



**ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES  
POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES  
WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE  
HUMANITAIRE AU TCHAD**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE  
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MASTER SPECIALISE WASH HUMANITAIRE**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 13 Octobre 2020 par :

**Robert Koffisse HOUNTODJI**

Maître de stage :

**Mme Djeneba TRAORE**

Responsable du Département WASH

ACTION CONTRE LA FAIM | France

Mission du Tchad

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prof. Harinaivo Anderson ANDRIANISA

Membres examinateurs : Dr. Boukary SAWADOGO

Dr. Seyram Kossi SOSSOU

**Promotion [2018 / 2019]**

## CITATIONS

*« Nous ne vaincrons ni le SIDA, ni la tuberculose, ni le paludisme, ni aucune autre maladie infectieuse qui frappe les pays en développement, avant d'avoir gagné le combat de l'eau potable, de l'assainissement et des soins de santé de base ».*

*Kofi Annan,  
Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies*

## DEDICACES

*A la gloire de Dieu, Créateur de l'univers*

&

*A toute la Communauté humanitaire*

## REMERCIEMENTS

Ce stage n'aurait pas été possible sans l'intervention consciente d'un grand nombre de personnes. Nous souhaitons ici les en remercier sincèrement.

- ✓ **L'Institut 2iE** et tous les responsables scientifiques et administratifs, tout le corps Enseignant du Master Spécialisé WASH Humanitaire de 2iE, pour leur collaboration et la formation de qualité qu'ils nous ont procurées ;
- ✓ **Pr. Yacouba KONATE**, Responsable de la formation du Master Spécialisé WASH Humanitaire de 2iE, pour sa collaboration durant notre étude ;
- ✓ **Dr Seyram K. SOSSOU**, Enseignant-Chercheur à 2iE, pour sa contribution et ses conseils à la réalisation du présent travail ;
- ✓ **L'ONG ACF** et tout le personnel d'ACF France, pour la confiance, l'opportunité de stage qui nous a été accordée et leur accompagnement tout au long de notre mission ;
- ✓ **M. Théodore Wind-Tinbnoma KABORE**, Directeur Pays chez ACF, Mission Tchad, pour nous avoir si cordialement ouvert les portes de l'Organisation, dans le cadre de notre stage de fin d'étude ;
- ✓ **Mme Djeneba TRAORE**, Responsable du département Eau Assainissement et Hygiène de la Mission ACF Tchad, pour son encadrement, sa disponibilité, son attention et ses conseils durant toute notre période de stage ;
- ✓ **Dr Jean Lapègue**, Senior WASH Advisor chez ACF France, pour nous avoir permis de saisir cette opportunité de stage de fin d'étude ;
- ✓ **M. Abdoul Kader HAROUNA**, Responsable du département Ressources Humaines d'ACF au Tchad et ses collaborateurs, pour leur accompagnement pendant notre stage ;
- ✓ **M. Michel BABAËKPA et M. Léon-Paul COMPAORE**, Coordinateurs-Terrains des Bases opérationnelles d'ACF au Tchad respectivement dans les provinces du Kanem et du Logone Oriental, pour leur collaboration et pour avoir facilité nos visites de terrain ;
- ✓ Tout le personnel des départements supports et des départements programmes, tout le personnel des bases opérationnelles d'ACF au Tchad, pour le climat de travail favorable ;
- ✓ **Dr. Elie S. G. SAURET**, Chargé de recherche, pour sa disponibilité et son assistance ;
- ✓ Les frères et sœurs, les amis et camarades de promotion, pour tout leur soutien ;
- ✓ Tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de notre travail, que ce mémoire de fin d'étude soit l'expression de notre franche reconnaissance à votre égard.

## RESUME

Le Tchad fait face depuis des décennies à des crises humanitaires interconnectées récurrentes, dans un contexte de pauvreté chronique et de faible développement économique et social. ACF est opérationnelle dans le pays depuis 1982. A ce jour, son département WASH ne dispose d'aucun répertoire de documents pour faciliter la réalisation des ouvrages WASH, améliorer leur qualité et favoriser l'harmonisation des plans des structures à réaliser dans le cadre de ses différentes interventions. Dans la présente étude, une revue documentaire a été faite. Ces infrastructures devant être réalisées dans les règles de l'art et conformément aux normes et réglementations nationales et internationales en vigueur, des recherches bibliographiques ont été faites pour chaque type d'infrastructure. Des visites sur terrain ont permis d'observer et analyser les infrastructures existantes et de proposer des solutions et guidelines pour la réalisation des futurs ouvrages.

L'état des lieux des documents collectés a fait ressortir des insuffisances quant à l'existant. Des solutions ont été proposées afin d'améliorer les interventions de ACF en WASH au Tchad. Dans ce document, 20 Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) des travaux de réalisation des infrastructures WASH ont été élaborés pour des réponses humanitaires d'urgence et de développement. Ces CCTP fournissent les instructions préalables que doivent respecter les entreprises prestataires pour garantir les travaux de qualité. Des spécifications techniques sont données sous forme de "fiches techniques" pour les infrastructures d'approvisionnement en eau (forages), les infrastructures d'élimination correcte des excréta (latrines), d'évacuation des eaux usées (douches et aires de lavage) et les infrastructures de gestion des déchets médicaux (incinérateurs, fosses à résidus, fosses à objets piquants / tranchants / coupants, fosses à déchets organiques). Un accent a été mis sur la qualité, la provenance et la mise en œuvre des divers matériaux de construction. La sécurité sur les chantiers, le contrôle des travaux et les dispositions pour la réception finale des livrables ont été pris en compte. Les plans de chaque infrastructure ont été élaborés pour permettre leur harmonisation. Enfin, une bibliothèque numérique de ces documents techniques a été conçue ainsi qu'un document "guide d'utilisation" facilitant son exploitation pour les spécialistes et les non spécialistes.

**Mots-clés : assistance humanitaire, CCTP, fiche technique, infrastructures WASH, Tchad.**

## ABSTRACT

For decades, Chad has been experiencing recurring interconnected humanitarian crises, along with a background of chronic poverty and weak economic and social development. The NGO, Action Against Hunger, has worked in the country since 1982. To date, its WASH Department has no reference files record to make WASH infrastructure construction easy, improve on their quality and promote the harmonization of the design of the works to build in the framework of the organization's various projects. In this study, a documentary review was carried out. Since such infrastructures have to be built according to the rule book, in accordance with national and international standards and regulations in force, bibliographic research has been made on each type of them. Field visits let us observe and analyse the existing infrastructures, learn more on local context, as well as upgrade information so as to offer relevant and quality solutions and guidelines for future infrastructures construction.

The inventory of the documents collected revealed shortcomings in the existing ones. Solutions have been proposed to improve ACF's WASH interventions in Chad. In this document, we have put up 20 Books of Particular Technical Clauses for WASH infrastructures construction works to meet humanitarian emergency and development needs. These books of clauses provide prior instructions companies are bound to comply with in order to guarantee quality work. Technical specifications are issued in the form of "technical sheets" for water supply infrastructures (boreholes), correct disposal of excreta infrastructures (water closets / restrooms), and wastewater disposal infrastructures (showers and washing areas) as well as medical waste management infrastructures (incinerators; residues pits; sharp objects pits; organic waste pits) with associated infrastructures. An emphasis has been put on the quality, origin and use of their various building materials. Safety on construction sites, work control and preparations for the final acceptance of projects have all been taken into account. Designs have also been drawn for each infrastructure to facilitate harmonization. Finally, we have designed a digital library of these technical documents as well as a "user guide" document to make its use easy for specialists and non-specialists.

***Keywords: Book of Particular Technical Clauses, Chad, humanitarian assistance, technical sheet, WASH infrastructure.***

**TABLE DES MATIERES**

CITATIONS.....	i
DEDICACES .....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
TABLE DES MATIERES .....	vi
Liste des abreviations et sigles .....	viii
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures.....	x
I. INTRODUCTION.....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	3
II.1 Histoire d'ACF dans le monde.....	3
II.2 Histoire d'ACF-France au Tchad.....	3
III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET.....	5
III.1 Présentation de la zone d'étude.....	5
III.2 Présentation du projet.....	6
IV. METHODOLOGIE.....	8
IV.1 Revue et analyse documentaire.....	8
IV.2 Visites de terrain .....	8
IV.3 Recherches bibliographiques .....	8
IV.4 Proposition de solutions adéquates .....	8
V. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	9
V.1 Etat des lieux.....	9
V.2 Révision et création des outils techniques .....	9
<i>PREMIÈRE PARTIE : INSTRUCTIONS GENERALES AUX ENTREPRISES .....</i>	<i>11</i>
V.3 Généralités .....	11
V.4 Normes et textes de référence .....	11
V.5 Installation de chantier .....	12
<i>DEUXIÈME PARTIE : SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES INFRASTRUCTURES.....</i>	<i>14</i>

V.6	Infrastructures d'approvisionnement en eau : fiche technique de forages .....	14
V.7	Infrastructures d'élimination adéquate des excréta .....	23
V.8	Infrastructures d'évacuation des eaux usées .....	41
V.9	Association d'infrastructures d'élimination des excréta et d'évacuation des eaux usées	45
V.10	Infrastructures d'élimination des déchets médicaux .....	45
V.11	Infrastructures annexes .....	52
<i>TROISIÈME PARTIE : LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION</i> .....		58
V.12	Composition et mise en œuvre des bétons et mortiers .....	58
V.13	Provenance et qualité des matériaux .....	60
<i>QUATRIÈME PARTIE : GESTION DU CHANTIER</i> .....		62
V.14	Sécurité sur chantier .....	62
V.15	Contrôle des travaux .....	62
V.16	Plans de recollement et réception provisoire des travaux .....	62
<i>CINQUIÈME PARTIE : OUTILS D'AIDE AUX ACTIVITES WASH</i> .....		63
V.17	Bibliothèque des documents techniques WASH .....	63
V.18	Guide d'exploitation de la bibliothèque .....	63
VI.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	64
VI.1	CONCLUSION .....	64
VI.2	RECOMMANDATIONS .....	65
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		66
ANNEXES .....		67

## LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

- ACF : Action Contre la Faim*
- AICF : Action Internationale Contre la Faim*
- CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières*
- CREPA : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût*
- DAES : Département des Affaires Économiques et Sociales du Secrétariat des Nations Unies*
- EAH : Eau, Assainissement et Hygiène*
- GWI : Global Water Initiative*
- HCNE : Haut Comité National de l'Environnement*
- HNO : Humanitarian Needs Overview (Aperçu des besoins humanitaires)*
- ICF : Inner City Fund*
- INSEED : Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques*
- MEE : Ministère de l'Environnement et de l'Eau du Tchad*
- MENPC : Ministère de l'Education Nationale et de la Promotion Civique*
- MPHVP : Ministère de la Pêche, de l'Hydraulique Villageoise et Pastorale*
- MSF : Médecin Sans Frontière*
- MSP : Ministère de la Santé Publique*
- NAS : Network Attached Storage*
- OCHA : United Nations Office for Coordination of Humanitarian Affairs*
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé*
- ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer*
- PMH : Pompe à Motricité Humaine*
- PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement*
- UNA : Unité Nutritionnelle Ambulatoire*
- UNHAS : United Nations Humanitarian Air Service*
- UNICEF : United Nations International Children's Emergency Fund*
- UNT : Unité Nutritionnelle Thérapeutique*
- VIP : Ventilated Improved Pit*
- VLOM : Village Level Operation and Maintenance*
- WASH : Water, Sanitation and Hygiene*
- WEDC : Water, Engineering and Development Centre*
- MEDD : Ministère de L'Ecologie et du Développement Durable*

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Recommandations relatives à l'installation d'un type de pompe en fonction de la profondeur du niveau statique de la nappe d'eau.....	20
Tableau 2: Nombre maximum de personnes par source d'eau .....	23
Tableau 3: Solutions possibles pour l'évacuation sans risque des excréments.....	24
Tableau 4: Nombre minimum de toilettes dans les lieux publics et les institutions en situation de catastrophe.....	26
Tableau 5: Types de sols et revêtement de la fosse de latrine.....	29
Tableau 6: Dosage de béton .....	58
Tableau 7 : Dosage de mortier au ciment.....	59

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Zones d'intervention d'ACF au Tchad .....	4
Figure 2: Revêtement de fosse de latrine d'urgence en sacs de sable .....	29
Figure 3: Dalle en rondins, bâton ou bambous avec de l'argile pour remplir les espaces.....	31
Figure 4: Modèle de dalle en plastique de type MAGMAGIC complétée par des planches en bois .....	32
Figure 5: Modèle de dalle de latrine type Sanplat.....	33
Figure 6: Construction en spirale de la superstructure .....	33
Figure 7: Latrine d'urgence: superstructures en matériaux locaux (A) et modernes (B) .....	35
Figure 8: Incinérateur De Montfort Mark 8a : (A) Coupe, (B) Construction .....	48

## I. INTRODUCTION

De l'eau propre, des toilettes fonctionnelles et de bonnes habitudes hygiéniques sont essentielles à la survie humaine, et sont la base fondamentale sur laquelle le développement peut démarrer. Ces trois questions essentielles sont ainsi regroupées en raison de leur interdépendance. Car sans toilettes, les sources d'eau sont contaminées ; sans eau propre, la pratique d'une hygiène élémentaire est impossible (UNICEF, sd).

Dans la plupart des cas, les principaux problèmes de santé sont causés par un manque d'hygiène dû à un approvisionnement insuffisant en eau et à la consommation d'eau contaminée. Selon le Conseil mondial de l'eau (2006), « l'absence d'eau ou sa mauvaise qualité tue dix fois plus que toutes les guerres réunies ». En 2015, 4,5 milliards de personnes n'avaient pas accès à une source d'eau sûre. En outre, 2,3 milliards de personnes ne pouvaient pas bénéficier d'assainissement de base et 892 millions de personnes continuent de pratiquer la défécation à l'air libre. Les conflits armés, la sécheresse croissante, la désertification et autres catastrophes aggravent déjà ces tendances (PNUD, 2015).

Classé à la 187<sup>ème</sup> place sur 189 sur l'Indice de Développement Humain (PNUD, 2019), le Tchad est un pays pauvre souffrant dans tous les secteurs vitaux du développement (alimentation, santé, éducation, ...). D'après les estimations de l'UNICEF & OMS (2019), seulement 39% de la population ont accès à de l'eau potable au niveau national. En matière d'assainissement, seulement 8% de la population nationale ont accès à un assainissement de base et 67% pratiquent la défécation à l'air libre. Quant à l'hygiène, 6% de la population disposent d'installations basiques de lavage des mains avec l'eau et du savon. Cette situation nationale est d'autant plus alarmante car les maladies diarrhéiques font partie des trois premières causes de mortalité infantile des moins de 5 ans au côté des infections respiratoires aiguës et du paludisme. De plus, ces maladies peuvent aggraver davantage le retard de croissance chez les moins de 5 ans donc leur développement cognitif (INSEED et al., 2016 cité par MENPC, 2019). Le pays s'est alors engagé à atteindre les Objectifs du Développement Durable (ODD) établis par la communauté internationale pour 2030, en particulier l'ODD6 relatif à l'eau, l'assainissement et l'hygiène.

Face à cet enjeu, Action Contre la Faim (ACF), Organisation Non-Gouvernementale internationale, se mobilise depuis son implantation dans le pays en 1982 aux côtés des populations les plus vulnérables. ACF base ses interventions d'urgence et de développement

sur une approche transversale, conjuguant lutte contre la malnutrition, santé, sécurité alimentaire, eau assainissement et hygiène. La présente étude dont le thème est « **Elaboration de documents techniques pour la réalisation des infrastructures WASH dans le cadre de l'assistance humanitaire au Tchad** » s'inscrit dans la Stratégie Pays d'ACF visant à faciliter la réalisation des ouvrages WASH sur l'ensemble du territoire national. Cette étude intervient dans le cadre du stage de fin d'étude de "Master Spécialisé en WASH Humanitaire" à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE). Ce mémoire-ci se présente selon le plan décrit ci-dessous.

Le premier chapitre est consacré à l'introduction générale de l'étude. Le second chapitre présente la structure d'accueil (ACF). La zone d'étude et le projet sont présentés dans le troisième chapitre. Il décrit les données nécessaires de la zone, le contexte, la problématique et les objectifs de l'étude. Le chapitre quatre expose les matériels et la méthodologie utilisés pour réaliser les objectifs définis. Les résultats atteints sont détaillés et discutés dans le chapitre cinq suivi de la conclusion et des recommandations.

## II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

### II.1 Histoire d'ACF dans le monde

Née d'une urgence, celle des réfugiés afghans au Pakistan qui, en 1979, fuyaient les combats, "Action Internationale Contre la Faim" (AICF) a été fondée par un groupe d'intellectuels français dans le but d'éradiquer la faim de manière globale, durable et efficace dans le monde. Alors que jusque-là, la lutte contre la faim était intégrée dans des combats plus généraux (lutte contre la pauvreté, lutte pour la santé, etc.), les membres fondateurs ont créé une organisation spécialisée dans les problèmes de la faim. En 1996 AICF devient "Action contre la Faim" (ACF). Sa mission consiste à sauver des vies par la prévention, la détection et le traitement de la malnutrition, en particulier pendant et suite à des situations d'urgence et de conflits. Elle centre son intervention sur une approche intégrée, prenant en compte sept (07) domaines d'expertise :

- Nutrition et santé ;
- Santé mentale et pratiques de soins, genre et protection ;
- Sécurité alimentaire et moyens d'existence ;
- Eau, assainissement et hygiène ;
- Plaidoyer et sensibilisation ;
- Gestion des risques et désastres ;
- Recherche.

Pour accroître la coordination et l'efficacité de ses interventions, ACF s'est constituée au cours de ces 15 dernières années en un Réseau International (ACF International) composé aujourd'hui de six (06) Organisations (ou Sièges) juridiquement indépendantes : ACF France, ACF Espagne, ACF Royaume Uni, ACF Etats-Unis, ACF Canada et ACF Inde. Le Réseau International permet de diffuser les valeurs qu'ACF défend, d'accroître la capacité d'intervention, de renforcer la légitimité et l'étendue du témoignage, de développer les compétences, et de mobiliser plus de ressources financières. ACF-International est présente dans près de 50 pays dont 21 dépendent d'ACF France. Dans son « Rapport moral d'activités » en 2018, avec une équipe de 537 personnels internationaux, 4249 personnels nationaux, ACF-France est venue en aide à environ 7 millions de personnes dont près de 2,8 millions en eau, assainissement et hygiène.

### II.2 Histoire d'ACF-France au Tchad

D'après la « Stratégie Pays 2016-2020 », la Mission d'ACF au Tchad est ouverte depuis 1982, et intervient dans les principales crises nutritionnelles, alimentaires et sanitaires au Tchad. Elle met en œuvre des projets dans les provinces du Kanem (Mao), du Bahr-El Gazel

(Moussoro), du Lac Tchad (Baga Sola) et du Logone oriental (Goré), sous la supervision d'une équipe de coordination basée à N'Djamena, capitale du pays. La figure 1 présente sa couverture géographique à l'échelle nationale. ACF vise à garantir la sécurité nutritionnelle des populations au travers des programmes dans ses domaines d'expertise. Elle implémente depuis son implantation dans le pays des activités de prise en charge de la malnutrition et de soins de santé primaire pour les enfants de moins de 5 ans, ainsi que de la santé reproductive pour les Femmes Enceintes et Femmes Allaitantes dans les Centres de Santé et les Unités Nutritionnelles Thérapeutiques (UNT). Elle assure des actions de prévention de la malnutrition, et de promotion à l'hygiène dans les communautés.

