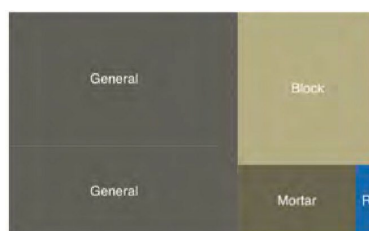
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total
Concrete	1460	3 032,42	153,3	3 185,72
Steel	31,83	92,3	3,34	95,64
Stone	8 352	659,81	559,81	1 319,62
Cement	1155	404,25	121,27	525,53
Total	10 998,83	4 188,77	937,72	5 126,5

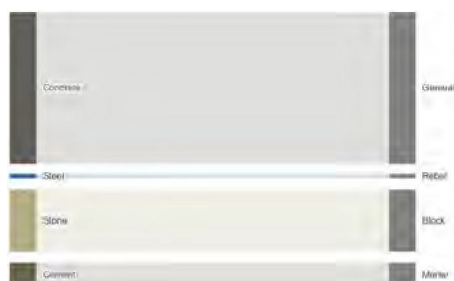
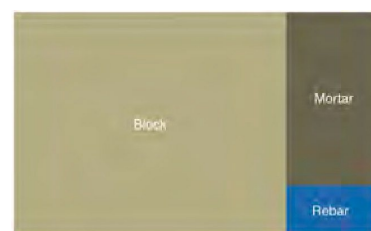
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

## 3.5 MORTIER DE CIMENT

Le mortier de ciment doit être composé de ciment Portland, de sable et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable de un pour six (1:6) doit être utilisé, sauf indication contraire. Dans la maçonnerie en briques et en pierres, le mortier de ciment doit être appliqué sur une épaisseur minimale de 6 à 10 mm, sauf indication contraire. Après l'application, le mortier des maçonneries en briques et en pierres doit être durci (maintenu humide) pendant au moins 10 jours.

## 3.6 BÉTON

## 3.6.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

## 3.6.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document. Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3370		380	0,42	0,84
1: 2: 4290		300	0,45	0,90
1: 3: 6190		200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

## 3.6.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

## 3.6.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

## 3.6.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.



### 3.7 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.

### 3.8 MAÇONNERIE EN PIERRE

Les pierres doivent être posées en assises horizontales, la hauteur des pierres posées en une seule journée ne devant pas dépasser 1 m afin d'éviter une pression excessive sur les assises inférieures nouvellement posées. Les pierres sont posées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas. Les joints et les espaces entre les pierres doivent être remplis avec des pierres plus petites.

Les joints de mortier de ciment doivent être de 6 à 10 mm. Un mélange de ciment et de sable de un pour six (1:6) doit être utilisé pour le mortier de maçonnerie, sauf indication contraire. La maçonnerie finie doit être recouverte d'une feuille de plastique ou d'un textile et maintenue humide (pour la cure) pendant au moins 10 jours après la pose.

## Contexte

Les murs de soutènement permettent de modifier un terrain escarpé afin d'obtenir un sol plat et d'utiliser le terrain en toute sécurité. Ils résistent à des charges importantes de terre et d'eaux souterraines, mais ils présentent de graves risques pour la sécurité en cas d'écroulement, en raison des chutes de matériaux et des glissements de terrain. Il faut donc veiller à ce que la structure des murs de soutènement et la conception du système de drainage soient adéquates.

Le modèle de mur de soutènement en gabion de pierre est présenté ici aux côtés de solutions de construction comparables, à savoir en béton armé et en maçonnerie de pierre. Il comprend deux options de forme : en gradins et en gradins inversés. Les deux options permettent d'obtenir le même résultat fonctionnel d'environ 2 m de haut tout en offrant la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux contraintes et aux préférences spatiales locales.

Les gabions en pierre sont une solution flexible pour les murs de soutènement, car il est possible d'obtenir un mur plus haut en ajoutant d'autres cages de gabion remplies de pierres.

Veillez cependant à ce que les niveaux supplémentaires soient étagés de manière adéquate afin de garantir l'intégrité structurelle. Toute modification doit être vérifiée par un ingénieur local afin de tenir compte des conditions géologiques et hydrologiques locales, et notamment de garantir une capacité de charge suffisante des fondations en terre.

En général, la construction de gabions en pierre permet une participation importante des communautés locales avec un appui technique et une supervision appropriés.

Plusieurs éléments sont essentiels pour garantir l'intégrité structurelle de la construction en gabions de pierre. La capacité de charge des fondations en terre doit être confirmée. Veillez à ce que les cages en fil d'acier soient suffisamment résistantes, conformément aux spécifications. Pour les cages de gabion fabriquées sur place, assurez-vous que le maillage en acier est solidement assemblé. Les pierres doivent être bien installées à l'intérieur des cages de gabion afin de minimiser les charges latérales sur les cages métalliques.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Les compétences de base requises permettent une participation importante de la communauté locale à la construction.</p> <p>Disponibilité générale des matériaux et de la main-d'œuvre</p> <p>Coût des matériaux relativement faible</p>	<p>La nécessité d'une base étendue empêche d'utiliser les terres ; ne convient pas aux espaces restreints</p> <p>Le maillage approprié pour les cages de gabion peut ne pas être disponible dans certaines régions.</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)