ACF forme et finance le personnel de santé dans les districts sanitaires pour permettre la détection précoce de la Malnutrition Aigüe Sévère (MAS) et améliorer la qualité de la prise en charge. Elle met à disposition des équipements, des médicaments et des intrants nutritionnels pour garantir des

conditions de traitement optimales.

De plus, un suivi psychosocial pour les couples mères ou accompagnants-enfants malnutris est proposé dans les UNA et UNT et à domicile pour la prévention de la dépression maternelle.

Dans son document "Fiche ACF-Tchad" de Septembre 2019, Action Contre la Faim Tchad disposait d'un portfolio de

plus d'une dizaine de projets.

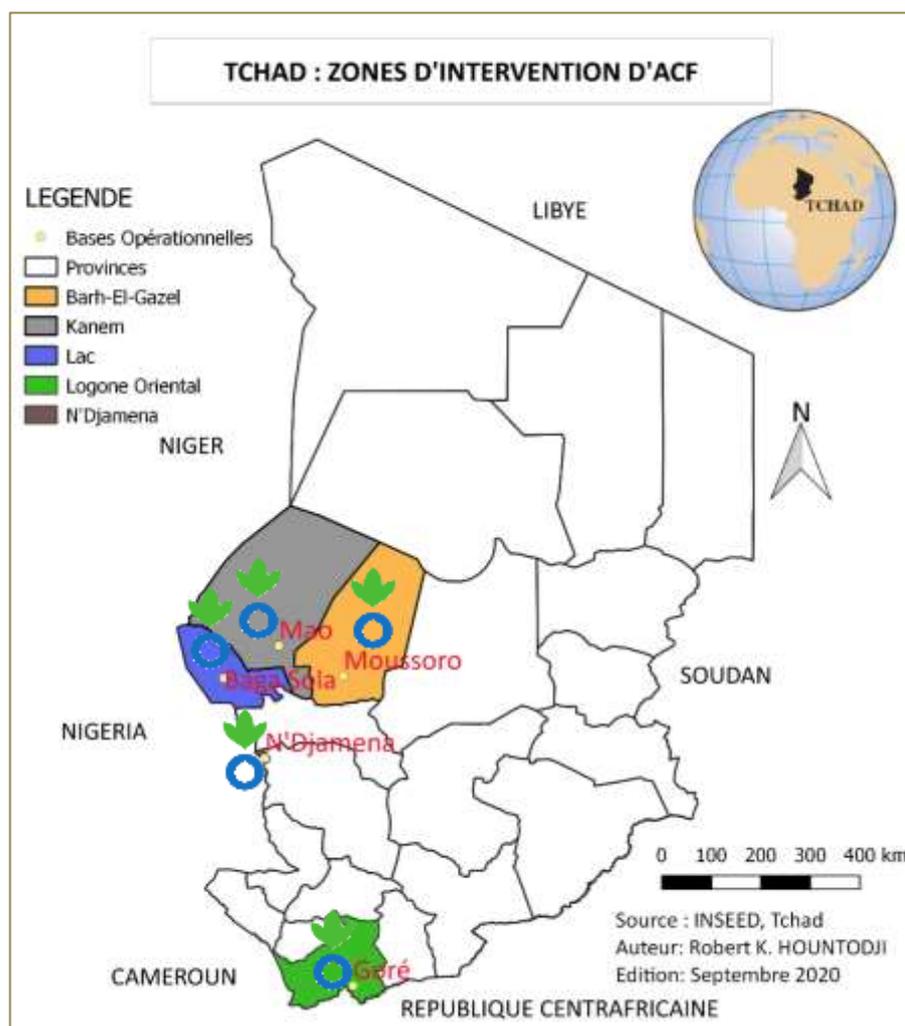


Figure 1 : Zones d'intervention d'ACF au Tchad

### III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET

#### III.1 Présentation de la zone d'étude

##### III.1.1 Situation géographique

5<sup>ème</sup> pays le plus vaste du continent africain, le Tchad est situé entre les 8<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> degrés de latitude Nord et les 14<sup>ème</sup> et 24<sup>ème</sup> degrés de longitude Est pour une superficie de 1 284 000 km<sup>2</sup>. Il est limité au Nord par la Libye, à l'Est par le Soudan, au Sud par la République Centrafricaine et à l'Ouest par le Niger, le Nigeria et le Cameroun (figure 1).

##### III.1.2 Données climatiques

Le Tchad est découpé en trois zones climatiques. Le Nord est une zone saharienne vaste (60% du territoire national) avec un climat chaud du désert et une pluviométrie inférieure à 200 mm par an. Le Sud est une zone soudanienne (10% du territoire national) avec un climat tropical et une forte pluviométrie entre 800 et 1200 mm par an rendant quasiment inaccessibles certaines régions pendant la saison des pluies. On trouve entre les deux, une zone sahélienne (30% du territoire national) avec un climat chaud semi-aride et une pluviométrie comprise entre 200 et 800 mm par an. N'Djamena, la capitale, est située dans cette zone. Du fait de cette répartition climatique, on trouve au sud une végétation abondante avec des savanes arborées diminuant graduellement en allant vers le Nord pour laisser la place à la savane puis au désert avec quelques oueds (OCHA, 2020).

Le pays est exposé aux effets climatiques dont les déficits pluviométriques récurrents et la sécheresse qui affectent la zone sahélo-saharienne, occasionnant des érosions majoritairement éoliennes. Ces effets se présentent aussi sous forme d'ensablement dans le Kanem, le Lac et le Nord du Batha et sous forme de glacis communément appelés (Naga) dans le Sud du Batha, le Ouaddaï et le Chari-Baguirmi.

##### III.1.3 Données géologiques et hydrogéologiques

Parallèlement à sa grande extension en latitude et à la variété de climats qui en résulte, le Tchad présente une gamme de sols également variée allant des sols sableux du désert aux sols faiblement ferralitiques (communément appelés latéritiques) des forêts claires et savanes boisées de la zone la plus méridionale du pays (ORSTOM, 1966).

Le Tchad dispose d'importantes ressources en eau souterraine. On rencontre de vastes régions constituées de formations sédimentaires (sable, grès), siège d'aquifères continus sous diverses formes : nappes libres, nappes profondes captives ou semi-captives et artésiennes, sous

certaines conditions hydrauliques et topographiques. La méconnaissance des grandes relations entre les différents systèmes aquifères d'une part, et les relations entre les aquifères et les précipitations d'autre part, constituent une contrainte à la mobilisation des eaux souterraines. Le niveau statique moyen des aquifères se situe entre 10 m et 35 m dans la plupart des grandes unités hydrogéologiques. Le reste du pays, notamment le Nord, le Centre et l'Est est marqué par un niveau statique supérieur à 60 m (HCNE et al., 2003).

### **III.1.4 Données liées au secteur "Eau, Assainissement et Hygiène"**

Comme dans la plupart des pays du Sahel, au Tchad l'accès équitable des communautés à l'eau potable et assainissement demeure un problème majeur. Les services sociaux de base sont faibles avec une disparité croissante entre les zones urbaines et rurales.

Les plus récentes estimations de l'UNICEF & OMS (2019) font état de 70% de la population ayant accès à l'eau potable en milieu urbain contre 29% en milieu rural, soit 39% au niveau national pouvant s'expliquer par l'insuffisance et/ou l'éloignement des infrastructures d'approvisionnement en eau potable.

L'accès aux services d'assainissement est très limité. En milieu rural, seulement 2% de la population ont un accès à un assainissement de base et 82% pratiquent la défécation à l'air libre. Au niveau national, 8% de la population ont un accès à un assainissement de base et 67% pratiquent la défécation à l'air libre pouvant s'expliquer par l'insuffisance de latrines, la faible adhésion aux bonnes pratiques d'hygiène et assainissement.

En matière d'hygiène, seulement 2% de la population disposent d'installations basiques de lavage des mains avec l'eau et du savon en milieu rural, 18% en milieu urbain et 6% au niveau national.

## **III.2 Présentation du projet**

### **III.2.1 Contexte du projet**

Le Tchad fait face depuis des décennies à des crises humanitaires interconnectées récurrentes, dans un contexte de pauvreté chronique et de faible développement économique et social. La situation sécuritaire fragile dans les pays voisins continue d'engendrer des mouvements de personnes vers le Tchad, en particulier en provenance de la République Centrafricaine, du Nord Est du Nigéria ainsi que des déplacements internes dans la région du Lac. Le Bureau de la coordination des affaires humanitaires (OCHA) dans son "aperçu des besoins humanitaires" (2020) au Tchad a estimé que 5,3 millions de personnes ont besoin d'assistance humanitaire dont 1,8 millions en Eau Assainissement et Hygiène (WASH).

Action Contre la Faim, depuis son implantation dans le pays, est actuellement opérationnelle dans les quatre provinces susmentionnées (II.2 ) avec des actions ponctuelles dans d'autres provinces du territoire. Les trois premières provinces sont situées sur la bande sahélienne du pays et le Logone oriental est situé au Sud. Parmi ces zones d'intervention, le Lac Tchad est la seule en situation d'urgence et post-urgence du fait des mouvements de populations suite aux insurrections des groupes armés. Des activités d'urgences régulières sont mises en œuvre dans les sites de déplacés et la veille humanitaire est assurée à travers des évaluations rapides multisectorielles avec une forte implication de toute la Communauté humanitaire de la province du Lac. Ces interventions rapides multisectorielles sont suivies par des réponses d'urgence avec des infrastructures WASH réalisées en matériaux non durables et semi-durables. Les trois autres zones sont en situation de stabilité avec des activités « WASH in Nut », « WASH in School », « WASH in Health », « ATPC », « infrastructures WASH durables » ...

Cependant quel est le problème qui se pose ? En effet, le département EAH de la Mission ACF Tchad dispose de divers documents techniques élaborés par les Responsables dudit département et les Responsables de Programmes WASH lors de la réalisation des infrastructures. A ce jour, aucun répertoire n'est disponible pour faciliter la réalisation des ouvrages et favoriser l'harmonisation des plans des structures à réaliser dans le cadre des différentes interventions. Cette étude permettra d'améliorer la qualité des infrastructures WASH réalisées mais aussi rendre faciles les procédures logistiques pour les passations de marchés.

### **III.2.2 Objectifs de l'étude**

L'objectif général de notre étude est de contribuer à l'amélioration des interventions en WASH de ACF au Tchad. Les objectifs spécifiques sont :

- Elaborer des Cahiers de Clauses Techniques Particulières (CCTP) pour les passations de marchés de construction d'infrastructures WASH ;
- Réaliser des plans des infrastructures WASH en vue de leur harmonisation pour l'ensemble du pays;
- Fournir des données de référence pour l'élaboration des budgets pour les recherches de financement ;
- Créer une bibliothèque numérique des documents techniques élaborés pour les activités WASH.

## IV. METHODOLOGIE

L'approche méthodologique mise en œuvre pour mener à bien l'étude à consister en quatre principales phases décrites dans les sections suivantes.

### IV.1 Revue et analyse documentaire

Des rencontres de briefings avec l'ensemble du personnel de la Mission ACF Tchad ont été faites et ont permis de comprendre le contexte global des interventions de l'Organisation dans le pays. C'est pendant cette phase qu'une revue documentaire a été faite et a permis de collecter les documents techniques existants et relatifs aux projets WASH antérieurs auprès de la Responsable de département WASH, des Coordinateurs des quatre Bases opérationnelles et des Responsables de programmes WASH. Une analyse de ces documents a été faite et la liste des différents types d'ouvrages réalisés a été établie.

### IV.2 Visites de terrain

Des sorties sur terrain ont été effectuées et ont permis d'observer les infrastructures réalisées, de prendre connaissance du contexte local, d'apporter un appui technique aux diverses activités WASH en cours de mise en œuvre et de consolider la documentation. Ces visites ont permis aussi d'apprécier la qualité des travaux et des infrastructures construites par rapport aux documents techniques inventoriés, de confirmer les données liées à la zone d'étude et de faire des propositions adaptées au contexte, aux cultures et pratiques locales.

### IV.3 Recherches bibliographiques

Des recherches bibliographiques pour chaque type d'infrastructure (eau, assainissement et hygiène) construite dans le cadre des activités WASH d'ACF Tchad ont été inventoriées et analysées. Les documents guides de conception et réalisation ont été collectés en vue de l'élaboration des Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) pertinents et de qualité.

### IV.4 Proposition de solutions adéquates

Cette dernière phase a consisté, après collecte des données nécessaires et analyse, à proposer des solutions appropriées en vue de l'amélioration des activités WASH

## V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### V.1 Etat des lieux

La méthodologie décrite ci-dessus a permis de parvenir aux résultats escomptés. Les informations recueillies pendant la revue documentaire concernent les contrats des divers marchés de réhabilitation et construction d'infrastructures. Une analyse de ces documents collectés a été faite et a aidé à établir la liste des différents ouvrages réalisés par ACF dans le cadre de ses interventions en WASH au Tchad. Ce sont :

- Les forages équipés de PMH ;
- Les latrines scolaires ;
- Les latrines communautaires ;
- Les latrines dans les UNT ;
- Les latrines d'urgence ;
- Les douches dans les UNT ;
- Les aires de lavage ;
- Les douches d'urgence ;
- Les incinérateurs ;
- Les bacs à ordures ;
- Les fosses à déchets ;
- Les socles de réservoir d'eau.

Parmi ces infrastructures citées, certaines sont construites dans les camps de déplacés internes en situation d'urgence et d'autres en situation stable dans les écoles, au sein des communautés, dans les centres de santé, etc. Quelques insuffisances ont été relevées après l'analyse de ces documents :

- Certains contrats manquent des clauses techniques et plans des infrastructures (exemple des douches et latrines d'urgence) ;
- Les contrats comprenant des clauses techniques ne fournissent pas assez d'informations relatives aux prescriptions techniques des infrastructures à réaliser. Les quelques plans recueillis ne sont pas établis selon les règles de dessin techniques.

Ces insuffisances ont pour conséquences de ne pas donner assez d'informations détaillées et précises des livrables, des normes et règlements en vigueur à respecter, les dispositions à prendre par les entreprises prestataires afin d'obtenir à la fin des travaux des ouvrages de qualité avec un minimum de discordance dans l'exécution des contrats.

### V.2 Révision et création des outils techniques

L'état des lieux des documents existants a permis ensuite de définir les orientations nécessaires à la réalisation d'ouvrages WASH conformes aux dispositions techniques et normes internationales en vigueur. Ces orientations se sont appesanties sur :

- Les ouvrages ordinaires que réalise couramment ACF dans le pays ;

- Les situations d'urgence, de post-urgence et de développement qui peuvent surgir ;
- Le niveau d'utilisation possible des ouvrages : ménages, communautés, écoles, centres de santé, ... ;
- Les contextes géologiques, pédologiques, etc. des sites sur lesquels les ouvrages sont réalisés.

En tenant compte des besoins en infrastructures récurrentes, de la pertinence des livrables et des directives de la Responsable de Département WASH, 20 Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) avec des plans de chacune des infrastructures d'eau, d'assainissement et d'hygiène ont été élaborés. La liste des CCTP conçus est présentée dans le tableau de l'annexe 1.

Le « Cahier des Clauses Techniques Particulières ou CCTP » fixe les clauses techniques d'un marché particulier. Ces clauses sont les stipulations qui donnent une description précise des prestations à réaliser et permettent à la personne responsable de suivre le déroulement du marché et la bonne exécution de ces prestations (Makowski F., 2019).

Les CCTP conçus dans le cadre de cette étude fixent les règles techniques de conception, de calcul et de construction des ouvrages tels que souhaités par le Maître d'ouvrage. Ils présentent les dispositions minimales que doivent respecter les Entreprises prestataires de travaux de réalisation des ouvrages d'eau, d'assainissement et d'hygiène et garantissent des constructions selon les règles de l'art et les normes et règlements en la matière.

Enfin, une bibliothèque numérique thématique a été mise en place pour faciliter les activités du Département Eau Assainissement et Hygiène de la Mission Tchad d'Action Contre La Faim. Cette bibliothèque est constituée des CCTP conçus et des documents connexes des infrastructures EAH. Un guide d'exploitation est élaboré pour aider à leur utilisation.

Les résultats décrits ci-dessous comprennent cinq parties dont les quatre premières composent les CCTP. La plupart des parties sont structurées en plusieurs sections. Les 1<sup>ère</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> parties sont quasi communes à tous les CCTP, cependant la 2<sup>ème</sup> partie présente les fiches techniques des infrastructures spécifiques à chaque Cahier des Clauses Techniques Particulières. La 5<sup>ème</sup> partie présente les outils d'aide aux activités WASH.

## PREMIÈRE PARTIE : INSTRUCTIONS GÉNÉRALES AUX ENTREPRISES

### V.3 Généralités

Cette section présente l'objet des Cahiers des Clauses Techniques Particulières : définir l'ensemble des travaux à effectuer dans le cadre de la construction des ouvrages. Elle rappelle les textes de référence et la réglementation, la qualité et la présentation du matériel et des matériaux entrant dans l'exécution des travaux et leur mise en œuvre. L'entière responsabilité est laissée au prestataire quant au choix de la méthode d'exécution, de la conception du matériel et des techniques à mettre en œuvre. Le maître d'ouvrage entend toutefois disposer d'ouvrages et d'équipements réalisés et installés en parfait état de marche dans des conditions normales d'utilisation.

Les CCTP sont destinés aux entreprises ou contractants chargés de conduire les travaux de construction des ouvrages afin que toutes les étapes ainsi que toutes les directives et instructions y décrites soient suivies et respectées à la lettre. Ces descriptifs ne sont nullement limitatifs mais doivent garantir l'absence d'éventuels malentendus et discordances d'exécution des ouvrages. Chaque entreprise devra obligatoirement prendre connaissance de la totalité du dossier d'appel d'offres et s'être rendu compte par lui-même des contraintes relatives aux sites, au transport et à l'acheminement des fournitures et matériaux. Il devra faire mention de toutes imprécisions, erreurs ou omissions relevées dans les documents du marché avant la remise des offres.

### V.4 Normes et textes de référence

La réalisation des ouvrages est astreinte au respect des textes législatifs administratifs, réglementaires, techniques et technologiques en vigueur au Tchad, ainsi qu'à ceux publiés à l'international rendus applicables au Tchad. L'Entrepreneur devra exécuter les travaux conformément aux règles en vigueur au Tchad.

Il est spécifié que les textes visés émanant du Tchad sont prioritaires. L'ensemble de ces documents réglementaires n'est pas joint au marché, mais réputés connus et suivis par l'Entrepreneur pour l'exécution des travaux dans les règles de l'art. La liste des références ci-dessous n'est pas exhaustive.

#### V.4.1 Documents Techniques Unifiés - règles DTU

L'Entrepreneur est tenu au respect et à l'application de ces Documents Techniques Unifiés (DTU) qui précisent les dispositions relatives aux gros œuvres et aux seconds œuvres :

- D.T.U. n° 12 : Terrassement pour le bâtiment ;

- D.T.U. n° 13.1 : Fondations superficielles ;
- D.T.U. n° 20 : Maçonnerie, Béton armé, plâtrerie ;
- D.T.U. n°20.11 : Parois et murs en maçonnerie ;
- D.T.U. n° 21.1 : Béton armé ;
- D.T.U. n°26 : Enduits, liants hydrauliques ;
- D.T.U. n° 36 : Menuiserie ;
- D.T.U. n° 36.1 : Menuiserie en bois ;
- D.T.U. n° 37.1 : Menuiseries métalliques ;
- D.T.U. n° 59 : Peinturage ;
- D.T.U. n° 43 : Étanchéité des toitures et des toitures inclinées.