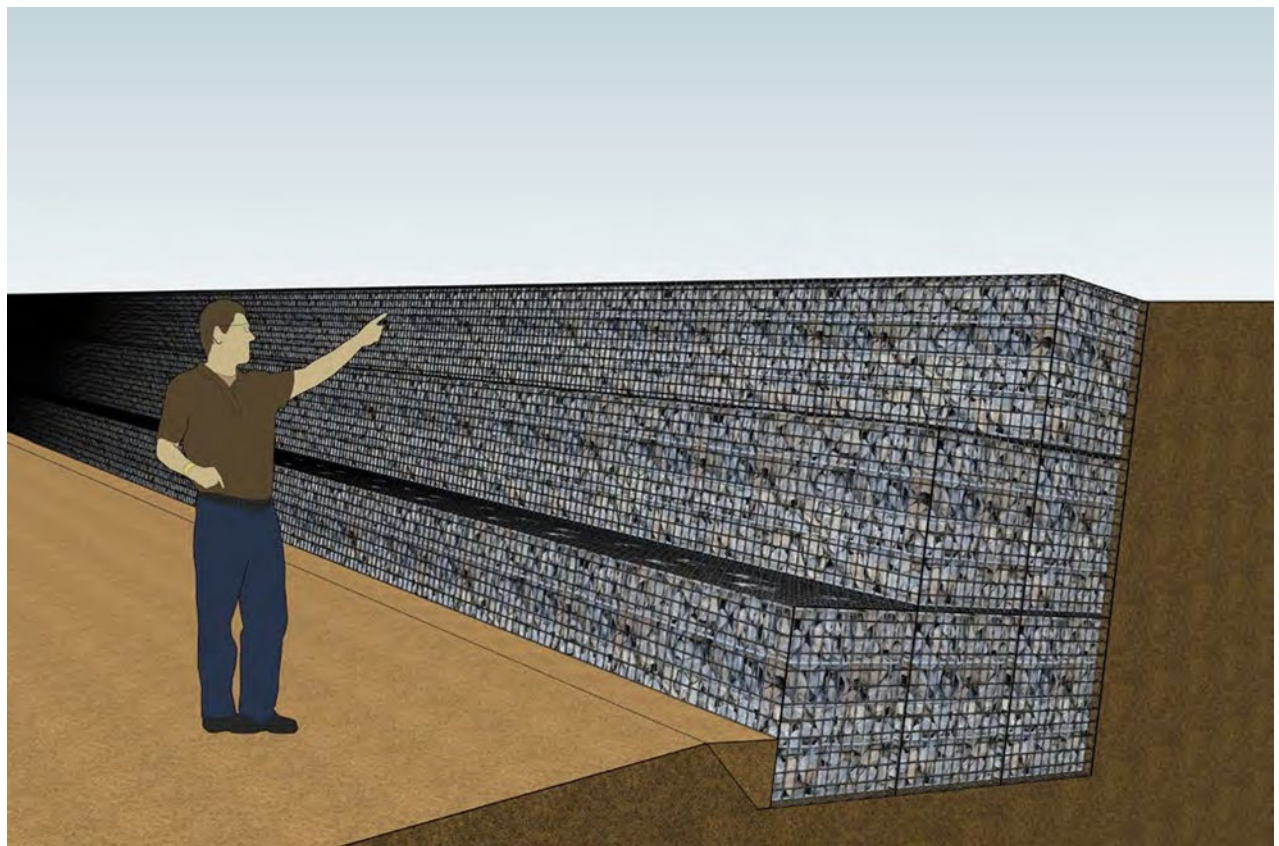
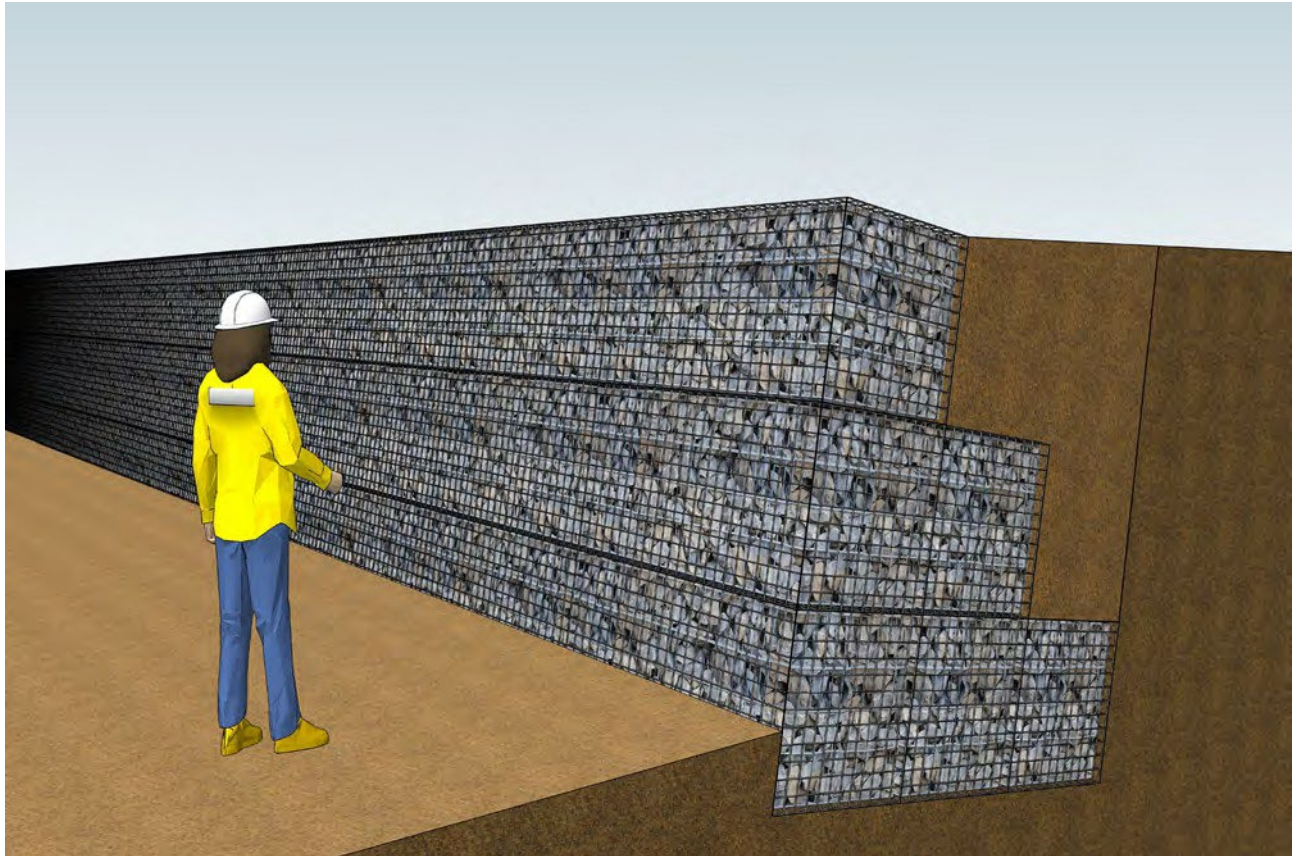
**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)