#### V.4.2 Manuels destinés aux programmes d'Eau Assainissement et Hygiène

L'entrepreneur pour la réalisation des ouvrages doit avoir la connaissance des manuels spécifiques aux activités WASH applicables au Tchad. Ce sont :

- MPHVP (2009) : Normes et standards de forages manuels au Tchad ;
- Ministère de l'Eau, Arrêté N° 026/ME/2010 (2010) : Spécifications techniques et normatives applicables à la réalisation et à l'équipement d'ouvrages d'hydraulique villageoise au Tchad ;
- HCNE et al. (2003) : Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement du Tchad ;
- Le Projet Sphère (2011) : La Charte humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire.

Les ressources suivantes sont aussi utiles :

- R. Franceys, J. Pickford & R. Reed (1995): Guide de l'assainissement individuel ;
- MSF (2010) : Technicien sanitaire pour les situations précaires ;
- ACF (2006) : Eau, Assainissement, Hygiène pour les populations à risque.

Les normes et règlements applicables seront toujours ceux en vigueur au moment des travaux.

### V.5 Installation de chantier

#### V.5.1 Installation de chantier

Avant tout démarrage des travaux, le prestataire doit soumettre au Maître d'ouvrage (ou son délégué) un plan de ses installations de chantier indiquant les emplacements des entrepôts de matériaux et matériels ainsi que le modèle de panneau de signalisation de chantier. La liste

des matériels qu'il compte utiliser pour les travaux doit être aussi fournie, avec indication de leurs caractéristiques, la liste du personnel d'exécution, le chronogramme actualisé et l'organigramme du chantier.

Les plans d'exécution des travaux doivent être établis dans le même délai par l'Entrepreneur sur la base des plans fournis dans le dossier de consultation. Ces plans comprendront les dessins types et toutes les dimensions nécessaires à son adaptation au terrain. Les éléments mentionnés sur les plans du dossier de consultation ne sont donnés qu'à titre indicatif pour préciser et compléter les indications des clauses du contrat.

Ces documents doivent être soumis à l'approbation du Maître d'ouvrage avant tout début d'installation. Des justifications d'utilisation du matériel peuvent être demandées au prestataire, ainsi que les modifications de son plan d'installation.

L'installation du chantier concerne également l'amené du matériel et engins nécessaires à l'exécution des travaux. Cela inclut le choix du site d'implantation des infrastructures. Ce choix est fait de façon participative avec le Maître d'ouvrage (et les bénéficiaires).

La plaque de signalisation de chantier sera implantée à au moins à 50 m de l'ouvrage en construction si le chantier se situe en bordure de voies de circulation et à 20 m si des habitations existent dans l'environnement immédiat.

## **V.5.2 Travaux préparatoires**

### **a. Débroussaillage**

La réalisation des ouvrages doit être précédée du débroussaillage de leur emplacement et sur une emprise autour de ceux-ci. Ce travail comprend toutes sujétions d'abattage d'arbre et de dessouchage ainsi que l'aménagement (débroussage) de la voie d'accès à ces ouvrages. On plantera de jeunes arbres à la fin des travaux en remplacement de ceux qui auront été abattus.

### **b. Démolitions**

Elles comprennent tout ouvrage précédemment fondé sur l'emplacement de ceux à construire. Les décombres sont évacués à la décharge publique ou en un lieu validé par le Maître d'ouvrage.

### **c. Décapage**

Il consiste à enlever pour stockage, réemploi ou évacuation à la décharge publique la terre végétale de 10 cm de profondeur minimale sur l'emplacement des ouvrages et sur une emprise utile tout autour de ceux-ci.

## DEUXIÈME PARTIE : SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES INFRASTRUCTURES

### V.6 Infrastructures d'approvisionnement en eau : fiche technique de forages

Les solutions les plus courantes pour l'approvisionnement en eau dans l'assistance humanitaire regroupent le Water-trucking pour les réponses d'urgence, la construction ou la réhabilitation des puits, des forages ou des systèmes d'adduction pour les solutions transitoires ou durables. Dans la présente étude, il a été retenu d'élaborer un CCTP pour les forages à équiper de pompe à motricité humaine (PMH). Les travaux sont réalisés conformément aux "Normes et standards de forages manuels au Tchad du MPHVP (2009).

#### V.6.1 Emplacement et implantation du forage

Les conditions d'implantation d'un forage s'inspirent du "Guide d'application de l'arrêté interministériel du 11 Septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.0 de la nomenclature eau" (MEDD, 2004). Un forage doit être implanté dans un environnement propre, éloigné de toute source potentielle de pollution, de manière à limiter les risques de dégradation de la qualité des eaux souterraines lors de sa réalisation ou de son exploitation. Le site d'implantation du forage est choisi en vue de prévenir toute modification significative de la ressource ainsi que tout risque de pollution par migration des pollutions de surface ou souterraines ou mélange de différents niveaux aquifères.

Pour le choix du site et des conditions d'implantation des forages souterrains, l'Entreprise de réalisation de forages prend en compte les orientations, les restrictions ou interdictions applicables à la zone concernée, en particulier dans les zones où existent :

- Un schéma d'aménagement et de gestion des eaux ;
- Un plan de prévention des risques naturels (zones d'expansion des crues);
- Un périmètre de protection d'un point de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ;
- Un périmètre de protection des sources d'eau minérale naturelle ;
- Un périmètre de protection des stockages souterrains de gaz, hydrocarbures ou de produits chimiques. Aucun forage ne peut être effectué à proximité d'une installation susceptible d'altérer la qualité des eaux souterraines.

La distance d'un forage doit être supérieure à :

- 35 m des bâtiments d'élevage et de leurs annexes (fosse à purin ou à lisier, fumières, etc.), des aires d'ensilage, des circuits d'écoulements des eaux issus des bâtiments d'élevage, enclos et volières ;
- 35 m des installations de stockage de produits phytosanitaires et fertilisants, des ouvrages d'assainissement (latrines par exemple), etc.
- 50 m des parcelles potentiellement concernées par l'épandage des déjections animales et effluents d'élevage,
- 35 m si la pente du terrain est inférieure à 7% ou 100 m si la pente du terrain est supérieure à 7% pour les parcelles concernées par les épandages de boues issues des stations de traitement des eaux usées urbaines ou industrielles.
- 200 m des zones de stockages de déchets (incluant des fosses à déchets organiques), des décharges, des cimetières.

### V.6.2 Réalisation du forage

- Technique de forage : toutes les techniques de forages sont acceptées tant qu'elles permettent d'atteindre les normes techniques ;
- Diamètre : il doit être au moins égal à 6 pouces pour le forage manuel et de préférence pas plus de 8 pouces ;
- Verticalité : la déviation de la verticale doit rester inférieure à 5 % ;
- Rectitude : Le mètre de non rectitude peut être descendu doucement et sans forcer jusqu'au fond du forage.

### V.6.3 Tubage d'équipement

- Matériau : le tubage doit être en PVC ou en Inox résistants à la pression d'éclatement, d'écrasement, au flambage et torsion. Les tuyaux doivent être certifiés selon les normes internationales ;
- Diamètre nominal intérieur : Minimum 100 mm (les pompes India Mark II, III et Vergnet doivent rentrer dans le tubage d'équipement) ;
- Diamètre nominal extérieur : Maximum 125 mm ;
- Epaisseur de la paroi : Minimum 5 mm
- Joints : ils sont filetés (les douilles jointes avec du ciment ou de la colle ne sont pas acceptées). En pratique, un tubage en PVC de diamètre nominal 100 ou 125 mm peut être utilisé à condition que les limites internes et externes soient respectées. L'espace minimum entre le diamètre de forage et le tubage d'équipement est de 19,5 mm de chaque côté.

#### V.6.4 Crépine

Seules les crépines faites en usines, respectant les spécifications ci-dessous peuvent être utilisées. Cela exclut les crépines “artisanales” et le découpage manuel de tubage d'équipement pour en faire une crépine.

- Matériau : il est identique à celui utilisé pour le tubage d'équipement ;
- Diamètre et épaisseur : les diamètres nominaux intérieur et extérieur et l'épaisseur de la paroi sont identiques à ceux du tubage d'équipement ;
- Taille maximum des fentes : 1,0 mm (pour des sables normaux et gros, utilisation normale) ;
- Taille minimum des fentes : 0,5 mm (pour les sables très fins du Kanem et Barh El Gazel). Les crépines de 0,5 mm sont utilisées en combinaison avec du gravier spécial (plus petit) pour le massif filtrant autour de la crépine ;
- Direction des fentes : les fentes sont horizontales ;
- Position de la crépine : la crépine est positionnée selon les conditions géologiques du site. Elle est de préférence en dessous de la première couche imperméable. Les crépines sont placées seulement dans les aquifères et jamais dans une couche imperméable ou à moins de 0,5 m d'une couche imperméable. Il est possible d'installer plusieurs crépines dans des aquifères confinées superposées ;
- Longueur de la crépine : elle dépend des conditions géologiques du site. En général, une crépine d'au moins 6 mètres dans de grands aquifères, et dans des aquifères plus fins une crépine de 3 mètres est acceptable seulement après l'approbation du contrôleur de qualité ;

**Remarques** : Pour des pompes manuelles avec une production de 1 à 2 m<sup>3</sup>/h, le positionnement correct de la crépine est plus important que de maximiser sa longueur.

Dans des situations où ces normes ne permettent pas l'installation d'un forage, un hydrogéologue (de la Direction de l'Hydraulique) peut décider de passer outre les normes pour fournir de l'eau là où elle est nécessaire.

- Crépine en tissus : aucune crépine/filtre en tissus ne doit être utilisée ;
- Centreurs : les centreurs sont installés tout au long des tubages et des crépines, à intervalles de 3 m. Les diamètres des centreurs correspondent aux diamètres du forage et du tubage d'équipement. Des centreurs à faible coût en PVC spécialement conçus pour les petits forages peuvent être utilisés ;
- Décanteur (bouchon de fond / de pied) : en dessous de la crépine la plus basse, un

décanteur (même matériau que le tubage d'équipement) de 1,0 m de haut est utilisé pour collecter le sable. Dans les sables fins, la longueur du décanteur est augmentée à 3 m. Le fond du décanteur doit être bouché hermétiquement pour ne pas laisser passer du sable. Ceci peut être fait soit avec un bouchon en PVC, soit en pliant le bout du tubage et en le bouchant avec du mortier (1 volume de ciment pour 2 volumes de sable, ceci doit être préparé 24h avant l'installation du décanteur dans le forage).

### V.6.5 Massif filtrant

Les caractéristiques du massif filtrant sont les suivantes :

- Taille du gravier : la norme est entre 1,5 et 3,0 mm pour des crépines avec des fentes de 1,0 mm. Pour des crépines avec des fentes de 0,5 mm, la taille du gravier est entre 1,0 et 2,0 mm ;
- Matériau du massif : il doit être de la meilleure qualité (silice / quartz / basalte). Le schiste, le calcaire, le mica et l'argile ne sont pas acceptables ;
- Epaisseur du massif : elle est au minimum égale à 19,5 mm. L'épaisseur réelle dépend des diamètres du forage et du tubage d'équipement ;
- Hauteur : il est situé à 1 m minimum, et 2 m maximum au-dessus de la crépine.

**Remarques** : Le gravier doit d'abord être lavé plusieurs fois à l'eau propre, puis tamisé (entre 1,5 et 3,0 mm en général ; entre 1,0 et 2,0 mm dans le Kanem et le Barh El Gazel) avant d'être mis en place.

### V.6.6 Joints d'étanchéité sanitaire

L'objectif général d'un joint d'étanchéité sanitaire de surface est d'empêcher la contamination de l'aquifère par la surface entourant le forage. Un joint au-dessus de la crépine empêche de l'eau potentiellement contaminée du premier aquifère (phréatique) de fuir dans un aquifère potable situé en dessous.

#### a. Joint de surface (cimentation de la tête de forage)

Le joint de surface devra avoir les caractéristiques ci-après :

- Matériau : mortier de ciment (1 volume de ciment pour 3 volumes de sable) ;
- Position : à partir du niveau du sol ;
- Hauteur : 5 m.

### **b. Joint au-dessus de la crépine (bouchon d'argile)**

Le joint au-dessus de la crépine ou bouchon d'argile aura les caractéristiques ci-après :

- Matériau : argile gonflante disponible sur place. Alternativement, du mortier de ciment fait de 1 volume de ciment pour 2 volumes de sable mélangés avec de l'eau propre (22 litres pour 50 kg de ciment) ;
- Position : il est placé à 2 m au-dessus du massif filtrant ou au niveau de la meilleure couche imperméable du sol ;
- Hauteur : 2 m au minimum.

**Remarques** : Si du ciment est utilisé comme matériau pour le joint, alors le premier demi mètre au-dessus du massif filtrant est en argile, pour empêcher le ciment d'entrer dans le gravier. La localisation précise du joint d'étanchéité sanitaire au-dessus de la crépine est une décision d'expert et dépend de la situation hydrogéologique.

### **c. Reste du remblai**

Entre le joint de surface et le joint au-dessus de la crépine, les déblais du forage (tout-venant) peuvent être utilisés pour remblayer l'espace annulaire.

## **V.6.7 Développement, nettoyage et essai de débit**

### **a. Développement**

Le développement du forage permet d'enlever les boues de forage et les particules fines des pores. Il permet de compacter et stabiliser le massif filtrant, et d'améliorer la perméabilité de l'aquifère autour de la crépine. Il peut être fait soit avec un compresseur, soit une pompe immergée. Pendant le développement, un compresseur crée des ondes de choc, et une pompe crée des flux d'eau rapides qui enlèvent les particules.

- Par un compresseur

Le compresseur devra avoir une capacité d'au moins 4 bars, et le flux d'air devra être réglé avec une valve. Le développement sera fait en plaçant la sortie d'air juste au-dessus de la crépine, pendant au minimum 2 h pour une crépine de 6 m. On développera le forage jusqu'à obtention d'une eau claire. Le test de la tâche de sable dans 1 seau de 10 litres doit donner une tâche de moins de 1 cm.

- Par une pompe immergée

La succion est appliquée au bas de la crépine la plus profonde, le débit est de 5 m<sup>3</sup>/h pour la première heure, suivie par un débit supérieur de 10 m<sup>3</sup>/h pour une heure supplémentaire.

Avant de développer le forage avec une pompe immergée, il est possible de nettoyer le fond du forage en injectant de l'eau propre avec une motopompe. Il est également possible de créer des petites ondes de choc avec un piston en caoutchouc. Ces techniques peuvent être utilisées en complément du développement par une pompe immergée, mais ne peuvent en aucun cas remplacer le développement.

### **b. Nettoyage**

Après le développement, le forage devrait être nettoyé par pompage avec une pompe immergée d'un débit entre 1,0 et 2,0 m<sup>3</sup>/h. Le pompage doit être poursuivi jusqu'à ce que l'eau sortant du forage soit propre et sans particules. Le débit pendant le nettoyage est du même ordre de grandeur que le débit d'exploitation normal du forage. On pompera à partir de la base du forage pour nettoyer également le décanteur.

### **c. Essai de débit**

Après l'opération de nettoyage, et au moins 12 heures après le développement, le forage doit être pompé continuellement pendant 3 heures en 3 périodes d'1 heure chacune, à des débits respectifs de 0,5 ; 1 et 2 m<sup>3</sup>/h. Avant et pendant le pompage, les niveaux statiques et dynamiques sont mesurés à des moments spécifiques (annexes 2). Après l'arrêt du pompage, la recharge de l'aquifère est mesurée pendant une période de 1 h.

La méthode plus précise dite "test de flux constant" n'est pas comprise dans cette norme à cause de la complexité de son analyse.

## **V.6.8 Analyses microbiologiques et physico-chimiques**

Chaque forage positif fera l'objet d'un prélèvement d'eau au terme de l'essai de pompage pour des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Cette analyse à la charge de l'entrepreneur doit être effectuée par le laboratoire national de l'eau pour s'assurer de la bonne qualité de l'eau avant équipement et aménagement de surface. Les paramètres et éléments à déterminer sont notamment les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux d'une part, et le pH, la conductivité, les ions majeurs, le fer total et le fluor de l'autre.

## V.6.9 La pompe à motricité humaine

Le type de pompes à installer doit répondre à l'Arrêté N° 026/ME/2010 du Ministère de l'Eau du Tchad relatif à la standardisation des équipements d'hydraulique villageoise (PMH et superstructures d'assainissement) en vue d'en faciliter leur maintenance et leur efficacité.

### a. Type de pompe à installer

Dans le cadre de l'alimentation en eau potable, les pompes à motricité humaine autorisées au Tchad doivent être conformes aux technologies suivantes :

- Pompe à main de type : INDIA MARK II, INDIA MARK II Extra Deep Well et INDIA MARK III VLOM ;
- Pompe à transmission hydraulique : HPV 30, HPV 60 et HPV 100 de VERGNET.

Dans un souci de rendement et d'efficacité maximum, il est vivement recommandé d'installer les pompes citées précédemment et conformément au tableau 1 ci-dessous.

*Tableau 1: Recommandations relatives à l'installation d'un type de pompe en fonction de la profondeur du niveau statique de la nappe d'eau*

Profondeur du niveau statique	Type de pompe recommandée
Jusqu'à 25 m	INDIA MARK II
	VERGNET HPV 30
De 25 m à 45 m	INDIA MARK II
	INDIA MARK III VLOM
	VERGNET HPV 60
De 45 m à 80 m	INDIA MARK II Extra Deep Well
	VERGNET HPV 100
De 80 m à 120 m	VERGNET HPV 100

### b. Installation de la pompe dans le forage

Le cylindre de la pompe doit être placé au moins 6,0 m sous le niveau statique de l'eau mesuré à la fin de la saison sèche. Si les fluctuations saisonnières sont inconnues, alors le cylindre de la pompe doit être placé au moins 8,0 m sous le niveau statique mesuré. Le cylindre doit être placé au moins 1 m au-dessus de la crépine.

## V.6.10 La superstructure

La réalisation des superstructures s'inspire des standards recommandés par le Ministère de l'Eau dans son Arrêté cité précédemment.

Les superstructures types d'un "point d'eau villageois" comprennent généralement : une margelle, un anti-bourbier, un muret de protection, un canal d'évacuation des eaux usées et un puits perdu. Elles ont pour objectifs de :

- Fixer correctement la pompe à motricité humaine installée ;
- Garantir l'isolement de la tête de forage vis-à-vis des eaux de surface ;
- Offrir une aire assainie autour du point de prélèvement ;
- Eloigner les eaux de lavage et de les infiltrer loin du captage.

Les spécifications techniques relatives à la réalisation des superstructures au Tchad sont définies comme ci-dessous.

### a. La margelle

Les margelles devront être construites en tenant compte des systèmes d'ancrage et de l'envergure de la pompe à poser.

- Cas d'une pompe de type INDIA : la margelle doit être constituée d'un bloc circulaire en béton armé de 1,20 m de diamètre dépassant de 0,10 m le dessus de la dalle anti-bourbier.
- Cas d'une pompe à transmission hydraulique (type Vergnet) : la margelle est constituée de deux (2) marchepieds en béton armé, placés de part et d'autre du forage à équiper, installés sur un bloc en béton armé de 1,2 m x 1,2 m x 0,10 m. Chaque marchepied a pour dimensions 0,30 m x 0,20 m x 0,20 m. L'espace entre les blocs est fonction de la taille du cadre de fixation de la pompe.

Pour chaque type de margelle, le béton est dosé à 350 kg de ciment par m<sup>3</sup> et doit avoir après 28 jours une résistance de 30 kN/cm<sup>2</sup>. Le ferrailage est constitué par du treillis de maille 150 mm. Le diamètre des fers est 8 mm.

Les cadres métalliques de support de pompes sont scellés par le constructeur lors de la confection de la margelle.

### **b. Dalle anti-bourbier**

La dalle anti-bourbier doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Diamètre de l'aire assainie : 3 m ;
- Epaisseur : 0,10 m.

La dalle doit avoir une pente générale de 2% vers un tuyau d'évacuation de ruissellement. Elle doit comporter une rigole de 10 cm de largeur et 7 cm de profondeur pour conduire les eaux perdues vers le canal d'évacuation.

La dalle anti-bourbier sera en béton armé. Elle reposera sur 10 cm de remblais sableux déposés dans un décaissement du terrain naturel.

Le béton est dosé à 300 kg de ciment par m<sup>3</sup> et doit avoir après 28 jours une résistance de 30 kN/cm<sup>2</sup>. Le ferrailage est constitué par du treillis de maille 150 mm, diamètre des fers 6mm.

### **c. Muret de protection**

Les dimensions à respecter sont les suivantes :

- Mur circulaire de Ø intérieur : 3,00 m ;
- Hauteur du mur (y compris le chaînage final en béton armé de 10 cm d'épaisseur) : 1,10 m ;
- Epaisseur du mur : 0,15 m ;
- Largeur d'entrée : 1,20 m ;
- Dosage du béton armé (poteaux) : 350 kg/m<sup>3</sup>.

Le muret repose contre la dalle anti-bourbier portée par une longrine de 20 cm dans le sol. Il est construit en briques cuites ou parpaings. Au-dessus du muret, il est réalisé un chaînage final de protection en béton armé d'une épaisseur de 10 cm.

Les chaînages verticaux (poteaux) sont constitués de poteaux de 15 cm x 15 cm x 100 cm en béton armé dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> à chaque éternité du mur au droit de l'entrée.

Le mur est ravalé avec un enduit de mortier de ciment dosé à 400 kg/m<sup>3</sup> de 2 cm d'épaisseur. Le sommet du muret devra être arrondi afin qu'aucun récipient ne puisse y être posé.

### **d. La porte d'accès**

Une porte constituée de 2 battants métalliques sera placée à l'entrée de la clôture du forage; elle aura les dimensions suivantes :

- Largeur : 1,20 m ;
- Hauteur : 1,00 m.

### e. Canal d'évacuation des eaux et puits perdu

Le canal d'évacuation des eaux est de forme rectangulaire en béton armé (dosage 350 kg/m<sup>3</sup>) débouchant dans le puits perdu et a les dimensions suivantes :

- Longueur minimum : 3,00 m ;
- Profondeur : 0,20 m ;
- Largeur : 0,15 m ;
- Epaisseur des parois : 0,10 m.

La pente du canal ne doit pas être inférieure à 4 %.

Les dimensions du puits perdu sont les suivantes :

- Section interne : 0,70 m x 0,70 m ;
- Profondeur : 1,00 m ;
- Epaisseur : 0,15 m ;
- Couvercle amovible en béton armé de section 1,00 m x 1,00 m et d'épaisseur 8 cm.

Les plans des superstructures recommandées par le Ministère de l'Eau et retenues dans nos travaux sont joints en annexe 3. Le nombre de forages équipés de pompe à motricité humaine à construire dans le cadre d'un projet humanitaire est fonction de la taille de la communauté à desservir et de ressources disponible. A titre indicatif, le Projet Sphère (2011) donne le nombre maximum de personnes par source d'eau tel que présenté dans le tableau 2.

*Tableau 2: Nombre maximum de personnes par source d'eau*

Nombre d'usagers par source d'eau	Débit de la source
250 personnes par robinet	sur la base d'un débit de 7,5 l/min
500 personnes par pompe manuelle	sur la base d'un débit de 17 l/min
400 personnes par puits ouvert à utilisateur unique	sur la base d'un débit de 12,5 l/min

## V.7 Infrastructures d'élimination adéquate des excréta

### V.7.1 Installations retenues

L'évacuation sans risque des excréments humains constitue la première barrière contre les maladies liées aux selles, car elle contribue à réduire la transmission directe ou indirecte de ces maladies. La fourniture d'installations appropriées pour la défécation est une des mesures d'urgence essentielles visant à assurer la dignité, la sécurité, la santé et le bien-être des personnes. Les installations retenues (n° 3 et 4 d'après le tableau 3) dans notre étude s'inspirent des solutions possibles préconisées dans les Standards minimums du Projet Sphère (2011) pour l'évacuation sans risque des excréments résumés dans le tableau 3.

Tableau 3: Solutions possibles pour l'évacuation sans risque des excréments

N°	Type d'évacuation	Remarques concernant l'application
1	Zone de défécation délimitée (par exemple avec des modules séparés par des bâches)	1 <sup>ère</sup> phase : dans les 2 ou 3 premiers jours, quand un très grand nombre de personnes ont besoin d'installations immédiatement
2	Latrines en tranchées	1 <sup>ère</sup> phase : jusqu'à 2 mois
3	Latrines à fosse simple	Planifier dès le début pour une utilisation à long terme
4	Latrines LAA (latrines améliorées à fosse autoventilée)	En fonction du contexte, pour une utilisation à moyen ou à long terme
5	Latrines d'assainissement écologique (ECOSAN) avec dérivation des urines	En fonction du contexte : en cas d'inondation ou de niveau hydrostatique élevé, planifier dès le début ou pour une utilisation à moyen ou à long terme
6	Fosses septiques	Phase de moyenne ou longue durée

- Ces deux types de solutions retenues (latrines à fosse simple et latrines améliorées à fosse autoventilée) correspondent respectivement aux « système 1 : système avec fosse unique et production de boue » et « système 2 : système avec fosse sèche sans production de boue » du "Compendium des systèmes et technologies d'assainissement" (Tilley E. et al., 2016).
- Le système 1 est fondé sur l'utilisation d'une fosse unique simple et le système 2 est conçu pour des fosses multiples améliorées pour l'élimination des excréta. Les deux systèmes sont employés sans eau de chasse. Les produits entrant dans ces systèmes incluent l'urine, les fèces, l'eau de nettoyage anal, l'eau de et/ou les matériaux de nettoyage sec.
- L'interface utilisateur pour les deux systèmes sera des toilettes sèches (U.1). C'est une interface directement connectée à une technologie de collecte et de stockage/traitement. Cette technologie comprend une fosse unique (S.2) pour le système 1 et des fosses ventilées améliorée (VIP, S.4) et une double fosses alternées (S.5) pour le système 2.
- Ces solutions sont particulièrement adaptées aux environnements à fort déficit en eau.

## V.7.2 Dimensionnement de la fosse de latrine

### a. Calcul du volume effectif

Trois conditions sont à satisfaire lorsqu'on calcule les dimensions de l'excavation d'une latrine à fosse (R. Franceys et al., 1995) :

- La fosse doit avoir un volume suffisant pour recevoir la totalité des boues qui s'accumuleront pendant la durée d'exploitation ou jusqu'à la date de vidange prévue.
- A la fin de cette durée d'exploitation de la fosse, il doit encore exister un vide suffisant pour qu'on puisse recouvrir le contenu avec assez de terre pour éviter la contamination de la surface par des micro-organismes pathogènes (épaisseur de la terre d'étanchéité).
- La surface de la paroi doit toujours être suffisante pour permettre au liquide de la fosse de s'infiltrer dans le sol avoisinant.

Le calcul du volume effectif de la fosse se fait à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{eff}} = N \times S \times Y \text{ (MSF, 2010)}$$

Où

$V_{\text{eff}}$  : volume effectif de la fosse en  $\text{m}^3$  ;

$N$  : nombre moyen d'utilisateurs quotidien ;

$S$  : taux d'accumulation de solides en  $\text{m}^3$  par personne et par année ;

$Y$  : durée de vie de la latrine ou de remplissage de la fosse en années.

$N = 20$  personnes maximum pour une latrine familiale à un long terme.  $S = 0,04 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$  pour les fosses humides et  $0,06 \text{ m}^3/\text{personne}/\text{an}$  pour les fosses sèches. Pour les fosses à utilisation intensive et de durée de vie de 1 an maximum, le taux d'accumulation de solides doit être doublé. La durée de vie minimale suggérée pour une latrine familiale à fosse simple qui ne peut être vidée est de 5 ans. Les latrines publiques pour 20 utilisateurs doivent avoir une durée de vie d'au moins 2 ans avant d'être pleines.

Le volume effectif de la fosse peut être accru de 30 à 50% en cas d'utilisation de matériel volumineux (pierres, épis de maïs, tec.) pour l'hygiène anale. Le nombre de latrines à construire dans un projet humanitaire dépend du nombre d'utilisateurs, du cadre (ménage ou public, ...), du contexte (urgence ou développement) et des ressources financières disponibles. Il s'inspire des standards minimums du Projet Sphère (2011) présentés dans le tableau 4.

Tableau 4: Nombre minimum de toilettes dans les lieux publics et les institutions en situation de catastrophe

Institution	Court terme	Long terme
Marchés	1 toilette pour 60 stands	1 toilette pour 20 stands
Hôpitaux/centres de santé	1 toilette pour 20 lits ou 50 patients ambulatoires	1 toilette pour 10 lits ou 20 patients ambulatoires
Centre d'alimentation	1 toilette pour 50 adultes 1 toilette pour 20 enfants	1 toilette pour 20 adultes 1 toilette pour 10 enfants
Centre d'accueil/de transit	1 toilette pour 50 personnes Ratio de latrines femmes/hommes doit être de 3 pour 1	-
Ecoles	1 toilette pour 30 filles 1 toilette pour 60 garçons	1 toilette pour 30 filles 1 toilette pour 60 garçons
Bureaux	-	1 toilette pour 20 employés

#### b. Calcul du volume total de la fosse

Le volume effectif correspond à l'espace disponible pour le stockage des excréta. Pour le calcul du volume total requis pour une fosse, il faudra ajouter au volume effectif un espace libre d'une profondeur de 0,5 m. Cet espace libre (sous la dalle) au sommet de la fosse pleine vise à éviter :

- Les visions désagréables en cours d'usage ;
- Les éclaboussures d'excréta à l'extérieur de la fosse en cours d'usage ;
- Les odeurs et problèmes de mouches après remblaiement.

Le volume total de la fosse est donc représenté par la formule suivante :

$$V = (N \times S \times Y) + 0,5A \text{ (MSF, 2010)}$$

Où : V = volume total requis. Celui-ci n'inclut par les éventuels revêtements de la fosse ;

A = surface au sol de la fosse (dépend de l'espace disponible).

La forme de la surface au sol est basée sur les préférences locales, les caractéristiques du terrain et des matériaux de construction. Elle est généralement circulaire ou rectangulaire. On notera que c'est la surface intérieure du revêtement qui est utilisée pour le dépôt, et non la section de l'excavation.

Le fond de la fouille (profondeur) doit être au moins à 1,50 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique afin de réduire quasi à zéro le risque de contamination microbiologique des eaux souterraines dans les sols homogènes. Ce niveau peut être estimé via la vérification du niveau de l'eau dans les puits environnants. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de demi pouce (1/2") jusqu'à 1,50 m sous la profondeur maximale de la fosse. Lors de leur extraction, le fer ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique (MSF, 2010).

Chaque fosse doit présenter une taille adéquate pouvant permettre le confinement des matières fécales et du matériel utilisé pour l'hygiène anale pendant au moins 2 ans, période durant laquelle tous les éventuels agents pathogènes seront certainement éliminés (biodégradation). Alors les produits de la décomposition peuvent être manipulés et la fosse vidée.

Pour le Tchad, le MENPC (2019) donne les suggestions suivantes pour les établissements scolaires :

- ✓ Les cabines pour les filles doivent être impérativement séparées de celle des garçons ;
- ✓ Les cabines pour les enseignants doivent être construites et séparées de celle des enfants;
- ✓ Une cabine pour vingt-cinq (25) filles et une cabine pour cinquante (50) garçons ;
- ✓ Les blocs de latrines des enseignants doivent avoir la même configuration que celles des élèves avec une latrine pour 24 enseignants et une latrine pour 12 enseignantes ;
- ✓ La profondeur de la fosse ne devrait pas excéder 2,50 m afin de réduire le coût d'investissement.

### V.7.3 Emplacement, orientation et implantation géographique des latrines

Les latrines doivent être orientées face au vent dominant, pour avoir la meilleure ventilation. Elles doivent être construites dans la mesure du possible dans un espace ouvert, loin des arbres, des bâtiments ou d'autres objets susceptibles de réduire la circulation de l'air. Dans certains contextes culturels, religieux ou personnels, déféquer face à une direction particulière peut constituer un interdit. Il faudrait évidemment en tenir compte en plaçant la latrine (R. Franceys et al., 1995).

Pour éviter la contamination due aux agents pathogènes, la latrine doit être située à 30 m minimum et en aval des ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement

d'eau. La latrine doit avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (30 m maximum des bâtiments de structures de santé). On s'assurera que les bâtiments ou zones d'habitations ne sont pas sous le vent par rapport aux latrines (MSF, 2010).

#### **V.7.4 Latrines d'urgence en matériaux locaux ou modernes peu durables**

Durant la première phase d'une urgence impliquant une importante concentration de personnes (camps de réfugiés ou déplacés, centres collectifs, etc.) suite à une catastrophe, il est vital de fournir immédiatement des installations rudimentaires pour la défécation. Ces installations sont provisoires et devront être améliorées ou remplacées progressivement par des structures plus adéquates au fur et à mesure que la situation évoluera vers une situation d'urgence chronique ou une situation stabilisée. Sur le plan de la santé publique, les latrines familiales sont privilégiées par rapport aux latrines publiques car elles sont souvent mieux entretenues par leurs propriétaires.

##### **a. Excavation et revêtement de la fosse de latrines**

Les latrines d'urgence conçues dans le cadre de nos travaux sont les latrines familiales sommaires à fosse simple ou renforcée et donc se construisent presque comme les latrines à fosse simple décrite plus bas (V.7.5). Elles constituent une réponse améliorée devant les aires de défécation et les feuillées.

Les fosses de section circulaire sont préférables aux fosses rectangulaires du fait de leur résistance à l'effondrement. Les fosses creusées dans les sols qui risquent de s'effondrer devront être systématiquement revêtues. La méthode la plus simple pour appréhender la stabilité du sol est d'examiner les autres excavations réalisées dans la zone d'alentour, comme celles réalisées pour les puits (s'il y en a). Si les excavations existantes ne se sont pas effondrées et ne sont pas revêtues, on peut alors supposer que les excavations de fosses de latrines n'auront pas besoin d'être revêtues non plus. Car en réalité, la méthode de creusage d'une fosse est similaire à la méthode d'excavation d'un puits.

En l'absence d'autres informations, les suggestions fournies par le Centre de l'Eau, de l'Ingénierie et du Développement, WEDC (2015a) et présentées dans le tableau 5 seront nécessaires.

Tableau 5: Types de sols et revêtement de la fosse de latrine

Types de sol nécessitant davantage de revêtement	Types de sol ne nécessitant pas de revêtement
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sables mous ou graviers</li> <li>▶ Sols non consolidés (meubles)</li> <li>▶ Remblais</li> <li>▶ Mudstones et schistes compressés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sols avec une quantité significative d'argile*</li> <li>▶ La plupart des roches sédimentaires consolidées (fortement liées)</li> <li>▶ Sols qui comportent une forte proportion d'oxyde de fer (latérites)</li> </ul>

(\*) : les sols contenant une forte proportion d'argile peuvent voir leur stabilité changer lorsqu'ils sont mouillés. Les caractéristiques du sol lors de l'excavation peuvent changer lors du séchage.

En cas de doute, il convient de revêtir toute la fosse. Pour cela, tout matériau local suffisamment solide pour empêcher que la fosse ne s'effondre et pour supporter le poids de la structure peut être utilisé. En plus de sa solidité, le matériau doit avoir la capacité de durer aussi longtemps que la fosse sera utilisée. Les matériaux trouvés sur place les plus courants comprennent :

- **Des sacs de sable** : ils s'avèrent plus accessibles et adaptés pour le revêtement des fosses de latrines en sols instables dans les situations d'urgence. Ils sont placés dans la fosse de façon à former un cylindre de diamètre intérieur ajusté aux dalles disponibles. Cette technique est utilisée par ACF et HELP au Tchad comme la montre la figure 2 ;

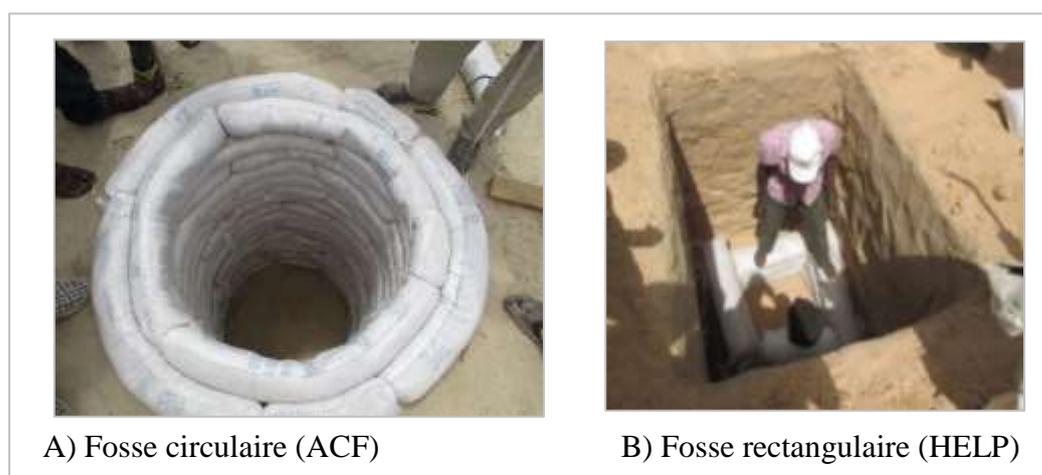


Figure 2: Revêtement de fosse de latrine d'urgence en sacs de sable

- **Des sacs de sable + ciment** : dans les zones d'eaux souterraines peu profondes, du ciment doit être ajouté au sable pour améliorer la stabilité. Dans un premier temps, on utilise un mélange sec et homogène de « sable + ciment » pour remplir les sacs puis, une fois les sacs installés dans la fosse, des seaux d'eau seront versés dessus. Cette solution a déjà fait ses preuves dans les camps de réfugiés/déplacés au Kenya et au Soudan (WEDC, 2015a) ;
- **Des barils de pétrole ou anneaux en acier** : ce sont des revêtements fins (peu épais) utilisés pour protéger les parois des fosses mais qui ne sont pas assez solides pour supporter le poids de la dalle sans fléchir ou se casser. Ils doivent donc être renforcés en haut par un anneau de soutien (un soubassement) ;
- **Des bois résistant aux termites** : la canne ou le bambou ne devraient être utilisés que si la fosse a une durée de vie réduite, c'est-à-dire moins de 2 ans (WEDC, 2015a). Ils sont peu solides et doivent être renforcés par un soubassement qui supportera la dalle ;
- **Du clayonnage** : il désigne tout ouvrage ou claie formés de pieux en bois et de branchages entrelacés servant à soutenir les terres. Ils sont circulaires et façonnés en surface avant d'être installés dans la fosse. Ce sont aussi des revêtements fins qui doivent être renforcés par un soubassement qui supportera la dalle ;

Dans tous les cas, les 0,5 à 1 m supérieurs de la fosse doivent être revêtus (étanchéifiés) et le revêtement doit s'étendre jusqu'à 10 cm environ au-dessus du sol afin d'éviter l'infiltration des eaux de surface dans la fosse.