**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)

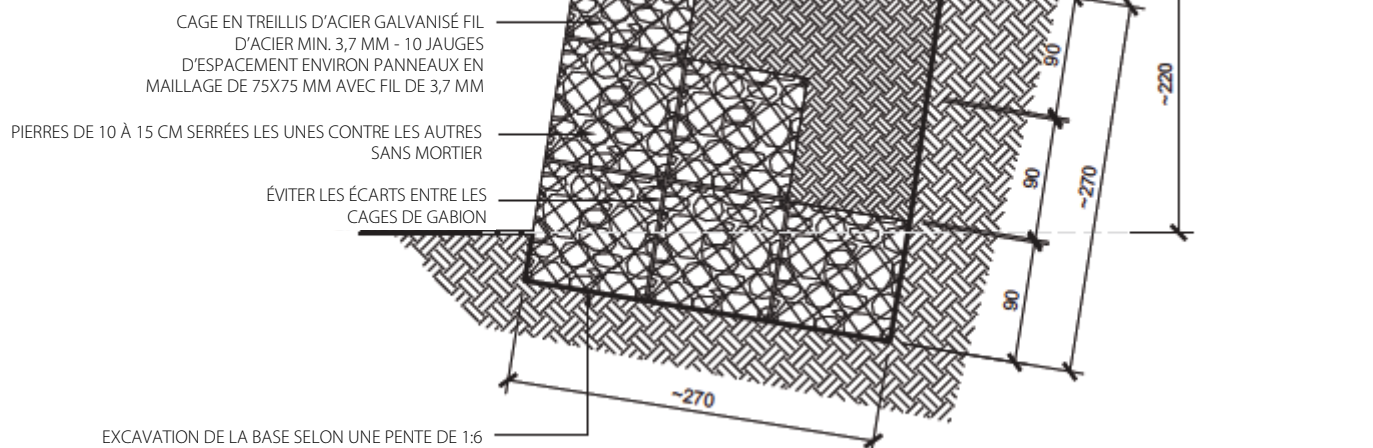


(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

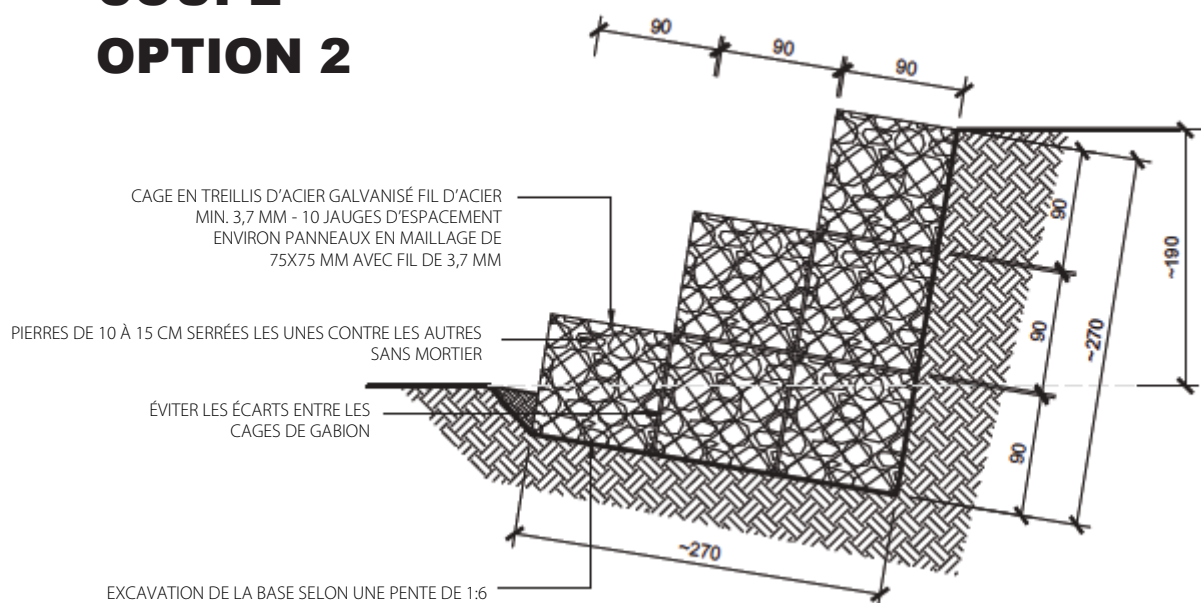




## COUPE - OPTION 1



## COUPE - OPTION 2



### NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Pour les treillis métalliques fabriqués au niveau local, veillez à un nouage adéquat (triple nœud).
4. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.
5. Cages de gabion de dimensions nominales 90x180 cm. D'autres dimensions peuvent être utilisées pour faciliter la fabrication locale.

DESSIN N°

F3-1

TITRE

Mur de soutènement - Gabion en pierre

-

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:50

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires



**Devis quantitatif**

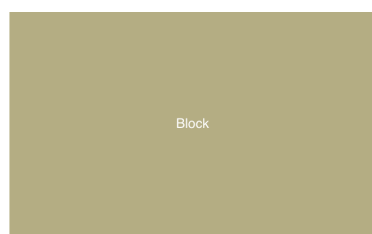
Réf	Description	Unité	Quantité
<b>Quantités par mètre de mur de soutènement</b>			
<b>Option 1 et Option 2</b>			
1.1	Treillis métallique pour cages en gabion (3,7 mm de diamètre, 75 x 75 mm d'espacement)	m <sup>2</sup>	28
1.2	Fil métallique pour le maillage des gabions, 3.7 mm diam.	m	30
1.3	Pierres pour gabion en pierre (10-15 cm diam.)	m <sup>3</sup>	5
1.4	Excavation	m <sup>3</sup>	5
(Ajuster les quantités en fonction des dimensions (hauteur, largeur))			

## Impacts environnementaux (par mètre)

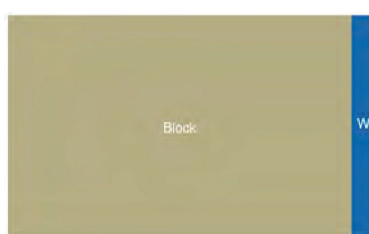
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>			Eau incorporée (L) <sup>5</sup>
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>	Total	
Steel	72,5	152,25	7,61	159,86	3 211,75
Stone	14 400	1137,6	1137,6	2 275,2	27 360
Total	14 472,5	1 289,85	1 145,21	2 435,06	30 571,75

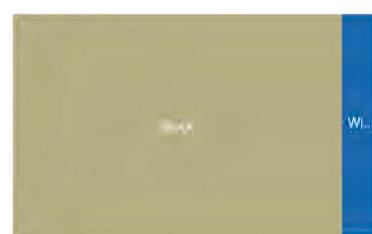
Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.

## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

### 3 MATÉRIAUX

#### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurelles. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %. Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

#### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

#### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

#### 3.4 CAGE DE GABION EN TREILLIS MÉTALLIQUE

Les cages en treillis métallique pour les murs en gabion de pierre doivent être constituées d'un treillis soudé en acier haute résistance d'un diamètre minimum de 3,7 mm et d'un espacement minimum de 75 x 75 mm. La taille nominale de la cage est de 60x60x90 cm et peut être ajustée en fonction de la taille du maillage et des pierres ainsi que des contraintes du site. Les panneaux en treillis métallique doivent être assemblés à l'aide d'un fil à haute résistance d'un diamètre minimum de 3,7 mm, tissé en continu à travers la zone adjacente à l'ouverture du maillage pour relier les panneaux.

#### 3.5 GABION DE PIERRE

Les gabions doivent être remplis de pierres de 10 à 20 cm et dont aucune dimension n'est inférieure à 10 cm. Les pierres sont installées à la main aussi près que possible les unes des autres, le côté le plus large vers le bas. Les joints doivent être décalés. Les espaces entre les pierres doivent être comblés par des pierres plus petites afin de bien remplir tous les interstices.

## Contexte

En présence de pentes faibles ou modérées, la bio-stabilisation des pentes peut être utilisée à la place des murs de soutènement. En général, la bio-stabilisation combine la stabilisation inerte de la pente (par des murs/clôtures) et la stabilisation biologique de la pente au moyen des racines de la végétation qui fixent la couche de terre arable. La bio-stabilisation consiste à intégrer des plantes ligneuses (vivantes) dans les couches supérieures des pentes. La croissance des racines réduit l'érosion et assure la stabilité des pentes relativement prononcées.










Il existe une multitude de techniques de bio-stabilisation. Plusieurs d'entre elles combinent les mêmes éléments, à savoir : 1) des tiges de plantes ligneuses vivantes ; 2) d'autres branches pour la construction de clôtures/murs ; 3) du géotextile. Les éléments peuvent être configurés de différentes façons pour s'adapter aux conditions locales, notamment le type de tiges vivantes et ligneuses disponible au niveau local, l'inclinaison de la pente et les conditions géologiques et hydrologiques locales. La hauteur et la pente appropriées des structures de bio-stabilisation doivent être déterminées compte tenu des conditions et des exigences locales.

La principale limite à l'utilisation de la bio-stabilisation est la disponibilité de tiges ligneuses vivantes appropriées. Une grande variété de plantes peut être utilisée, notamment le peuplier, le saule, le peuplier deltoïde ou d'autres plantes similaires. Lorsque l'on envisage de recourir à la bio-stabilisation des pentes, il convient de s'assurer que des espèces appropriées sont disponibles en quantité suffisante au niveau local, de sorte que leur exploitation n'entraîne pas de déforestation ou d'autres incidences négatives.

Deux options pour la bio-stabilisation des pentes sont présentées ici : 1) la bio-stabilisation par paliers à l'aide de clôtures ; 2) la bio-stabilisation par paliers à l'aide de sacs de toile de jute ou de géotextile. Les deux options sont largement applicables et peuvent être adaptées à diverses conditions locales, sous réserve d'une vérification par un ingénieur du génie civil local.