### **b. Construction de la dalle de défécation**

Les dalles de couverture de la fosse devront être plus larges que le trou qu'elles recouvrent et se poser sur des fondations solides (soubassement) avec un chevauchement d'environ 30 cm. Leur taille et leur forme sont également liées aux dimensions de la superstructure.

Dans les situations d'urgence, divers matériaux peuvent être utilisés pour fabriquer les dalles de latrine. Cependant, il faut prendre en compte les propriétés suivantes : coût, solidité, rigidité, durabilité, propreté, texture de la surface, résistance à l'eau, facilité de fabrication, utilisation de matériaux locaux, réutilisation, impact environnemental. Il y a les :

- **Dalles en bois**

La réalisation de ce type de dalles s'inspire du "Guide pratique pour la construction de latrine à fosse simple" du programme Global Water Initiative en Afrique de l'Ouest (GWI, 2011).

Bois et bambou sont souvent disponibles localement. Idéalement, plus dur est le bois, meilleur il est. Le bois "souple" de certaines espèces d'arbres est susceptible de moisir et d'être affecté par les termites. Ces bois requièrent des traitements chimiques. Un traitement simple consiste, par exemple, à tremper le bois dans de l'huile usagée (huile de vidange).

Des planches rabotées donneront une surface plane, mais le grain du bois peut piéger de la saleté. Les planches sont souvent facilement disponibles et faciles à assembler. Un contre-plaqué hydrofuge est plus durable et lisse mais il peut être plus cher et pas si facilement disponible.

Les dalles peuvent être faites de rondins ou de bambous solides fixés ensemble pour former une plateforme. Les trous entre chaque rondin seront remplis d'argile ou de la boue compactées et lissées pour faire une surface plane. Dans ce cas, des parties des dalles peuvent être doublées de sacs plastiques pour l'imperméabiliser. Cette technique est illustrée sur les images de la figure 3.

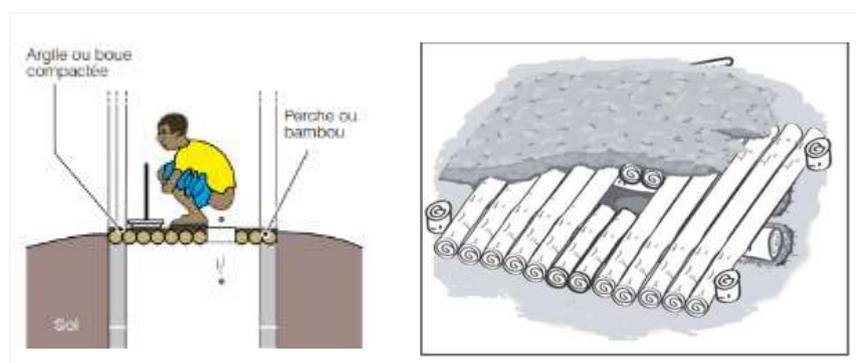


Figure 3: Dalle en rondins, bâton ou bambous avec de l'argile pour remplir les espaces

- **Dalles en plastique**

Les dalles en plastique sont préfabriquées en usine et sont utiles en cas d'intervention dans un contexte d'urgence. Le temps de livraison peut être important. Il est donc important de planifier le temps nécessaire pour les rendre disponibles sur site ou si possible prévoir des stocks de matériels d'urgence. Elles sont légères et résistantes. Le plastique peut avoir une finition lisse pour un nettoyage facile.

Les dalles en plastique peuvent fléchir, elles requièrent donc des travers en-dessous pour donner de la stabilité. Elles sont rectangulaires, soit de petite section (0,8 m x 0,6 m), soit de grande section (1,2 m x 0,8 m). Elles sont posées sur les fosses et fixés au soubassement à l'aide des chevilles métalliques (par exemple).

Ces dalles peuvent être plus petites que les fosses à couvrir, mais le reste de la dalle peut être complété avec tout matériau disponible (bois carrés, ronds ou planches par exemple) et qui respecte les propriétés susmentionnées. Une couche d'argile ou de la terre compactée sera placée autour des dalles afin d'éviter une infiltration directe des eaux de ruissellement, qui rendraient les abords de la latrine instables. La figure 4 illustre cette approche utilisée par ACF au Tchad.

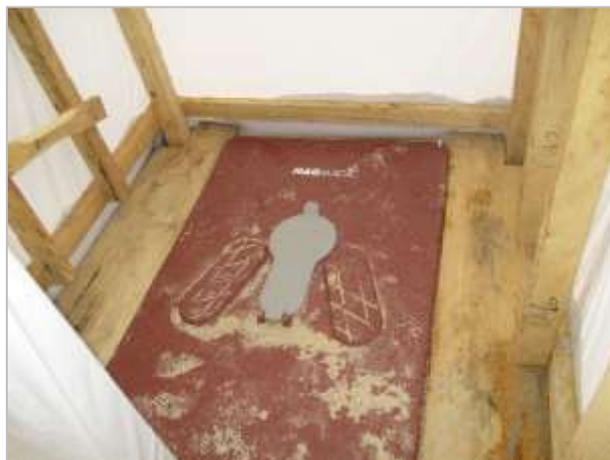


Figure 4: Modèle de dalle en plastique de type MAGMAGIC complétée par des planches en bois

- **Dalles en métal**

Cette option s'inspire du " Dalles de latrine : guide de l'Ingénieur" du Centre de l'Eau, de l'Ingénierie et du Développement, WEDC (2015b). Des bouts de métal de voiture ou de vieux panneaux de signalisation, peuvent être recyclés pour former la base de la dalle avec un traitement antirouille au préalable. Des supports (poutres métalliques ou en bois) peuvent être placés sous la dalle pour la rendre rigide.

- **Dalles en béton armé : Sanplats**

Les dalles en béton armé peuvent être faites en quelques heures mais nécessitent deux à trois semaines avant d'être assez solides pour être utilisées. Une solution consiste à couler la dalle en béton avant la construction de la fosse pour lui laisser le temps de se solidifier suffisamment et d'être prête dès que la fosse est achevée.

Des dalles de haute qualité et préfabriquées appelées Sanplats (Sanitation platform ou plateforme sanitaire) peuvent être utilisées. Les Sanplats sont souvent de forme carrée d'environ 60 cm de côté et pèsent environ 35 kg (WEDC, 2015b), elles peuvent être soulevées par deux personnes. De taille petite telle qu'illustré par les images de la figure 5, ce type de dalle ne couvre pas toute la fosse et le reste de la dalle peut être fait de n'importe quel matériau solide disponible. La mise en place de ces dalles peut se faire en suivant le "Manuel de procédures pour l'installation d'une dalle Sanplat" de l'Organisation Inter Aide (2008) élaboré pour Madagascar.



Figure 5: Modèle de dalle de latrine type Sanplat

### c. Construction de la superstructure

La superstructure est l'abri construit au-dessus de la dalle. Elle assure l'intimité des utilisateurs de la latrine et leur protection vis-à-vis des intempéries. La superstructure devra être légère, solide, réutilisable et déplaçable sur une nouvelle fosse lorsque celle pour laquelle elle aura été conçue est remplie. Les cabines sont de forme spirale-rectangulaire ou spirale-ronde et n'auront pas besoin de porte. Une cabine par dalle de défécation. Les graphes de la figure 6 illustrent bien les formes.

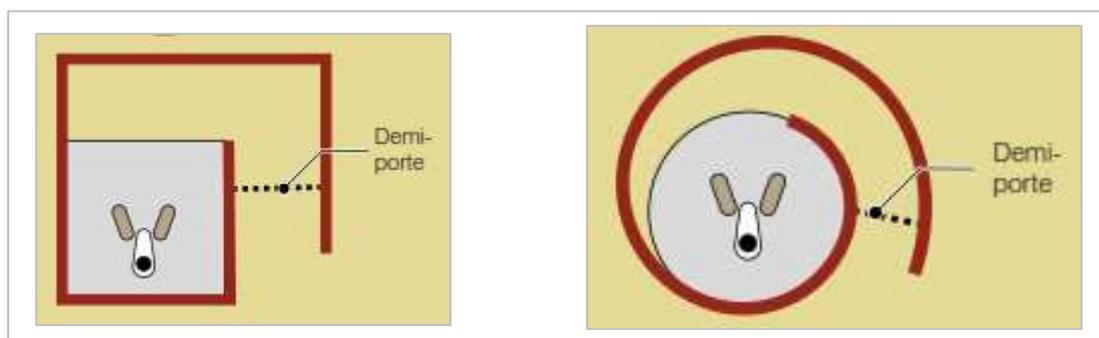


Figure 6: Construction en spirale de la superstructure

Les dimensions de la superstructure sont plus larges que celles de la fosse afin de laisser de l'espace aux personnes pour se mouvoir et pour assister éventuellement les enfants et personnes invalides.

- Si la surface de la cabine est "beaucoup" plus grande que la dalle de couverture, certains peuvent être tentés de se soulager sur le plancher, surtout si les usagers précédents ont souillé le trou de défécation. La hauteur hors sol doit être suffisante (2 m minimum) pour qu'une personne debout ne se sente pas oppressée par le toit s'il y en a. La surface

intérieure de chaque cabine devra normalement être plus grande que 0,8 m de large et 1,2 m de long (WEDC, 2015b).

- L'ossature de la superstructure peut être fabriquée à partir des perches de bambous de grand diamètre placées verticalement (poteaux) dans tous les coins de la superstructure pour former le cadre principal, sur lequel des (trois, par exemple) rangées de plus petits bambous horizontaux sont clouées ou attachées pour liaisonner les éléments verticaux. Les murs sont fixés sur ces rangées. Le bois de sciage aussi peut être utilisé l'ossature.
- Des feuilles de palmiers ou des nattes de bambou, de pailles ou roseaux peuvent être utilisées pour constituer les murs sur le cadre en bambou ou en bois. Toute autre fibre végétale disponible localement pourra être mise en valeur. De manière alternative, on pourra utiliser aussi des matériaux plastifiés (bâches, par exemple), des contreplaqués, des tôles d'acier galvanisé ou d'aluminium.
- On n'a pas absolument besoin d'une porte pour assurer le fonctionnement efficace de ces latrines du fait de la forme spirale de leurs cabines. Cependant, pour diverses raisons, les usagers peuvent avoir envie d'avoir une porte. On peut confectionner une porte (ou une demi-porte) avec de la tôle ondulée, ou des bandes de bambou ou n'importe quel matériau adéquat disponible et qu'on fixe sur l'ossature en bois. De simples rideaux en plastique peuvent suffire lorsque le bois est rare. Ces types des rideaux seront alors fixés aux bois horizontaux supérieurs de la cabine. Ils seront dotés de deux bâtons horizontaux afin que le vent ne les ouvre pas sans cesse. Là où les abris en spirale se sont répandus, on trouve normal de frapper sur la paroi extérieure avant d'entrer pour avertir un éventuel usager en train d'utiliser la latrine. Les gonds peuvent être fabriqués en acier ou avec des bandes découpées de vieux pneus ou de vieilles chaussures. Les portes doivent être d'au moins 0,8 m de large.
- Les superstructures n'ont pas nécessairement besoin d'un toit, bien que celui-ci présente des avantages évidents en fournissant une protection contre le soleil et la pluie. Tous les matériaux suivants peuvent servir à faire la toiture des cabines de latrines : chaume, feuilles de palmier, bardeaux de bois, tôles ondulées d'aluminium ou des matériaux plastiques (bâches). Les éléments de la charpente restent identiques à ceux utilisés pour l'ossature. Il est important de noter que la toiture doit être correctement fixée aux murs, et que ceux-ci doivent être assez solides pour résister à la poussée due aux grands vents. La toiture sera en pente unique avec une pente minimale de 15% orientée vers l'arrière de la cabine ;
- Les latrines sont accompagnées de dispositifs de lavage des mains.

On désigne par matériau local, tout matériau d'origine local, accessible dans la zone de projet et d'un coût presque négligeable (bambou, roseau, paille, chaume, par exemple). Quant au matériau moderne, il est produit à l'usine et souvent importé. Il coûte plus cher concerne les bâches tôles, aciers, par exemple.

Les images de la figure 7 illustrent les modèles de superstructure construits par ACF dans la province du Lac Tchad. Nous avons élaboré dans le cadre de nos travaux, des CCTP pour des latrines d'urgence en matériaux locaux d'une part et matériaux modernes d'autre part. Les plans des latrines d'urgence sont présentés en annexe 4.



Figure 7: Latrine d'urgence: superstructures en matériaux locaux (A) et modernes (B)

### V.7.5 Fiche technique des latrines à fosse simple

A long terme, la latrine à fosse simple est l'une des solutions les plus simples et rapides pour éliminer des excréments. Si elle est correctement conçue et construite, implantée sur un site adéquat et bien entretenue, elle apporte une contribution significative à la prévention des maladies féco-orales. La réalisation de la latrine consiste à :

- Préparer l'emprise de la fosse comme décrit dans les travaux préparatoires (V.5.2) ;
- Délimiter la surface de la base (fondation) de l'ouvrage comme illustré sur les plans ;
- Excaver la plate-forme de la base et la tranchée comme illustré sur les plans en annexe 5. Les abords de la tranchée doivent être aussi droits que possible afin d'obtenir des surfaces en béton relativement lisses par la suite ;
- Préparer les fers à béton (acier à haute adhérence) nécessaires et les installer dans l'excavation de la base d'après les plans. Des armatures verticales seront insérées (tous les

2 m, par exemple) afin de maintenir en place les fers à béton horizontaux durant le coulage du béton ;

- Préparer et couler le béton ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) à l'intérieur de l'excavation de la base suivi d'un vibrage ;
- Creuser la fosse au sein de la base, après avoir laissé la cure du béton agir pendant au moins 3 jours. On ne creusera pas sous la base. La profondeur maximale recommandée de la fosse est limitée à 2,5 m et son fond doit être au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique ;
- Installer verticalement des tôles métalliques ondulées perforées dans la fosse afin de stabiliser les parois, avec un léger chevauchement, enfoncées de 0,2 m dans le sol et fixées à la base en béton (comme illustré sur les plans). Si le sol est instable, les parois seront alors protégées par de la maçonnerie ;
- Réaliser une dalle en béton armé de taille standard avec un trou de défécation et des repose-pieds ou siège. Prévoir un couvercle en béton ou en métal pour le trou, de préférence relié à la dalle au moyen de « charnières » résistantes ;
- Installer une dalle préfabriquée en béton armé avec son couvercle sur la base en béton de la fosse après l'avoir laissé reposer pendant au moins 3 jours. Pour assurer un bon ancrage, la dalle doit être fixée à sa base (chevauchement d'au moins 10 cm) avec une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur ;
- Si la zone est sujette d'ensablement, on pourra surélever la dalle par rapport au sol ;
- Construire autour de la dalle une superstructure en maçonnerie. Elle assure l'intimité des utilisateurs de la latrine et leur protection vis-à-vis des intempéries. La superstructure sera en maçonnerie et sera équipée de porte ;
- Il peut s'avérer nécessaire de couvrir la superstructure d'une toiture, surtout que celle-ci présente des avantages évidents en fournissant une protection contre le soleil et la pluie. La toiture sera en pente unique avec une pente minimale de 20% orientée vers l'arrière de la cabine ;
- Réaliser un canal de drainage autour de la fosse pour l'évacuation des eaux de ruissellement, de manière à préserver ses parois de la fosse contre l'érosion ;
- Prévoir des installations de lavage des mains au savon à proximité des latrines.

La méthode de construction décrite ci-haut permet de construire une batterie de latrines à fosse simple pouvant intégrer six (06) dalles maximum (soient six cabines) (MSF, 2010). C'est une méthode sûre pour tous les types de sols afin de prévenir l'affaissement des

(longues) fosses rectangulaires. Même si le sol arrivait à s'effondrer dans la fosse, la base en béton armé et les dalles resteront en place, évitant des blessures corporelles.

Une alternative pour tous les types de sols réside dans la construction d'une fosse circulaire individuelle, ce qui est moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Si nécessaire (et certainement pour les sols constitués de sable), la fosse circulaire peut être revêtue à l'aide d'une ou plusieurs buses en béton armé. Une autre alternative consiste à maçonner intégralement la fosse rectangulaire ou circulaire. Dans les sols instables, la fosse (unique) devra être soutenue par des étais durant les travaux ou faire l'objet d'une excavation conique.

Dans le cadre de cette étude, des CCTP ont été conçus pour des latrines à fosse simple rectangulaire (une cabine) et des latrines à fosse simple circulaire (une cabine). Leurs plans sont présentés dans l'annexe 3.

#### V.7.6 Fiche technique des latrines améliorées à fosse ventilée (VIP)

La latrine VIP surclasse la latrine à fosse simple (V.7.5) via quelques caractéristiques spécifiques. Ainsi, elle utilise le déplacement d'air dans son tuyau de ventilation pour chasser les gaz de la fosse et donc produire moins de nuisances dues aux odeurs. Les mouches essayant de quitter la fosse sont attirées par la lumière au sommet du tuyau de ventilation mais meurent car le treillis les empêche de partir. La latrine VIP constitue donc aussi un excellent piège à mouches. Le modèle décrit ci-dessous s'inspire de celui de MSF (2010).

- Préparer l'emprise de la fosse comme décrit dans les travaux préparatoires (V.5.2) ;
- Délimiter la zone d'excavation d'après les dimensions externes de la fondation, comme illustrée sur les plans en annexe ;
- Creuser la fosse. Les abords de la tranchée doivent être maintenus aussi droits que possible. Le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,50 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique ;
- Aménager, dans la fosse excavée, un ensemble de tranchée de 0,25 m de profondeur devant recevoir la semelle (filante) en béton armé dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>.
- Couler la semelle en béton armé tout en prévoyant des armatures en attente pour les porteurs verticaux (poteaux). Le béton sera mis en œuvre en suivant les dispositions décrites dans la section V.12 ;

- Réaliser au-dessus de la fondation (après une cure de 3 jours minimum), des parois à joints ouverts (murs ajourés) ainsi que les murs de séparation étanches (murs pleins) divisant la fosse en plusieurs compartiments. Les parois et les murs de séparation seront faites en blocs de ciment (parpaings) ou à l'aide d'une double couche de briques en terre cuite ;
- La porosité de murs ajourés (pour drainer les liquides par les côtés) peut être obtenue en laissant certains des joints verticaux des murs ouverts (sans mortier). On note qu'il est préférable d'avoir un grand nombre de petits trous (verticaux) qu'un petit nombre de grands trous. Car les grands trous peuvent laisser la terre située derrière le revêtement tomber dans la fosse, créant des vides qui peuvent conduire à l'effondrement de la fosse (WEDC, 2015a). Les premiers 0,5 à 1 m supérieurs des murs de revêtement (parois) de la fosse représentent un anneau étanche empêchant les eaux de surface et les animaux fouisseurs (rats, souris, lapins, etc.) d'entrer dans la fosse ;
- Réaliser les porteurs verticaux en béton armé ainsi que le chaînage au-dessus des parois et des murs de séparation ;
- Installer des dalles sur le chaînage précédemment coulé et laissé durcir au moins 3 jours. Pour assurer une bonne assise, chaque dalle doit présenter un chevauchement adéquat avec les parois et les murs de séparation (respectivement 0,15 m et 0,075 m) sur tout son pourtour et être fixée via une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur. Il y a trois types de dalles :
  - ✓ **Dalles de défécation** : elles sont préférentiellement coulées en place et comportent chacune un trou de défécation et deux repose-pieds par compartiment. Ce sont sur ces dalles que sera construite la superstructure.
  - ✓ **Dalles de vidange** : ce sont de petites dalles préfabriquées et amovibles munies de poignées à leurs côtés pour faciliter leur manutention.
  - ✓ **Dalles de ventilation** : ce sont de petites dalles comportant chacune un trou adapté au tuyau de ventilation de diamètre disponible. Elles sont préfabriquées.
- Remblayer l'espace entre les parois de la fosse et le trou excavé avec du gravier si possible (partie en murs ajourés/poreux) et de la terre compactée (partie en murs pleins et du chaînage en béton armé) ;
- Si la zone est sujette d'ensablement, on pourra surélever la dalle par rapport au sol ;
- Ajouter une couche imperméable (mortier ou argile) contre la partie hors-sol du chaînage ;
- Construire nécessairement au-dessus des dalles de défécation, une superstructure en maçonnerie. Le nombre de cabines correspond à celui des dalles de défécation ;

- Equiper la superstructure de portes. Ces portes seront pleines sur leur toute hauteur sauf leur partie supérieure extrême où on réalisera un grillage rectangulaire de section minimale de 0,15 m<sup>2</sup> pour l'aération de la cabine (principe VIP). Les mailles ne devront pas laisser passer les mouches (ouvertures comprises entre 1,2 mm et 1,5 mm) (R. Franceys et al., 1995) ;
- Couvrir la superstructure d'une toiture. Celle-ci aura en pente unique avec une pente minimale de 20% orientée vers l'arrière de la cabine ;
- Installer les tuyaux de ventilation (principe VIP) sur les dalles prévues à cet effet. Ils seront idéalement en PVC de diamètre 150 mm ou 110 mm minimum. Les tuyaux devront être fixés à la cabine avec les bouts supérieurs dépassant de 0,50 m minimum la toiture (le faîte). Leurs bouts inférieurs doivent être au ras du niveau inférieur des dalles;
- Le bout supérieur de chaque tuyau est couvert avec un piège à mouches en acier inoxydable, aluminium ou fibre de verre revêtue de PVC, matériaux qui supportent mieux la température, le rayonnement solaire et les gaz très corrosifs émanant des latrines. Si aucun de ces matériaux n'est disponible, on optera en dernier recours pour un treillis métallique peint. Les pièges seront fixés aux événements avec des fils de fer. La maille du grillage anti-mouche doit être comprise entre 1,2 mm et 1,5 mm ;
- Réaliser un canal de drainage autour de la fosse pour l'évacuation des eaux de ruissellement, de manière à préserver ses parois contre l'érosion ;
- Prévoir des installations de lavage des mains au savon à proximité des latrines.

Cette méthode permet de construire les batteries de latrines comportant jusqu'à 6 dalles de défécation (VIP) avec une profondeur de fosse maximale de 3 m (MSF, 2010). Pour les fosses de plus de 3 m de profondeur, il est recommandé de couler un chaînage intermédiaire à mi-hauteur des parois de la fosse. Les latrines VIP uniques (d'une cabine) peuvent aussi être réalisées selon la même méthode.

Dans le cadre de ces travaux, il a été retenu et conçu des CCTP pour les latrines VIP à deux et à trois cabines. Leurs plans sont présentés en annexe 6.

#### V.7.7 Fiche technique des latrines améliorées à double fosses ventilées alternées

Afin d'économiser à long terme de l'espace et de l'argent, les latrines à double fosses peuvent être utilisées dans les endroits requérant des toilettes durables (ménages, lieux publics, structures de santé, etc.). Elles génèrent aussi un bon amendement de sol. Ce type de latrine se construit sur une fosse maçonnée aux murs ajourés, divisée en deux par un mur de séparation

fermé. Comme les deux fosses sont utilisées en alternance, elles peuvent être vidées en toute sécurité et réutilisées. Ce système est donc permanent et particulièrement approprié pour les situations stabilisées. Pour les installations collectives, plusieurs fosses peuvent être construites en série.

La construction d'une latrine à double fosse est très similaire à celle d'une batterie de latrines VIP avec deux compartiments (V.7.6). Cependant, sa structure présente quelques spécificités décrites ci-dessous :

- Chaque compartiment de la fosse doit avoir une capacité de stockage suffisante pour durer au moins 2 ans, période durant laquelle tous les agents pathogènes seront certainement éliminés (biodégradation). Alors les produits de la décomposition peuvent être manipulés et la fosse vidée ;
- Leurs dimensions doivent être adaptées afin de permettre un accès aisé à chaque fosse durant la procédure de vidange. Les dimensions extérieures pour les parois de la latrine à double fosses sont de 2,89 m x 2,3 m pour autant que cela permette de maintenir le fond de la fosse à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. Pour ces dimensions des parois, la surface externe de la fondation mesure 3,04 m x 2,45 m. Le chaînage doit inclure une poutre centrale capable de soutenir les dalles de latrines de tailles standard ;
- Deux dalles de défécation de taille standard peuvent être utilisées, les tuyaux de ventilation se situant en dehors de la superstructure. Une alternative consiste à couler une grande dalle in situ sur toute la surface destinée à la superstructure. Le trou de défécation non utilisé doit être temporairement fermé par un couvercle solidement fixé (au mortier, par exemple) pendant que l'autre est en service ;
- Il conviendra de couler 6 petites dalles en béton armé par latrine à doubles fosse. Pour les dimensions des parois mentionnées, chaque dalle mesure 1,45 m x 0,35 m :
  - ▶ 4 dalles standard de ventilation munies de poignées sur leurs extrémités ;
  - ▶ 2 dalles avec un trou de ventilation chacune adapté au tuyau de ventilation disponible (idéalement un tuyau PVC de diamètre 150 mm, ou 110 mm) ;
  - ▶ Les dalles devront être fixées sur les parois de la fosse au moyen de mortier ;
- Les tuyaux de ventilation devront être ancrés à l'extérieur de la superstructure afin de ne pas être emportés en cas de vents violents. S'ils sont exposés au soleil, les tuyaux de couleur sombre faciliteront la circulation d'air durant les jours peu venteux.

Les plans de ce type de latrine sont présentés dans l'annexe 7.

## V.8 Infrastructures d'évacuation des eaux usées

L'hygiène générale joue un rôle important pour réduire la propagation de certaines maladies, et donc la morbidité, voire la mortalité. Les douches offrent des installations adéquates pour l'hygiène corporelle et les aires de lavage pour faire la lessive ou la vaisselle sans que cela n'entraîne des risques environnementaux pour la santé des bénéficiaires (eau stagnante par exemple).

### V.8.1 Emplacement et implantation géographique des douches

Les douches doivent être situées à proximité des habitations ou bâtiments (de structures de santé), soit d'environ 10 m à 250 m et d'un point d'eau d'environ 50 m (ACF, 2006) afin d'améliorer le confort d'utilisation et surtout de réduire les risques de violences sexuelles. Ce site doit avoir suffisamment d'espace et de capacité pour permettre l'infiltration d'eaux usées. L'emplacement devrait permettre une entrée discrète dans la douche (pas au milieu d'une cour publique, par exemple). Par souci d'intimité, on devra éviter aussi les zones en hauteur (monticule de terre excavée, par exemple) à proximité des douches.

### V.8.2 Fiche technique des douches d'urgence pour l'hygiène corporelle

Les douches sont constituées d'aire cimentée avec une pente conduisant les eaux de douches à un tuyau/canal d'évacuation vers une fosse ou un puits perdu. Les douches proposées dans le cadre de notre étude sont des possibilités parmi tant d'autres. Dans tous les cas, les douches devront être adaptées aux habitudes des utilisateurs. Le modèle destiné aux situations d'urgence et inspiré de celui de MSF (2010) est décrit ci-après :

- Préparer l'emprise de la fosse comme décrit dans les travaux préparatoires (V.5.2) ;
- Délimiter la zone sur au moins 2,5 m x 2,2 m. Ces dimensions permettent de réaliser une douche de deux cabines, avec un canal de drainage à l'arrière ;
- Creuser un peu plus en arrière afin de préparer le canal de drainage ouvert ;
- Creuser des trous d'une profondeur supplémentaire de 0,4 m à proximité des coins et au centre de la zone, en forme de spirale comme illustré sur le graphique de l'annexe 8 ;
- Ancrer des tuyaux en plastique dans les trous. Ils doivent saillir verticalement du sol sur au moins 0,3 m. Ces trous faciliteront l'insertion des poteaux de la superstructure à un stade ultérieur ;

- Réaliser un coffrage pour la dalle au sol et le canal de drainage, au moins 0,1 m au-dessus du sol. Une alternative consiste à n'utiliser que l'excavation en tant que coffrage puis à construire des bordures protectrices sur les côtés de la dalle et du canal de drainage ;
- Préparer la zone excavée pour le coulage du béton. Si l'on rencontre :
  - ✓ Un sol instable, répandre une couche de sable et de gravier sur toute la zone suivi d'un bon compactage ;
  - ✓ Un sol stable et perméable, placer un film plastique sur toute la zone excavée, y compris les abords et le coffrage ;
  - ✓ Un sol stable et imperméable, aucune mesure particulière n'est requise ; sauf si la zone excavée est profonde et requiert un remblayage au moyen d'une couche compactée de sable et de gravier ;
- Préparer et couler du béton maigre ( $150 \text{ kg/m}^3$ ) afin de façonner la dalle au sol et le canal de drainage. Le béton est mis en œuvre en suivant les dispositions décrites dans la section V.12. Quand le béton commence à prendre, on réalisera sur la dalle une pente de 1 à 4% maximum vers le canal ouvert, qui requiert lui-même une pente perpendiculaire de 1,5%. La surface doit être lisse : cela facilite le drainage des eaux usées. Toutefois, elle ne doit pas être glissante car pouvant causer des accidents ;
- Raccorder la douche via un grillage à un système d'infiltration tel qu'un puits perdu (V.11.6) ;
- Réaliser une superstructure à l'aide de poteaux (rondins, bois de sciage ou bambous) et d'une bâche en plastique ou d'un autre matériau local (tel que décrit pour les latrine d'urgence dans la section V.7.4). Il est vivement recommandé d'installer un toit au-dessus des douches, avec un drainage distinct pour éviter une évacuation excessive d'eau de pluie par le système d'infiltration qui finirait par se saturer et se colmater.

Le nombre de douches requises dans le cadre d'une intervention dépend du nombre potentiel d'utilisateurs (1 douche par 40 personnes). Des douches séparées peuvent s'avérer nécessaires pour les deux sexes. Le personnel dans les structures de santé (s'il y en a) devrait disposer de ses propres douches, séparées des installations destinées aux patients et visiteurs. Un mur ou écran non transparent face à l'entrée des douches renforce l'intimité. Nous avons conçu les CCTP pour les douches d'urgence en matériaux locaux d'une part et en matériaux modernes de l'autre. Les plans proposés sont accessibles dans l'annexe 8.

### V.8.3 Fiche technique des douches durables pour l'hygiène corporelle

Les douches durables pour les situations stabilisées sont également constituées de surface cimentée avec une pente conduisant les eaux à un canal d'évacuation (V.11.4) vers un puits perdu (V.11.6), éventuellement via un bac dégraisseur (V.11.5). L'aménagement de la dalle au sol suit la même démarche que celle d'une douche d'urgence décrite plus haut (V.8.2). Cependant, la superstructure est analogue à celle des latrines VIP (V.7.6) et est construite en matériaux durables (briques en terre cuite, bloc de ciment, etc.).

Le modèle de douches durables retenu permet de construire des douches de 10 cabines maximum par bloc (ACF, 2010). Nous avons élaboré des CCTP pour les douches à une cabine, deux cabines et trois cabines. Leurs plans sont en annexe 9.

### V.8.4 Fiche technique des aires de lavage

#### a. Emplacement et implantation géographique

L'aire de lavage doit être située à proximité des habitations ou bâtiments (structure de santé) et d'un point d'eau propre et pérenne afin d'améliorer le confort d'utilisation et surtout de réduire les risques de violences sexuelles. Il pourrait se situer au voisinage de sources ou le long de cours d'eau en aval de la communauté ou d'un camp. Le site doit avoir suffisamment d'espace et de capacité pour permettre l'infiltration d'eaux usées.

#### b. Conception et construction

L'aménagement des aires de lavage doit être adapté aux habitudes de la population, surtout en ce qui concerne la position généralement adoptée par les femmes pour laver (accroupies ou debout, par exemple). Le modèle retenu dans notre étude et décrit ici repose sur le mode de construction le plus simple possible et s'inspire de ceux d'ACF (2006) et de MSF (2010) :

- Préparer l'emprise de la fosse comme décrit dans les travaux préparatoires (V.5.2) ;
- Délimiter la zone. Une zone de 1,5 m x 1 m doit être considérée comme l'espace minimum requis pour la lessive/vaisselle d'un utilisateur. Une largeur plus importante accroîtra le confort des de l'utilisateur individuel, tandis que la longueur totale est liée au nombre potentiel d'utilisateurs simultanés. On tient toutefois compte du fait que plus la dalle en béton sera grande, plus elle risquera de se fissurer. Il vaut donc mieux construire

plusieurs aires de lavage de taille raisonnable (4 m de longueur, par exemple, soit pour 8 usagers simultanés) au lieu d'une seule très grande (MSF, 2010) ;

- Préparer la zone excavée pour le coulage du béton. Si l'on rencontre l'un des types de sol mentionnés dans la section V.8.2, on apportera la solution convenable ;
- Préparer et couler du béton maigre ( $150 \text{ kg/m}^3$ ) afin de réaliser la dalle à double pente et un canal de drainage. Le béton est mis en œuvre en suivant les dispositions décrites dans la section V.12. Lorsqu'il commence à prendre, on créera sur toute la longueur de la zone, deux pentes de 4% maximum menant au canal de drainage central, lequel requiert une pente perpendiculaire de 1,5% (la direction des pentes est indiquée par les flèches sur les plans (annexe 10). La surface devra être lisse sans toutefois devenir glissante ;
- Réaliser sur le pourtour de la dalle en béton, une bordure protectrice en briques de terre cuite ou en blocs de ciment ou en béton, en laissant une ouverture au niveau du canal central. La bordure protectrice doit se dresser au moins 0,1 m au-dessus du sol ;
- Réaliser un collecteur simple et ouvert à l'extrémité du canal de drainage central ;
- Recouvrir toutes les surfaces de la bordure protectrice et du collecteur (au cas où ils ne sont faits en béton) de deux couches lisses d'enduit de ciment (chacune de 10 mm d'épaisseur) ;
- Raccorder le collecteur de l'aire de lavage, via un bac dégraisseur (V.11.5) à un système d'infiltration tel qu'un puits perdu (V.11.6). Pour éviter que les tuyaux de raccordement entre les installations de traitement des eaux usées ne soient obstrués par des fragments (de déchets) volumineux, il convient d'installer un grillage à l'intérieur du collecteur ;
- Installer de préférence un toit au-dessus de l'aire de lavage, avec un système de drainage de récupération des eaux de pluie et/ou un drainage distinct ;
- Clôturer la zone pour empêcher les animaux d'y accéder.

Si les gens préfèrent rester debout pour faire leurs lessives ou vaisselles, il faudra réaliser un baquet en béton surélevé facile à vider, ou une dalle surélevée (à mi-hauteur d'une table, par exemple). Il arrive aussi que les vêtements ou vaisselle soient lavés dans un bassin ou un fût de 200 litres coupé en deux. Il convient d'accorder une attention particulière à la conception des aires de lavage utilisées par des femmes enceintes et/ou des personnes à mobilité (temporairement) réduite. Souvent, ces personnes seront incapables de s'accroupir, de sorte que des dispositifs (légèrement) surélevés avec une possibilité pour s'asseoir, d'éventuelles mains courantes et un espace suffisant peuvent s'avérer nécessaires.

Les aires de lavage peuvent intégrer des fils de séchage (corde à linges), afin d'éviter que les

gens ne posent leurs vêtements sur le sol pour les faire sécher. Les plans des aires de lavage retenues dans notre étude sont présentés dans l'annexe 10.

## V.9 Association d'infrastructures d'élimination des excréta et d'évacuation des eaux usées

Dans le cadre de notre mission, des Cahiers des Clauses Techniques Particulières pour les marchés de construction incluant à la fois des latrines et des douches en urgence et en développement ont été élaborés. Leur conception et construction suivent les instructions des fiches techniques desdites installations décrites dans les sections précédentes.

Les douches sont totalement séparées des latrines afin d'éviter toute confusion dans leur utilisation. On prendra en compte les aspects de genre et d'âge dans les projets d'infrastructures. Des installations sont dans ce cas séparées pour les deux sexes (femmes/hommes), suivant les âges (adultes/enfants) et adaptées aux personnes à mobilité réduite. Le personnel des structures de santé doit disposer de ses propres toilettes séparées de celles destinées aux patients et visiteurs.

## V.10 Infrastructures d'élimination des déchets médicaux

Les infrastructures considérées dans notre étude pour le traitement des déchets médicaux sont : les réducteurs de volumes (V.10.1), les incinérateurs (V.10.2), les fosses à résidus (V.10.3), les fosses à objets Piquants/Tranchants/Coupants (V.10.4) et les fosses à déchets organiques (V.10.5). Toutes ses installations sont placées dans un endroit appelé "zones de déchets".

### V.10.1 Fiche technique d'un réducteur de volume temporaire

Dans une situation d'urgence aiguë, il est important de réduire considérablement le volume des déchets brûlables générés dans les structures de santé avant leur élimination finale dans une fosse à résidus (cendres). Cet objectif peut être concrétisé avec efficacité par un « réducteur de volume ou brûleur temporaire ». Le modèle retenu et décrit ci-dessous est basée sur celui conçu par MSF (2010).

#### a. Emplacement et implantation géographique

Le réducteur de volume temporaire sera installé dans la zone de déchets, à un endroit où la fumée n'incommodera pas les services de santé ni la population avoisinante. Il devra se situer

à plus de 30 m des points d'eaux souterrains et à plus de 150 m des services des soins aux patients et/ou d'autres bâtiments, où les toits sont ininflammables et où aucun matériau inflammable n'est stocké dans un rayon de 30 m, et dans une zone sans risque d'inondation. La hauteur de cheminée requise dépendra des obstacles environnants (constructions et végétation, par exemple), de sorte que sa sortie devra normalement se situer au-dessus d'eux.