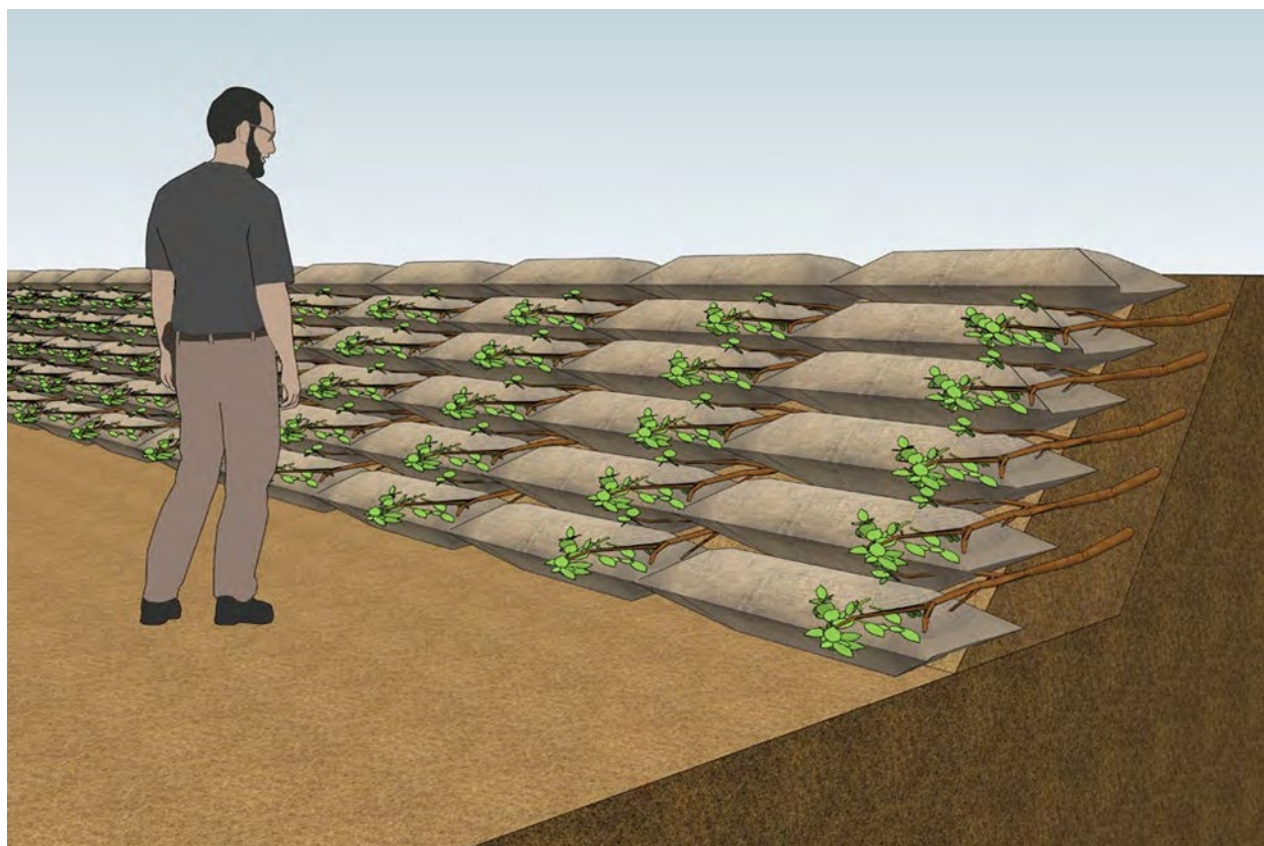
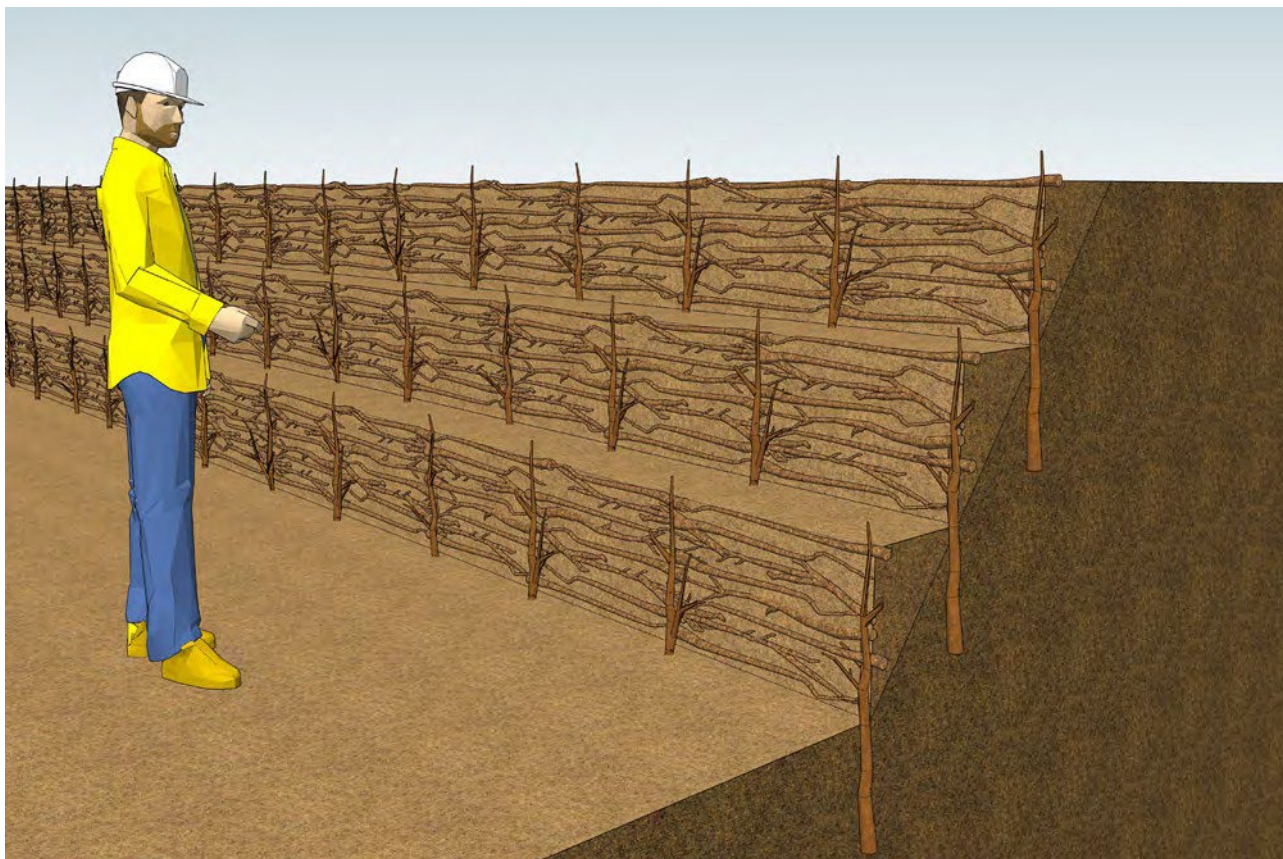
Les caractéristiques et les quantités de matériaux nécessaires pour la bio-stabilisation des pentes dépendent des conditions et des matériaux locaux. Les devis quantitatifs et spécifications génériques pourraient induire en erreur n'ont donc pas été inclus dans ce catalogue pour ce type d'infrastructure.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Très faible impact environnemental</p> <p>Possibilité d'utiliser des matériaux d'origine locale</p> <p>Possibilité de participation importante des communautés locales</p> <p>Coût relativement faible</p>	<p>Ne convient pas aux pentes abruptes</p> <p>Nécessite une adaptation en fonction des conditions locales du sol</p>

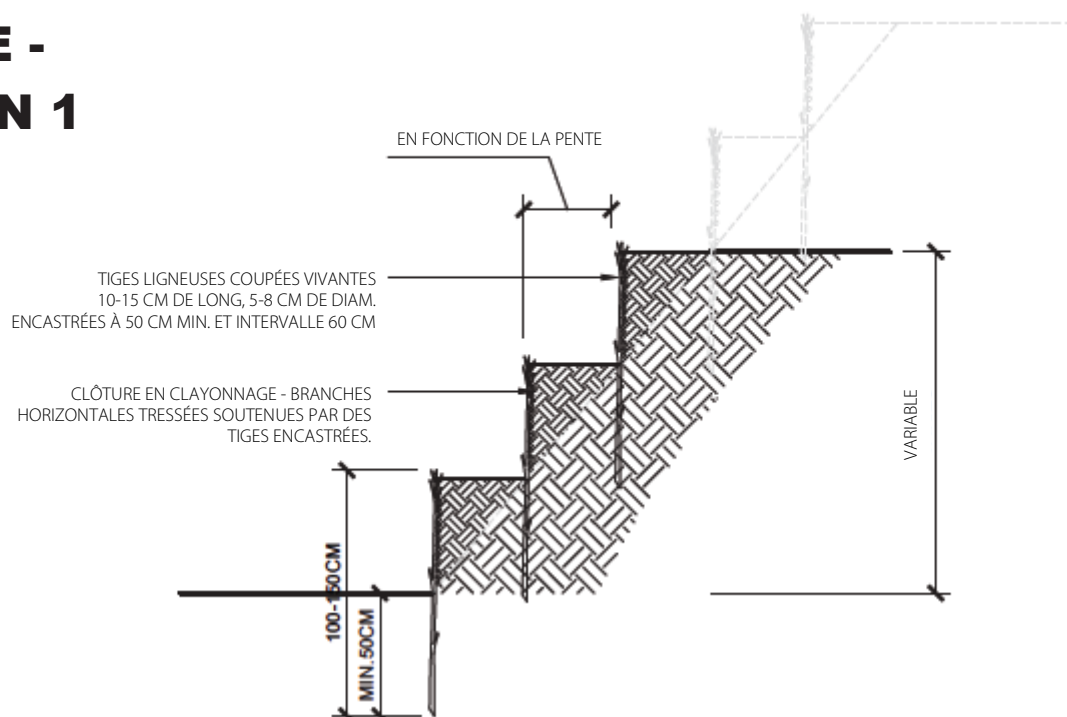
<p><b>Accessibilité financière</b></p> <p>(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)</p>	    
<p><b>Performance</b></p> <p>(compte tenu de la capacité et de la durabilité)</p>	    
<p><b>Durabilité environnementale</b></p> <p>(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)</p>	    