### **b. Conception et construction**

- Se procurer un fût métallique de 200 litres ;
- Découper son couvercle supérieur sur environ 2/3 de son périmètre. La partie découpée sera conservée car elle servira de trappe de chargement ;
- Découper un trou dans la partie restante du couvercle supérieur. Ses dimensions doivent être adaptées au diamètre de la cheminée qui sera installée (minimum 100 mm) ;
- Découper un panneau d'environ 0,4 m de large et 0,25 m de haut dans la partie inférieure du cylindre du fût. Cette partie découpée aussi sera conservée car elle servira de porte d'allumage et d'évacuation des cendres ;
- Préparer une plaque métallique d'une longueur égale à la hauteur interne du fût et d'une largeur identique à la partie rectiligne de la trappe de chargement ;
- Perforer la plaque métallique sur toute sa surface au moyen de trous de 10 mm espacés d'environ 20 mm ;
- Travailler tous les abords tranchants du fût, de la trappe de chargement, de la porte frontale d'allumage et de la plaque perforée de sorte qu'ils ne blessent pas l'utilisateur ;
- Glisser la plaque perforée dans le fût et la fixer de manière à le diviser en deux chambres de volumes différents ;
- Fixer la trappe de chargement au sommet du fût à l'aide d'un mécanisme de charnières (par exemple de solides charnières de 50 mm minimum) et installer une poignée afin qu'elle puisse être ouverte et fermée aisément. La poignée doit être conçue de telle sorte que la trappe de chargement ne puisse pas pivoter vers l'intérieur du fût ;
- Attacher la porte frontale au bas du fût à l'aide d'un mécanisme de charnières puis installer une poignée conçue de manière à pouvoir être fixée au cylindre du fût ;
- Découper un grillage métallique rigide aux mêmes dimensions que la section transversale interne de la grande chambre (face à la plaque métallique perforée), et le fixer horizontalement à environ 0,2 m du fond du fût. Ce grillage séparera les déchets brûlables de la section « cendres » du réducteur de volume ;

- Enfin, bien fixer la cheminée sur le trou réalisé dans le couvercle supérieur du fût. Elle doit mesurer au moins 2 m de haut et être pourvu d'un chapeau.

Ce dispositif est aussi réservé aux centres de santé situés en zones enclavées et disposant d'une nappe phréatique à très faible profondeur. Il est dimensionné pour des productions journalières des déchets de moins de 10 kg. On pourra multiplier le nombre en fonction de la production journalière de déchets. La température d'incinération ne dépasse pas 200°C.

Un baril de métal constitue un incinérateur aisé à construire, mais le métal devient plus sensible à la corrosion avec la chaleur. Il est recommandé de construire un incinérateur en briques pour une utilisation de plus longue durée (V.10.2). Les graphiques du réducteur de volume sont dans l'annexe 11 du présent document.

### V.10.2 Fiche technique d'un incinérateur permanent (type De Montfort)

C'est une solution à long terme pour le traitement des déchets médicaux (solides) brûlables. Par rapport à un réducteur de volume temporaire, un incinérateur permanent est généralement fondé sur un système d'auto-combustion et permet non seulement de réduire le volume des déchets, mais aussi de rendre les résidus solides et les fumées plus décontaminés (exempts d'agents pathogènes) et moins nuisibles (résidus solides non reconnaissables et émissions de gaz les moins toxiques possibles) (MSF, 2010).

Il existe plusieurs types d'incinérateurs des déchets médicaux, qui vont des centrales très élaborées équipées de nombreux dispositifs antipollution à des appareils rudimentaires autonomes et relativement peu coûteux qu'il est possible d'installer dans l'enceinte des structures de santé ou au niveau périphérique (OMS, 2003). Il est retenu dans le cadre de ces travaux l'incinérateur de type « De Montfort », plus économique et efficace, pouvant être construits localement dans presque tous les pays en voie de développement. Dans la famille des incinérateurs « De Montfort », le modèle choisi dans la présente étude est le modèle « 8a » (Mark 8a) recommandé pour plusieurs usages et contextes dans lesquels les facilités de fabrication sont très limitées et où le coût doit être réduit au minimum (Jim Picken, 2004). La figure 8 donne une illustration du modèle « Mark 8a ».

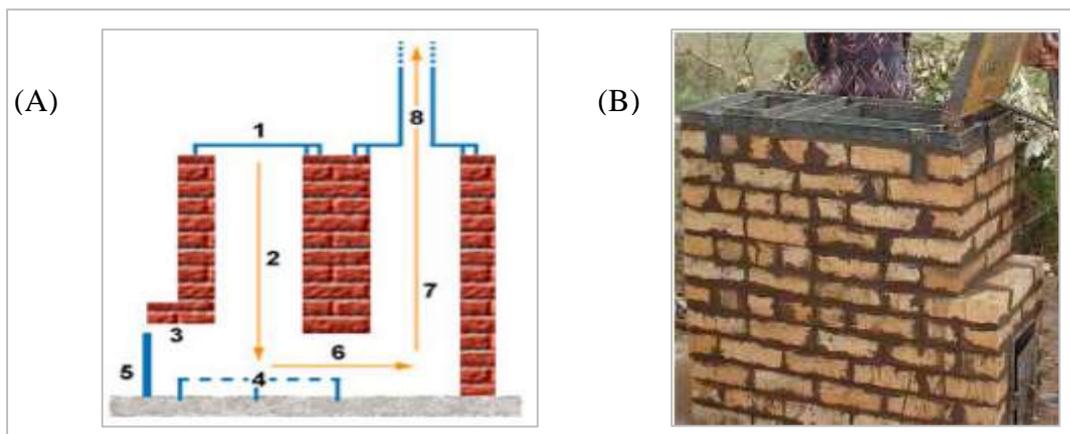


Figure 8: Incinérateur De Montfort Mark 8a : (A) Coupe, (B) Construction

Cet incinérateur est constitué de briques thermorésistants et d'éléments métalliques préformés qui peuvent être fabriqués sur place ou importés. La structure est assemblée et construite sur place avec du ciment Portland ou du ciment réfractaire.

L'incinérateur De Montfort (Figure 8.A) dispose d'une chambre de combustion primaire (2) et d'une chambre de combustion secondaire (7). On accède au brûleur de la chambre primaire par une porte (5) sur le devant qui laisse passer l'air (3) et permet à l'opérateur d'allumer le feu et de nettoyer les cendres. Les déchets médicaux sont introduits par une trappe de chargement (1) qui se trouve au-dessus de la chambre primaire. La chambre secondaire, inaccessible à l'opérateur, est séparée de la chambre primaire par une cloison de briques avec une ouverture (6) vers le bas pour créer un appel d'air au cours de l'opération. L'air se mélange avec les gaz partiellement brûlés de la chambre primaire et provoque une combustion secondaire. Une cheminée (8) de 4 à 6 m, montée au-dessus de la chambre de combustion secondaire, permet l'évacuation des gaz à l'air libre. La démarche de construction de cet ouvrage suit les instructions de la "Documentation de la construction de l'incinérateur De Montfort Mark 8a" du Professeur D.J. Picken (2004).

Ce type d'incinérateur bien construit, répond aux caractéristiques suivantes :

- Utilisation : incinération de déchets médicaux d'un hôpital de 300 lits maximum ;
- Capacité d'incinération (poids/temps) : 12 kg/heure ;
- Cycle (temps/chargement) : 240 minutes/continu ;
- Température de brûlure (basse/élevée) : 600°C – 800°C ;
- Durée de vie moyenne : 3 – 5 ans (peut aller jusqu'à 10 ans) ;

- Combustible (source d'énergie) : papier/carton sec, petit bois, écorces de noix de coco, gasoil, pétrole lampant ;
- Consommation d'énergie : 2 litres de pétrole lampant par cycle + papier d'allumage ;
- Aspiration/ventilation : naturelle ;
- Cheminée : hauteur du conduit 4 – 6 m.

Sur le plan technique, les incinérateurs De Montfort ont été construits dans nombre de pays par un large éventail d'organisations, notamment l'OMS, l'UNICEF, le MSF, etc. On estime aujourd'hui qu'il y a plus de 1000 incinérateurs De Montfort en Afrique, en Asie centrale, en Asie du Sud et Sud-Est et en Europe de l'Est (D.J. Ricken, 2004). Les plans type de l'incinérateur De Montfort Mark 8a sont joints en annexe 12.

### V.10.3 Fiche technique d'une fosse à résidus (cendres)

La combustion de déchets brûlables dans un réducteur de volume temporaire ou un incinérateur durable génère des cendres et quelques résidus non brûlés, d'où la nécessité d'une méthode d'élimination finale appropriée. La fosse à cendres est un dispositif simple et efficace pour ces résidus, qui répond en outre au principe de l'élimination finale sur site. Une simple fosse dotée d'une dalle temporaire peut suffire pour les urgences aiguës. Une solution à plus long terme telle que décrite ci-dessous sera toutefois requise pour les urgences chroniques et les situations stabilisées.

#### a. Capacité de la fosse

La fosse à cendres sera assez grande pour contenir quelques années de résidus d'incinération sans être vidée. La capacité de la fosse est fonction de la quantité de résidus à évacuer d'après le volume moyen de déchets brûlables générés sur la base d'une périodicité déterminée. Après une combustion correcte, le volume de résidus devrait représenter moins de 10% du volume du volume original. La durée de vie suggérée est d'au moins deux ans (MSF, 2010).

Les résidus d'une incinération pèsent environ 0,5 kg. Une fosse de 2,5 m<sup>3</sup>, soit de 1 m côté et 2,5 m de profondeur sera suffisante. Elle sera fermée quand le niveau de résidus arrive à 0,3 m sous la dalle de couverture.

#### b. Conception et construction

L'emplacement approprié de la fosse à résidus est la zone de déchets. La fosse à résidus est creusée à proximité de l'incinérateur / du réducteur de volume. Sa réalisation est similaire à

celle d'une latrine à fosse simple (V.7.5) et consiste à :

- Préparer l'emprise de la fosse à cendres comme décrit dans les travaux préparatoires ;
- Délimiter la surface de la base (fondation) de l'ouvrage comme illustré sur les plans ;
- Excaver la plate-forme de la base et la tranchée comme illustré sur les plans. Les abords de la tranchée doivent être maintenus aussi droits que possible afin d'obtenir des surfaces en béton relativement lisses par la suite ;
- Préparer les fers à béton (acier à haute adhérence) nécessaires et les installer dans l'excavation de la base d'après les plans. Des armatures verticales seront insérées (tous les 2 m, par exemple) afin de maintenir en place les fers à béton horizontaux durant le coulage du béton ;
- Préparer et couler le béton ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) à l'intérieur de l'excavation de la base suivi d'un vibrage ;
- Creuser la fosse à résidus au sein de la base, après avoir laissé la cure agir pendant au moins 3 jours. On ne creusera pas sous la base en béton. La profondeur maximale de la fosse est limitée à 2,5 m, et son fond doit être au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique ;
- Installer verticalement des tôles métalliques ondulées perforées dans la fosse afin de stabiliser les parois, avec un léger chevauchement, enfoncées de 0,2 m dans le sol et fixées à la base en béton (comme illustré sur les plans). Si le sol est instable, les parois seront alors protégées par de la maçonnerie ;
- Réaliser une dalle en béton armé de taille standard avec un trou de remplissage carré d'environ 0,3 m x 0,3 m. Il faut prévoir un couvercle en béton ou en métal pour le trou, de préférence relié à la dalle au moyen de « charnières » résistantes ;
- Installer la dalle préfabriquée avec son couvercle sur la base de la fosse à résidus après l'avoir laissé reposer pendant au moins 3 jours. Pour assurer un bon ancrage, la dalle doit être fixée à sa base (chevauchement d'au moins 10 cm) avec une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur ;
- Réaliser un canal de drainage autour de la fosse pour l'évacuation des eaux de ruissellement, de manière à préserver ses parois de l'érosion.

Les plans de la fosse à résidus sont présentés dans l'annexe 13.

#### V.10.4 Fiche technique d'une fosse à objets Piquants/Tranchants/Coupants (PTC)

Les objets piquants/tranchants/coupants (PTC) sont classés parmi les déchets médicaux les plus dangereux. Les PTC métalliques ne fondent pas dans un incinérateur à auto-combustion, ils restent tranchants et parfois même contaminés si la combustion n'inactive pas les micro-organismes thermorésistants. Les objets PTC en verre, quant à eux, peuvent exploser dans le feu et donc créer un danger pour l'opérateur et/ou endommager l'incinérateur. Une fosse à déchets PTC est un dispositif simple, efficace et sûr pour l'élimination finale des déchets PTC, du moins s'il est correctement géré (avec une encapsulation intégrale quand la fosse est presque pleine).

##### *Exemple de calcul de la capacité de la fosse :*

- 500 aiguilles = environ 1 litre (estimation approximative)
- Si 500 aiguilles sont générées chaque semaine, une taille de fosse requise pour 20 ans sera de : 1 litre x 52 semaines x 20 ans = 1 040 litres = environ 1 m<sup>3</sup>.

Installée dans la zone de déchets, la fosse à objets PTC se construit presque de la même manière qu'une fosse à résidus décrite précédemment (V.10.3). Les particularités de la fosse à objets PTC sont :

- Une fondation en béton armé d'une épaisseur minimale de 0,2 m doit être coulé au fond de la fosse ;
- La fosse sera entièrement revêtue du bas en haut (au moins jusqu'à 0,1 m au-dessus de la surface du sol) au moyen de buses standard en béton armé et de préférence boulonnés ensemble, ou d'une maçonnerie pleine, rendues étanches à l'aide d'un enduit de ciment en deux couches (10 mm par couche) sur la paroi interne et une couche sur celle externe ;
- L'espace entre la paroi et le trou excavé sera rempli avec du gravier et de la terre compactée ;
- La dalle de couverture en béton armé peut être coulée in situ car elle doit être inamovible. Elle ne devrait comporter qu'un petit trou circulaire en son centre, suffisamment large pour accueillir le tuyau de remplissage ;
- Le tuyau de remplissage, d'un diamètre adapté au conteneur à déchets PTC disponible et d'une longueur d'environ 1 m, sera installé dans le trou de la dalle et fixé à l'aide de mortier. Il sera doté d'un bouchon pour empêcher les vecteurs et l'eau de pluie de pénétrer dans la fosse ;

- La fosse est définitivement fermée quand le niveau des déchets PTC arrive à 0,30 m sous la dalle. Du béton ou de préférence un mélange de ciment, de chaux et d'eau (ratio de poids : 3,3,1) doit y être coulé afin d'encapsuler complètement les déchets.

#### V.10.5 Fiche technique d'une fosse à déchets organiques

Les déchets organiques contiennent trop de liquides pour une incinération au moyen de réducteurs de volume ou d'incinérateurs à auto-combustion. La réduction de température due à l'évaporation des liquides se traduit par la formation d'un surplus de gaz toxiques, potentiellement à la survie d'agents pathogènes thermorésistants, voire l'arrêt de la combustion. Il faut donc beaucoup de combustibles pour assurer l'incinération correcte des déchets organiques. L'enfouissement dans une fosse à déchets organiques (avec une décomposition naturelle) est un mode d'élimination plus simple et plus efficace.

Situé dans la zone de déchets, la fosse à déchets organiques se construit presque de la même manière qu'une fosse à résidus décrite précédemment (V.10.3). Les particularités de la fosse à déchets organiques sont :

- La dalle de couverture en béton armé comporte un trou de ventilation abritant à sa fabrication un petit tube d'ancrage en plastique (environ 20 cm de haut et un diamètre compris entre 100 mm et 150 mm). Sur ce tube sera placé un tuyau de ventilation en plastique de même diamètre et d'au moins 2,5 m de long. Sa sortie doit être pourvue d'une protection anti-pluie (« T ») recouverte de grillage (de préférence en acier inoxydable), afin d'empêcher l'accès de vecteurs dans la fosse. Pour ne pas être emporté en cas de vents violents, le tuyau de ventilation doit être ancré à la clôture de la zone de déchets ou au sol par le biais de câbles en acier ;
- Le trou de remplissage sera d'une taille d'environ 0,3 m x 0,4 m. Si le couvercle est en métal, il sera protégé contre la corrosion vu l'agressivité des gaz de la fosse ;
- La fosse sera fermée quand le niveau de déchets organiques arrive à environ 0,5 m sous la dalle.

#### V.11 Infrastructures annexes

Certaines infrastructures secondaires toutefois aussi importantes et prises en compte dans cette étude complètent les infrastructures principales (forages, latrines, douches, aires de lavage, etc.) décrites précédemment.

### V.11.1 Fiche technique des repose-pieds et de siège de latrine

Les trous de défécation dans les dalles de latrine sont inspirés des modèles recommandés par R. Franceys et al. (1995). Ils auront la forme d'une ouverture de serrure. Leurs dimensions sont indiquées sur les plans en annexe 14.

Les repose-pieds sont nécessaires pour éloigner les pieds de l'utilisateur de la dalle au cas où celle-ci serait déjà souillée, et pour donner à l'utilisateur une position (accroupie) telle qu'il ne risque pas de salir la dalle ou le bord du trou. Ils seront faits en béton (dosage 350 kg/m<sup>3</sup>) et coulés en même temps que les dalles (celles en béton armé). Ils seront au nombre de deux sur chaque trou de défécation. Chaque repose-pied a une longueur de 33 cm et une ampleur de 11 cm (MSF, 2010). Leur hauteur conseillée varie entre 10 mm et 100 mm (WEDC, 2015b). Les plans des repose-pieds sont en annexe 14.

En lieu et place des repose-pieds, les sièges de latrine sont nécessaires pour les personnes vivant avec un handicap et ceux qui préfèrent la position assise pour déféquer. Ils sont faits en béton et montés sur les dalles en béton armé. Le niveau du siège doit être tel qu'il soit confortable pour la majorité des usagers, soit normalement environ 35 cm au-dessus de la dalle (R. Franceys et al., 1995). Les plans des sièges de latrine sont en annexe 14.

### V.11.2 Fiche technique d'un dispositif de lavage des mains

Les dispositifs de lavage des mains accompagnent systématiquement la construction de tout type de latrines. Il s'agira toutefois d'ouvrages simples ayant un faible coût et pouvant être facilement utilisés. Sa conception privilégiera les pièces facilement remplaçables, une robustesse suffisante et un minimum de sécurisation contre les vandalismes et/ou vol (WASH Cluster Niger, 2018). L'emplacement du dispositif doit être choisi en présence des utilisateurs de sorte à garantir leur intimité. L'installation sera néanmoins située à proximité, soit à moins de 10 m de la latrine (UNICEF Mali, 2013).

La capacité du réservoir est à définir par le maître d'ouvrage. Le modèle décrit dans le cadre de nos travaux et la démarche constructive s'inspirent du "Manuel de construction, d'installation, d'utilisation et d'entretien d'un dispositif de lavage des mains" du CREPA (sd). Il s'agit d'un dispositif comprenant un fût (réservoir) pour le stockage d'eau, une robinetterie de puisage, un socle (support) en maçonnerie et une aire d'infiltration des eaux usées.

Le socle peut être aussi fait en béton ou en fer soudé (fer Ø12, par exemple). Sa surface doit être suffisante pour recevoir le réservoir. Ce dernier peut être en alu-zinc ou en galva ou

même en plastique. Le dispositif peut aussi être du type Tippy-Tap, récipient fermé équipé de robinet sur un support ou bouilloire. D'autres systèmes peuvent être imaginés, inventés par les diverses parties prenantes (maître d'ouvrage, prestataire, utilisateurs, etc.). Les plans des dispositifs proposés dans notre étude sont en annexe 15.