(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

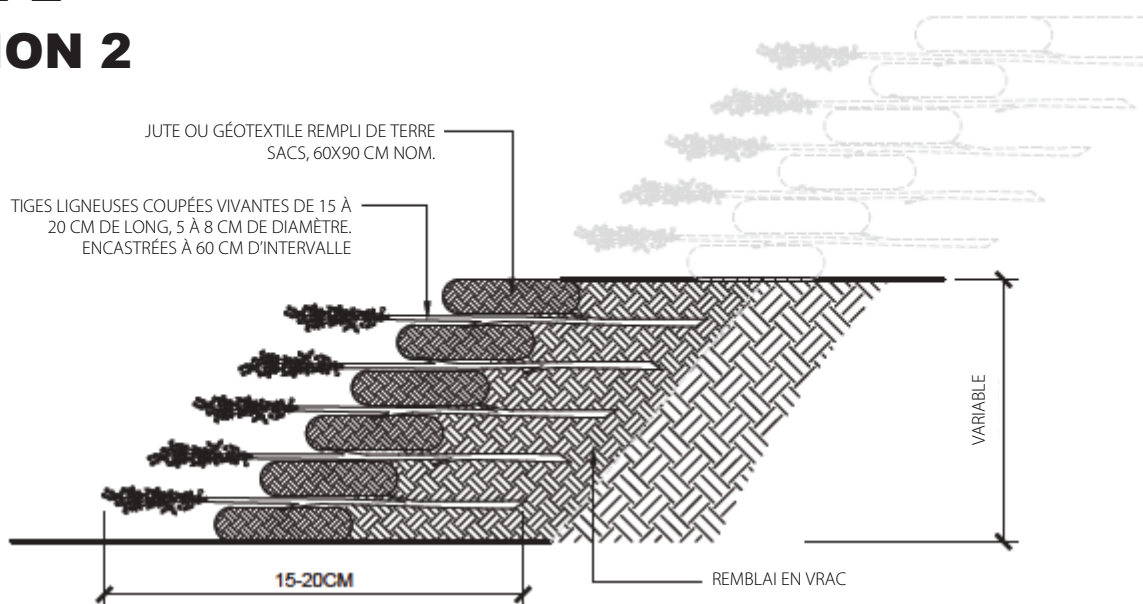




## COUPE - OPTION 1



## COUPE - OPTION 2



### NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. Les tiges ligneuses doivent être coupées vivantes - peuplier, saule, peuplier deltoïde ou similaire (la coupe en hiver ou en automne favorise la croissance des racines).
3. Les dimensions de la largeur et de la hauteur sont nominales. Elles doivent être ajustées en fonction des conditions et des exigences du site.
4. Utilisez une toile géotextile supplémentaire sur les surfaces de remblai pour réduire l'érosion de surface.

DESSIN N°

F4-1

TITRE

Mur de soutènement - Bio-stabilisation

-

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

1 de 1

DATE

31.08.2023


**UNHCR**  
The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.

## Contexte

Les lavoirs permettent de laver les vêtements de manière pratique dans des points centralisés afin de favoriser une utilisation rationnelle de l'eau et une évacuation des eaux hygiénique qui minimise le risque de contamination de l'eau. L'accessibilité du lavoir et sa durabilité dans des conditions pluvieuses sont des questions importantes dont il faut tenir compte dans la conception de cette infrastructure.

Ce modèle de lavoir doté d'un radier en béton armé est tiré de la publication d'ONU-Habitat intitulée *Guidelines for Community Infrastructure* (2012). Le lavoir comprend une surface de radier de 7 m<sup>2</sup>, huit points de lavage (assises) et un système d'évacuation des eaux vers une puits d'infiltration.

Le béton armé est une solution couramment utilisée pour les raiders, car il offre une surface durable qui facilite l'accès et le drainage dans des conditions pluvieuses où le radier peut être trempé.

La construction en béton armé est relativement complexe, mais les compétences et les matériaux pour la construction en béton armé sont largement disponibles. La construction en béton armé nécessite en général de faire appel à un entrepreneur ou une entreprise de construction.

Pour garantir qu'un radier en béton armé remplisse correctement sa fonction, le béton doit être mélangé, coulé et durci conformément aux spécifications du matériau afin de garantir l'intégrité structurelle et d'éviter les fissures. Le béton doit être coulé de manière à former une pente adéquate conformément à la conception.

AVANTAGE	INCONVÉN
<p>Résistance et durabilité de la surface du radier (associées à de faibles besoins d'entretien)</p> <p>La flexibilité concernant la taille et la forme permet de s'adapter aux conditions du site et à la capacité requise.</p> <p>Disponibilité des matériaux et des compétences pour la construction et l'entretien.</p>	<p>Coûts de construction initiaux relativement élevés.</p> <p>La construction en béton armé nécessite en général l'intervention d'un entrepreneur ou d'une entreprise de construction.</p> <p>Potentiel limité de réutilisation ou de modification/adaptation</p>

**Accessibilité financière**  
(compte des coûts initiaux et des dépenses de fonctionnement)







**Performance**  
(compte tenu de la capacité et de la durabilité)







**Durabilité environnementale**  
(compte tenu de l'eCO<sub>2</sub>-e et du potentiel de réutilisation)

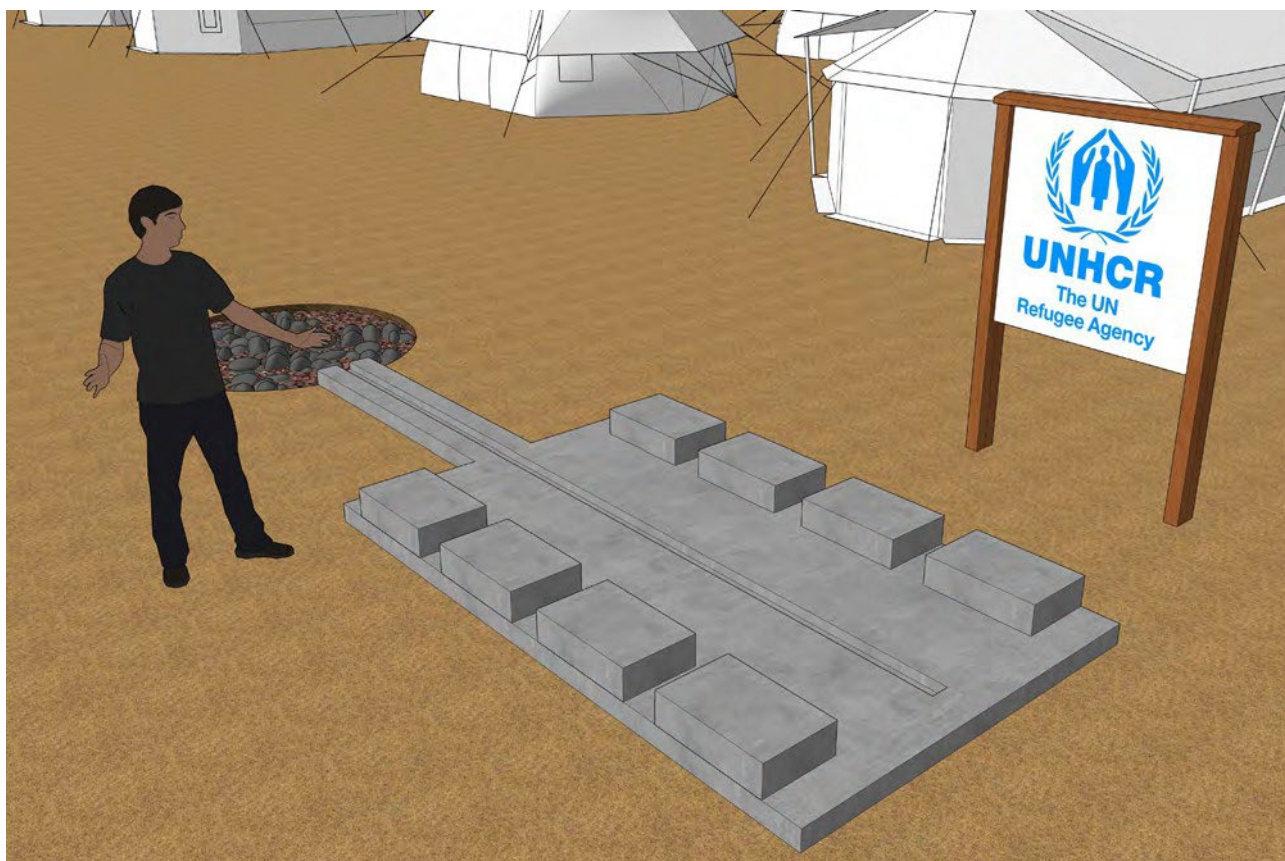






(L'accessibilité financière, la performance et l'impact sur l'environnement pourront varier en fonction des conditions existantes sur le terrain.)

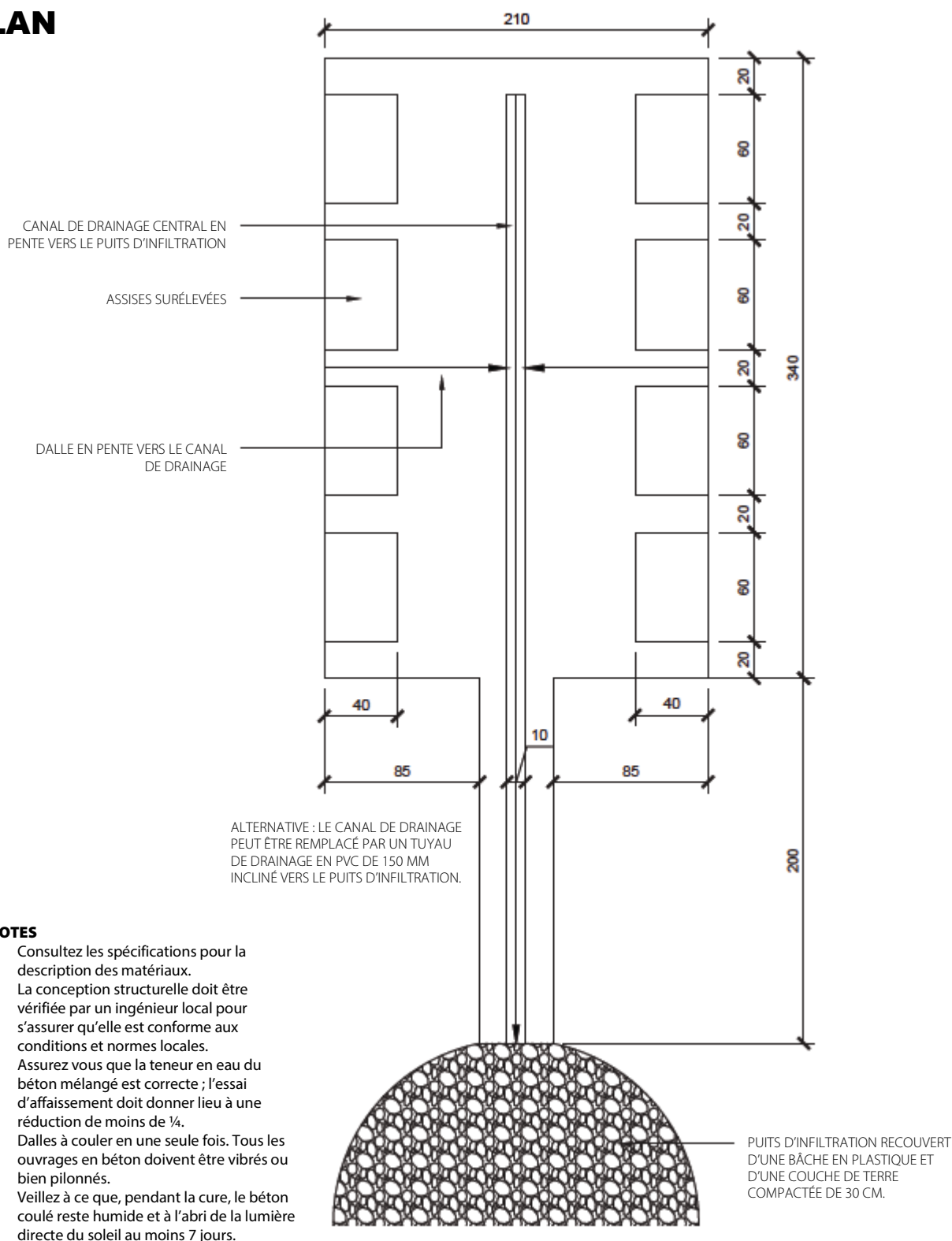




## Devis quantitatif

Réf	Description	Unité	Quantité
1	Béton pour la dalle en béton armé (1:2:4)	m <sup>3</sup>	9
2	Armature en acier pour la dalle en béton armé (6 mm diam.)	m	82
	ou	kg	(18,2)
3	Gravier grossier (12 mm - 25 mm)	m <sup>3</sup>	1,9
4	Couche de fondation compactée	m <sup>3</sup>	1.2

## PLAN



## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.

DESSIN N°

G1-2

TITRE

Lavoir - Béton armé

Coupe

PROJET

Catalogue des infrastructures communautaires

DESSINÉ PAR

AU

VÉRIFIÉ PAR

RN

ÉCHELLE

1:30

UNITÉ

CM

PAGE

2 de 2

DATE

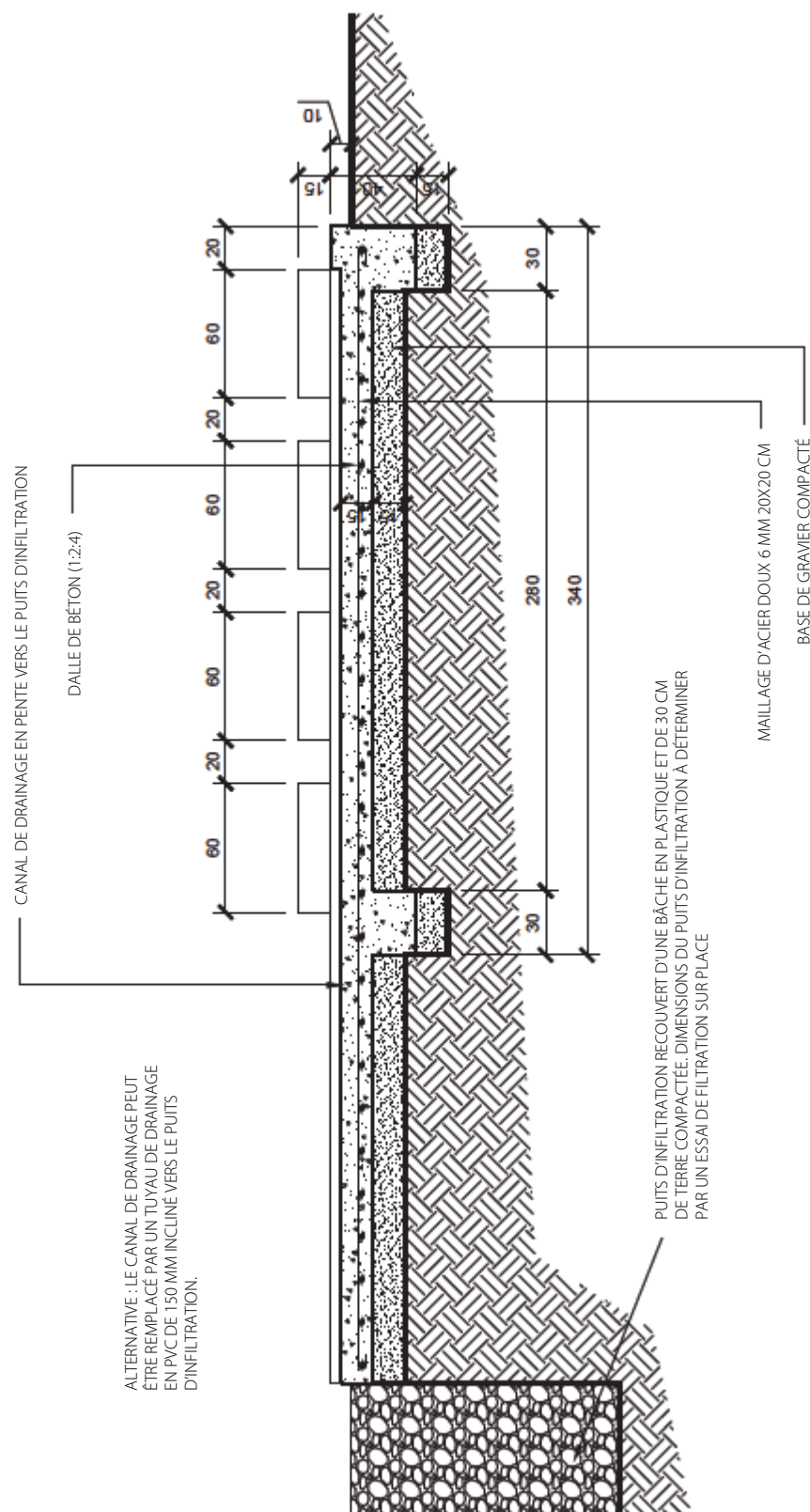
31.08.2023


**UNHCR**  
 The UN Refugee Agency

Section de l'appui technique

Catalogue des infrastructures communautaires

# COUPE



## NOTES

1. Consultez les spécifications pour la description des matériaux.
2. La conception structurelle doit être vérifiée par un ingénieur local pour s'assurer qu'elle est conforme aux conditions et normes locales.
3. Assurez-vous que la teneur en eau du béton mélangé est correcte ; l'essai d'affaissement doit donner lieu à une réduction de moins de ¼.
4. Dalles à couler en une seule fois. Tous les ouvrages en béton doivent être vibrés ou bien pilonnés.
5. Veillez à ce que, pendant la cure, le béton coulé reste humide et à l'abri de la lumière directe du soleil au moins 7 jours.

DESSIN N°  
G1-2

TITRE  
**Lavoir - Béton armé**

Coupe

PROJET  
**Catalogue des infrastructures communautaires**

DESSINÉ PAR  
**AU**  
VÉRIFIÉ PAR  
**RN**  
ÉCHELLE  
**1:30**

UNITÉ  
CM  
PAGE  
2 de 2  
DATE  
31.08.2023



**UNHCR**  
The UN Refugee Agency  
Section de l'appui technique  
Bureau des infrastructures communautaires

## Impacts environnementaux

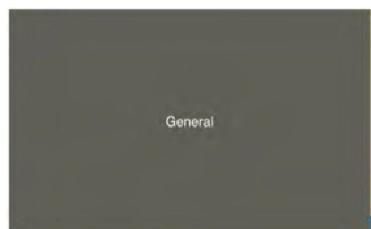
D'après les évaluations réalisées à l'aide de l'outil d'évaluation de la durabilité des logements du HCR.

	Poids du matériel (kg) <sup>1</sup>	Carbone incorporé (kg) <sup>2</sup>		Eau incorporée (L) <sup>5</sup>	
		Production <sup>3</sup>	Transport <sup>4</sup>		Total
Concrete	18 000	37 386	1 890	39 276	1 152
Steel	18,04	52,32	1,89	54,21	669,28
Stone	6 944	48,61	548,58	597,18	13 193,6
Total	24 962,04	37 486,92	2 440,47	39 927,39	15 014,88

Poids du matériau (kg)<sup>1</sup>



Carbone incorporé (kg CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>



Eau incorporée (L)<sup>5</sup>



- 1 Chaque matériau inclus dans le devis est pris en compte dans l'évaluation des impacts environnementaux. Les poids des matériaux sont fournis pour donner une idée des quantités de chaque matériau utilisé dans l'infrastructure.
- 2 Le carbone incorporé (exprimé en kg d'eCO<sub>2</sub>-e) rend compte de la quantité d'émissions de divers gaz à effet de serre associée à la production et à l'utilisation du matériau. Cette mesure permet de convertir d'autres émissions en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> ayant le même potentiel de réchauffement planétaire.
- 3 Le carbone incorporé lié à la production rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée à la production des matériaux. Le carbone incorporé lié à la production varie en fonction de facteurs tels que les sources d'énergie principales ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.
- 4 Le carbone incorporé lié au transport rend compte de la part de l'eCO<sub>2</sub>-e associée au transport des matériaux du site de production au site de construction. L'hypothèse de départ a été simplifiée et suppose que la production et l'utilisation se font dans le même pays et que la superficie nationale est équivalente à celle du Kenya.
- 5 L'eau incorporée rend compte de la quantité d'eau courante utilisée pour la production du matériau. L'eau incorporée dépend des processus de production spécifiques ; des coefficients dérivés de moyennes mondiales ont donc été utilisés ici pour simplifier le calcul.



## Spécifications

### 1 GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 PORTÉE

Cette spécification doit être lue conjointement avec les dessins et le devis quantitatif. En cas de divergence, la spécification et le devis quantitatif prévalent sur les dessins.

#### 1.2 RÉGLEMENTATIONS ET NORMES LOCALES

Les travaux doivent être conformes aux réglementations et aux normes de construction locales. Les divergences entre les conceptions et les réglementations ou normes doivent être résolues avant le début des travaux.

Les conceptions structurelles doivent être vérifiées par un ingénieur local afin de confirmer leur adéquation avec les réglementations locales, les pratiques de construction et les conditions du site.

### 2 SITE

#### 2.1 SÉLECTION DU SITE

Le site des travaux doit être choisi de manière à éviter les risques d'inondation, d'érosion, d'affaissement, d'exposition à des vents violents, de contamination des eaux souterraines et d'autres risques évitables.

#### 2.2 AMÉNAGEMENT DU SITE

L'emplacement des travaux doit être vérifié, délimité (marqué) et approuvé avant le début des travaux.

#### 2.3 CONDITIONS DU SOL ET ESSAIS

Les conditions du sol du site doivent être évaluées avant le début des travaux afin de s'assurer de leur adéquation aux exigences structurelles et hydrauliques.

#### 2.4 PUIITS D'INFILTRATION

Le dimensionnement des puits et fosses d'infiltration et des champs d'épandage dépend des taux d'infiltration du sol sur le site et de la quantité d'eaux usées prévue. Les dimensions du puits d'infiltration doivent être déterminées par des essais d'infiltration du sol sur le site, en tenant compte des types de sol et des taux d'infiltration indiqués ci-dessous.

	Taux d'infiltration (litres/m <sup>2</sup> /jour)	
	Eau propre	Eaux usées
Sable	clean water[720-2400]	33-50
Loam sablonneux	480-720	24
Loam limoneux	240-480	18
Loam argileux	120-240	8
Argile	24-120	Inadapté

Source : Davis et Lambert (2002), *Engineering in Emergencies*, 2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.

Les points de collecte et d'utilisation de l'eau doivent être équipés de systèmes d'infiltration adéquats situés à au moins 30 mètres des sources d'eau souterraine. La base d'un puits d'infiltration doit être située à au moins 1,5 mètres au-dessus du niveau moyen le plus élevé de la nappe phréatique.

## 2.5 PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION DES EAUX DE SURFACE OU SOUTERRAINES

L'emplacement et la construction des infrastructures d'approvisionnement en eau doivent permettre d'éviter la contamination des eaux de surface et des sources d'eau souterraines. Les risques sont généralement faibles et liés à la contamination par les produits chimiques de traitement de l'eau, les sous-produits du traitement de l'eau et la contamination par les eaux usées.

## 3 MATÉRIAUX

### 3.1 SABLE

Le sable doit être propre, siliceux, anguleux (granuleux au toucher) et exempt d'impuretés. Il convient d'utiliser du sable de rivière ou de carrière plutôt que du sable de mer, lequel contient du sel et d'autres impuretés qui sont néfastes pour les applications structurales. Tous les sables doivent être lavés avant d'être utilisés afin de garantir que la teneur en argile et en limon ne dépasse pas 6 %.

Il est possible d'effectuer un essai approximatif sur le terrain en frottant un échantillon de sable entre des mains humides et en observant les altérations de la couleur dues à la terre, à la poussière ou à d'autres impuretés.

### 3.2 EAU

L'eau utilisée pour la construction doit être non saline et exempte d'huiles, d'acides, d'alcalis et d'impuretés, notamment de terre/boue et de matières organiques.

### 3.3 GRAVIERS ET GRANULATS

Le gravier et les granulats utilisés pour le béton et les couches de fondation compactées doivent être propres et exempts d'impuretés, notamment de terre, de poussière et de matières organiques. Les granulats utilisés pour le béton doivent être de 12 à 25 mm afin de minimiser la propagation des fissures dans les structures porteuses en béton et d'assurer un enrobage adéquat de l'armature en acier.

### 3.4 CIMENT

Du ciment Portland ordinaire doit être utilisé (avant la date d'expiration). Le ciment doit être conservé au sec et entreposé à au moins 15 cm au-dessus du sol pour éviter l'humidité du sol. Une granularité excessive ou des grumeaux de ciment pris peuvent indiquer que le ciment est périmé ou en mauvais état.

### 3.5 BÉTON

#### 3.5.1 Coffrage

Le coffrage du béton coulé sur place doit être rectiligne, avec un contreventement adéquat pour éviter toute déformation sous le poids du béton coulé. Les coffrages peuvent être construits en contreplaqué, en bois de sciage ou en acier, en fonction des normes locales et des exigences en matière de finition du béton (aspect). Veillez à ce que les angles extérieurs soient suffisamment chanfreinés (environ 2 cm).

Veillez à ce que la construction du coffrage permette de retirer celui-ci sans endommager le béton. Pour minimiser l'adhérence du béton, humidifiez les surfaces des coffrages qui entreront en contact avec le béton et appliquez un lavage à la chaux, à l'huile de lin ou à l'eau savonneuse.

#### 3.5.2 Mélange de béton

Le béton doit être composé de ciment Portland, de sable, de granulats et d'eau, comme indiqué dans le présent document.

Un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:2:4 et un dosage minimum de ciment de 320kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé pour les applications structurales générales, sauf indication contraire. Pour les structures de rétention d'eau (murs et bases du réservoir), un mélange ciment-sable-granulats (avec un rapport de 1:1,5:3 et un dosage minimum de ciment de 380kg/m<sup>3</sup>) doit être utilisé sauf indication contraire (un mélange dont le rapport est de 1:2:4 n'est pas étanche). Pour les applications de béton non armé, un mélange ciment-sable-granulats avec un rapport de 1:3:6 doit être utilisé, sauf indication contraire.

En cas de mélange manuel, il convient d'ajouter du ciment conformément aux données indiquées dans le tableau ci-dessous.

Mélange	Ciment		Sable (m <sup>3</sup> )	Granulats (m <sup>3</sup> )
	Mélange en machine (kg)	Mélange manuel (kg)		
1: 1,5: 3	370	380	0,42	0,84
1: 2: 4	290	300	0,45	0,90
1: 3: 6	190	200	0,46	0,92

Source : Khanna, P.N. (1982), *Indian Civil Engineers Handbook*, 8<sup>e</sup> éd., Engineers Publishers, New Delhi.

Veillez à ce que les mélanges de béton ne soient pas trop arrosés ; un essai d'affaissement du béton mélangé doit donner lieu à une réduction de hauteur de moins de ¼.

### 3.5.3 Coulage du béton

Chaque élément en béton (par exemple, chaque dalle de béton, chaque section de la base ou du parapet) doit être coulé en une seule fois.

### 3.5.4 Pilonnage et cure du béton

Le béton coulé doit être immédiatement recouvert d'un tissu, d'une feuille de plastique, de paille, de sacs de ciment, de toiles ou de feuilles pour garder le béton humide et frais pendant la période de cure. Tous les bétons doivent être bien vibrés ou pilonnés pour éliminer les vides d'air. Le béton doit être durci par un arrosage fréquent, au moins deux fois par jour, pendant au moins 10 jours avant d'être utilisé.

### 3.5.5 Finition du béton

Prévoyez une pente d'au moins 1 % pour les surfaces de collecte et de drainage des eaux. Assurez-vous que les surfaces en béton praticables aient une finition rugueuse et antidérapante, par exemple en brossant la surface pendant la cure.

## 3.6 ARMATURE EN ACIER

Les barres d'armature ne doivent pas être rouillées et doivent être d'un type et d'une taille appropriés pour les travaux de construction en béton (en général, une limite d'élasticité caractéristique d'au moins 210 N/mm<sup>2</sup>). L'armature en acier doit être placée conformément à la conception (généralement 7/8 de l'épaisseur de la dalle ou du mur) afin de garantir que les barres exercent effectivement une tension. Toutes les barres doivent être recouvertes d'au moins 12 mm de béton.





Image reproduite avec l'aimable autorisation de Sultan Mahmud, HCR.



## Références

- Chalinder, A., 1994, *Water & sanitation in emergencies - A good practice review*. ODI, Londres,
- Davis & Lambert, 2002. *Engineering in Emergencies* (2<sup>e</sup> édition, Practical Action Publishing, Warwickshire.
- OIM, 2021, *Site Improvement Catalogue*, ISCG, Cox's Bazar.
- Khanna, P. N., 1982, *Indian Civil Engineers Handbook* (8<sup>e</sup> éd.), Engineers Publishers, New Delhi.
- Skinner, B., Reed, B., et Shaw, R., 1989, *Ferrocement water tanks - WEDC technical brief #36*, WEDC, Loughborough.
- Sphère, 2023, *La Charte humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire*,
- ONU-Habitat, 2012, *Guidelines for Community Infrastructure*, ONU-Habitat, Islamabad.
- UNHCR, 2006, *Large Ferro-cement Water Tank – Design parameters and construction details*, UNHCR, Genève
- UNHCR, 2016, *Standardized WASH Design Guidelines for Refugee Settings*, UNHCR, Genève
- UNHCR, 2016, *WASH Equipment Specification*, UNHCR, Genève
- UNHCR, 2020, *UNHCR WASH Manual* (7<sup>e</sup> édition), UNHCR, Genève
- USAID, 1984, *Designing an elevated water storage tank*, USAID, Washington.
- USAID, 1984, *Constructing an elevated water storage tank*, USAID, Washington.



Co-organized by



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development  
and Cooperation SDC

**EPFL**

**EssentialTech**  
Centre