Une poubelle à l'intérieur de chaque cabine peut être nécessaire pour la collecte et l'élimination des matériaux utilisés pour l'hygiène anale.

### **V.11.3 Fiche technique d'un mur-écran**

Un mur ou écran non transparent supplémentaire situé sur la façade principale des latrines et/ou douches sert à renforcer l'intimité et entrainera un usage plus fréquent des installations. Cet écran ne doit toutefois pas obstruer la circulation d'air requise pour le fonctionnement du principe VIP de certaines latrines. Le modèle retenu dans nos travaux s'inspire de celui conçu et réalisé par UNICEF et ses partenaires (2013) au Mali.

Il sera de 1,60 m de hauteur, sa longueur correspondra à la façade des latrines ou bouches selon le type d'infrastructure. Il sera fait en brique en terre cuite ou en parpaing enduit de 15 cm d'épaisseur. Il reposera sur une maçonnerie de moellon, avec deux poteaux aux extrémités, couronné par un chaînage supérieur (15 cm x 10 cm). Les portes des cabines sont accessibles à partir des deux côtés de l'écran.

Le couloir d'intimité (espace entre les portes et l'écran) devra avoir une largeur de 1,20 m afin de faciliter les mouvements. Le dispositif de lavage des mains pourrait se situer dans un coin de ce couloir. Le sol du couloir est plus bas que le niveau du sol de la cabine. Il est fait d'un béton de forme coulé et lissé après un remblai bien compacté. L'eau de pluie tombant sur le sol du couloir doit s'évacuer grâce à une pente de 5-7% vers une extrémité du bloc.

Dans les situations d'urgence, l'écran pourrait être fait avec les mêmes matériaux que ceux utilisés pour confectionner les superstructures (V.8.2).

Les plans des murs-écrans accompagnent les plans des infrastructures pour lesquelles ils ont été prévus : les latrines et les douches (voir leurs annexes).

### **V.11.4 Fiche technique du canal d'évacuation des eaux**

Un canal d'évacuation de forme rectangulaire en béton armé (dosage 350 kg/m<sup>3</sup>) dirige les eaux usées des douches ou des aires de lavage (éventuellement via un bac dégraisseur) vers

un puits perdu. Le modèle retenu pour ces installations est celui proposé par ACF (2006) dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur minimum : 5,00 m ;
- Profondeur : 0,20 m ;
- Largeur : 0,15 m ;
- Epaisseur des parois : 0,10 m.

La pente du canal ne doit pas être inférieure à 1 – 1,5 %. Le canal pourra être couvert et enterré quand la topographie du terrain le permet. Il pourra aussi être remplacé par un tuyau en PVC (diamètre minimal : 100 mm).

#### V.11.5 Fiche technique d'un bac dégraisseur

Un bac dégraisseur (ou piège à graisses) est utilisé pour séparer l'huile, la graisse et certaines matières solides des eaux usées avant leur évacuation dans le sol. Si ces éléments restent dans l'effluent, ils obstrueront très rapidement le système d'infiltration. Il est placé dans un lieu aussi proche que possible (en aval) du site générant les eaux usées (douches ou aires de lavage), avec un accès aisé en face (en amont) du système d'infiltration (puits perdu).

Bien qu'on puisse distinguer deux types simples (avec ou sans cloisons), le bac dégraisseur tel que présenté par MSF (2010) sera du type avec des cloisons de séparation jusqu'au fond, pour une récupération efficace des matières solides. Il fonctionne avec trois zones :

- Une zone d'entrée qui ralentit et répartit et répartit l'effluent dans le séparateur :
- Une zone centrale où les matières graisseuses flottent et s'accumulent à la surface, et où les solides plus lourds se déposent au fond ;
- Une zone de sortie où l'eau exempte de graisse s'écoule vers le système de dispersion souterrain.

Le modèle retenu se construit comme suit :

- Le bac dégraisseur est de section rectangulaire avec l'entrée et la sortie aussi éloignées que possible l'une de l'autre car plus le temps de passage de l'eau dans le bac est long, meilleur est la décantation. La sortie doit être implantée plus basse que l'entrée ;
- Le volume effectif du bac dégraisseur (volume effectivement rempli d'eaux usées) doit être suffisant pour conserver les eaux usées pendant une durée permettant la séparation de l'eau et des graisses, et le dépôt des solides. D'une manière générale, on considérera que le volume effectif doit valoir au moins le double du débit horaire maximal entrant dans le

séparateur. A titre d'exemple, pour 100 litres d'eaux usées entrant chaque heure durant la période de pointe, le volume effectif du bac dégraisseur doit valoir au moins 200 litres ;

- Le site est préparé pour la construction comme décrit dans les travaux préparatoires (V.5.2) ;
- La zone d'excavation du bac dégraisseur sera située dans le prolongement de la tranchée du tuyau d'évacuation. Les dimensions de l'excavation doivent être supérieures à celles du bac dégraisseur. Le bac dégraisseur peut être réalisé à l'aide des ressources et matériaux disponibles localement, comme du béton ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) ou de la maçonnerie (briques en terre cuite, blocs de ciment ou pierres). On prévoira des ouvertures pour les tuyaux. Notre modèle est en béton armé. La chambre devra ressortir du sol d'au moins 0,1 m afin d'éviter que des eaux de ruissellement ne pénètrent à l'intérieur ;
- Les tuyaux d'entrée et de sortie (diamètre minimal : 100 mm) seront positionnés avec soin afin de faciliter l'écoulement et le fonctionnement du séparateur (voir les plans) ;
- Le bac dégraisseur sera aussi étanche que possible avec ses surfaces intérieures (deux couches de 10 mm) et extérieures (une couche de 10 mm) recouvertes d'un enduit de ciment avec une attention particulière pour les passages de tuyaux. Les surfaces internes doivent être bien lisses pour faciliter la maintenance ;
- Trois couvercles amovibles en béton armé munis de poignées seront ajustés sur chaque compartiment de façon hermétiquement fermé pour empêcher les vecteurs d'entrer. Ils doivent avoir un certain poids pour éviter les ouvertures non autorisées (par les enfants, par exemple), mais encore suffisamment légers pour être ouvert normalement par une personne seule affectée à l'entretien (maximum 50 kg). Leur épaisseur sera de 7 cm ;
- L'espace entre le bac dégraisseur et le trou excavé sera rempli avec de la terre bien compactée par couche de 20 cm.
- Les dimensions sont mentionnées sur les plans. Les eaux sorties du bac dégraisseur sont dirigées vers un puits perdu (V.11.6) via un tuyau en PVC (diamètre minimal : 100 mm) (V.11.4).

Les plans du bac dégraisseur retenu dans nos Cahiers des Clauses Techniques Particulières sont présentés en annexe 16 du présent document.

### V.11.6 Fiche technique d'un puits perdu

#### a. Emplacement et implantation géographique

Un puits perdu permet l'évacuation d'une quantité limitée d'eaux usées provenant entre autres

d'un point d'eau, d'une douche ou d'aire de lavage par infiltration dans une terre perméable, après avoir subi le prétraitement (V.11.5) si nécessaire.

Il est situé le plus près possible en aval du bac dégraisseur mais à 6 m minimum des habitations, à 7,5 m d'arbres ou de haies et à 3 m de limites de propriétés. L'emplacement dans le cas d'un puits perdu "domestique", doit être de préférence en aval et au moins à 30 m des ressources en eaux de surface et souterraines. Les modèles proposés dans nos travaux s'inspirent de ceux de ACF (2006).

### **b. Conception et construction**

Les dimensions du puits perdu sont déterminées sur la base des tests relatifs à la texture et à la perméabilité du sol, du niveau de la nappe phréatique et de la quantité d'eaux usées à infiltrer. Le puits perdu est connecté au bac dégraisseur et a habituellement une profondeur de 2 à 5 m, avec un diamètre de 1 à 2,5 m. Il est donc de section circulaire. Le volume doit être au moins égal à celui de l'ouvrage de prétraitement des eaux usées (bac dégraisseur, par exemple). La profondeur effective mesurée depuis le fond de la tranchée entrante jusqu'au fond de la fosse est de 1 m minimum (voir plans en annexe). Le fond du puits perdu doit se situer au moins à 1,50 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (comme pour les fosses de latrines). Le type de puits perdus à réaliser est fonction de la stabilité du sol :

#### **❖ Sols stables** : les puits perdus à fosses nues sans revêtement

Ce sont des fosses remplies au moyen de pierres ou de briques concassées jusqu'au niveau du fond de la tranchée. Ces pierres ou briques doivent être propres avec un diamètre compris entre 50 mm et 150 mm. Les 50 cm supérieurs de la fosse doivent être équipés d'un anneau étanche de protection fait de parpaings, de briques ou de béton armé ( $350 \text{ kg/m}^3$ ) afin d'assurer un support stable à la dalle de couverture et éviter l'infiltration d'eau de surface dans le puits perdu.

#### **❖ Sols instables** : les puits perdus à fosses avec revêtement

Les revêtements sont généralement construits en briques, en parpaings ou en béton coffré dosé à  $350 \text{ kg/m}^3$ , comme pour les fosses de latrines. Leur capacité d'infiltration est augmentée en remplissant l'espace annulaire entre le matériau de revêtement et le sol avec du sable et du gravier. L'infiltration ne s'effectue que via les parois verticales de la fosse du fait de la formation d'une couche bactérienne imperméable qui étanchéifie le fond.

Les premiers 0,5 à 1 m supérieurs du revêtement représentent un anneau étanche alors que le reste du revêtement doit être suffisamment poreux pour drainer les liquides par les côtés. Cette porosité est obtenue en suivant le même principe de revêtement décrit pour les latrines VIP (V.7.6).

En dehors des puits perdus, d'autres solutions constituant des systèmes d'infiltration des eaux usées existent. Ce sont : des tranchées d'infiltration, des aires d'évapotranspiration ou des réseaux d'égouts. Ces technologies ne font pas l'objet du présent document. Les plans des puits perdus proposés dans nos travaux sont joints en annexe 17.

### TROISIÈME PARTIE : LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

#### V.12 Composition et mise en œuvre des bétons et mortiers

##### V.12.1 Composition des bétons et mortiers

###### a. Composition des bétons

Les Anglo-saxons utilisent une dénomination par volumes qui est souvent utilisée sur chantier pour les estimations. On pourrait utiliser cette dénomination selon laquelle la composition de 1 m<sup>3</sup> de béton devra correspondre aux proportions des constituants (en litre) reportées dans le tableau 6.

Tableau 6: Dosage de béton

Type de béton	Ciment (kg)	Sable (l) 0,1 ≤ D* ≤ 5	Gravier (l) 5 ≤ D* ≤ 25	Dénomination anglo-saxonne
Classique	300 à 350	400	800	1 : 2 : 4
Fondation	200 à 250	400	800	1 : 3 : 6
Ouvrages spéciaux	400	400	800	1 : 1,5 : 3

(\*) : Diamètre en mm

(Source : ACF, 2006)

Les quantités d'agrégats secs et d'eau indiquées ci-dessus ne sont qu'approximatives. Les quantités d'eau proposées correspondent à un béton plastique en fonction de son dosage en ciment.

###### b. Composition des mortiers

La composition des mortiers pour enduit et maçonnerie peut être estimée à partir des données du tableau 7. Les quantités d'eau proposées correspondent à un mortier plastique en fonction de son dosage en ciment.

Tableau 7 : Dosage de mortier au ciment

Type de mortier	Ciment (kg)	Sable (l) $0,1 \leq D^* \leq 5$	Dénomination anglo-saxonne
Mortier maigre	200 (4 sacs)	1120	1 : 8
Mortier moyen (enduit rugueux, mortier de maçonnerie)	300 (6 sacs)	1260	1 : 6
Mortier gras (enduit lisse-scellement)	400 (8 sacs)	1120	1 : 4

(\*) : Diamètre en mm

(Source : ACF, 2006)

## V.12.2 Mise en œuvre des bétons et coffrages

### a. Les bétons

Les bétons seront fabriqués à proximité des lieux de travaux en employant des moyens adéquats correspondants à l'importance des ouvrages. Il peut être exigé l'utilisation de bétonnières et d'aiguilles vibrantes.

Le prestataire devra se conformer scrupuleusement aux plans de coffrage et de ferrailage qu'il aura spécialement établis et qui devront être soumis à l'approbation du Maître d'ouvrage délégué avant tout début d'exécution.

Les précautions de mise en œuvre suivantes devront être prises en compte :

- Brasser le béton aussi sec que possible et le maintenir ensuite aussi mouillé que possible ;
- Ne pas ajouter trop d'eau pour éviter un retrait important et une ségrégation du béton ;
- Protéger le béton mis en place du soleil (en utilisant des bâches, sacs de ciment, nattes...) et du vent et arroser les surfaces libres, les protections, les coffrages pour assurer un séchage lent. La cure du béton requiert une certaine humidité pour que la réaction chimique de durcissement se prolonge ;
- Distinguer le temps de décoffrage du délai de mise en service ;
- Faire de bonnes reprises de bétonnage (24 h au maximum entre la première coulée et la reprise avec une surface de reprise propre et rugueuse) ;
- Bien vibrer le béton pour le compacter (chasser l'air). Cependant un vibrage excessif entraînerait une ségrégation du béton).

### b. Les bétons armés

Les aciers utilisés pour le béton armé seront façonnés à froid et mis en œuvre conformément au plan de ferrailage préalablement soumis et approuvé. On veillera à solidariser les

ferrailages des divers éléments de structure entre eux via des ancrages, recouvrements, des fers en attente afin de rigidifier l'ouvrage.

Des cales faites de mortiers (dosage  $350 \text{ kg/m}^3$ ) d'épaisseur constante à 3 cm seront interposées entre les armatures et le coffrage de manière à maintenir ces armatures à leur place pendant la mise en œuvre du béton (enrobage des armatures : 3 cm).

### c. Les coffrages et décoffrages

Les coffrages des éléments en béton seront rigides pour éviter toutes déformations. Ils doivent rester suffisamment étanches pendant la mise en place du béton afin d'éviter les pertes de laitance. Le vide entre les éléments ne devra être supérieur à 5 mm.

Le décoffrage peut être effectué quand le béton aura acquis le durcissement suffisant pour pouvoir supporter les contraintes auxquelles il aura été soumis après le décoffrage sans déformation et dans les conditions de sécurité suffisantes. Il faut respecter des temps de décoffrage corrects, soient 3 jours. Les éléments de structure préfabriqués peuvent être démoulés dans les 24 heures qui suivent leur coulage.

## V.13 Provenance et qualité des matériaux

### V.13.1 Provenance des matériaux

Les matériaux seront pris dans les lieux laissés au choix du prestataire qui devra les faire agréer par le Maître d'ouvrage. Le cas échéant, il pourra être demandé des essais de ces matériaux, à la charge du prestataire. Pour tous les travaux de maçonnerie, les composantes du béton ou mortier doivent obéir à certaines caractéristiques élémentaires libellées dans les paragraphes suivants.

### V.13.2 Qualité des matériaux

#### a. Agrégats

Les granulats seront composés de matériaux durs, compacts et non friables. Ils seront propres et exempts de terre, d'argile et de tout déchet organique d'origine animale ou végétale, soit qu'ils répondent naturellement à cette prescription, soit qu'ils aient été lavés et dépoussiérés avant la mise en œuvre dans les conditions agréées.

#### b. Gravier pour béton

Les gravillons destinés à la confection des bétons seront des matériaux homogènes naturels des lits de rivières ou de roches concassées. Ils seront non calcaires, soigneusement criblés. Ils

sont débarrassés de leurs pellicules par soufflage ou par lavage si nécessaire. Ils devront avoir un diamètre compris entre 6 et 25 mm.

### **c. Sable pour mortiers et bétons**

Le sable de calcaire ne doit pas être utilisé. Il est préférable d'avoir recours à des transports même longue distance de sable non calcaire. Il sera sans chlorure ni substance organique. Sa granulométrie sera comprise entre 0,1 mm et 2 mm pour enduits de ciment et entre 0,1 mm et 5 mm pour les mortiers pour maçonnerie et les bétons.

### **d. Ciments**

Les ciments utilisés pour les bétons et mortiers doivent satisfaire aux conditions générales imposées par la réglementation en vigueur. Ils sont de type portland, CPA 35 (ciment à prise lente) ou similaire et ne devront présenter aucune trace d'humidité. Le stockage sur le chantier sera à cet effet réalisé sur un plancher sec et ventilé. Tout stock qui ne présentera pas un aspect de pulvérulence sera rebuté et évacué du chantier. Les ciments devront être à pied d'œuvre en emballage d'origine.

### **e. Acier**

Les armatures pour le béton armé sont des aciers à haute adhérence, comportant des stries et garantissant ainsi une meilleure adhérence avec le béton. Ces armatures auront une limite d'élasticité de 400 MPa. Les aciers devront être parfaitement propres, sans aucune trace de rouille, peinture ou graisse avant leur mise en œuvre.

### **f. Eau de gâchage**

Les eaux utilisées dans la confection des mortiers, bétons et pour le lavage des agrégats doivent être dépourvues d'impuretés et de sels qui nuisent à la cohésion du ciment. Elles doivent être claires et dépourvues de substances chimiques ou organiques.

### **g. Matériaux d'urgence**

Le bambou et le bois peuvent être trouvés dans les forêts, les tapis ou nattes en fibres végétales (roseau, paille, séko, chaume, ...) aux marchés, aux champs ou en bordure de villages. Une autorisation explicite de l'Administration peut être requise pour la coupure des bois. Tous ces matériaux doivent être de bonne qualité, solides et résistants. Les bois ou

bambous ne doivent présenter aucune présence de termite ou de défaut et peuvent être traités à l'huile usagée.

## **QUATRIÈME PARTIE : GESTION DU CHANTIER**

### **V.14 Sécurité sur chantier**

Toutes les mesures de sécurité doivent être prévues et rendues effectives suivant les normes édictées par la protection du travail durant toute la durée des travaux. La sécurité du chantier doit être assurée au préalable par la sensibilisation de la population de l'environnement immédiat aux risques qu'elle court en sillonnant le chantier. Les intervenants sur le chantier doivent être pourvus en équipements de protection individuelle (gants, casque de chantier, chaussures fermées, etc.). Aucun matériel défectueux ou en mauvais état ne devrait pas être utilisé.

### **V.15 Contrôle des travaux**

La surveillance et le contrôle des travaux sont assurés par un technicien (délégué) du Maître d'ouvrage. Les étapes suivantes doivent être impérativement réalisées sous sa surveillance :

- Mise à disposition du site, implantation des ouvrages ;
- Réception technique de tous matériaux et du matériel ;
- Réception des gros œuvres et seconds œuvres ;
- Réception provisoire.

Toutefois, le Maître d'ouvrage peut effectuer des visites inopinées à toute autre étape des travaux. Toute malfaçon constatée lors de ces visites peut entraîner la démolition de la partie concernée (ou la totalité) de l'ouvrage. Le chantier doit obligatoirement disposer d'un cahier de chantier où sont consignées toutes les étapes importantes et les décisions prises y compris les comptes rendus des réunions de chantiers qui devront être organisées. Le manque de cahier de chantier peut donner lieu à un arrêt du chantier.

### **V.16 Plans de recollement et réception provisoire des travaux**

À la fin du chantier, le prestataire est tenu de fournir les plans de l'ouvrage réellement exécuté (plans de recollement). Une plaque de « visibilité » doit être réalisée sur la façade principale de l'ouvrage construit. Cette plaque portera la mention du nom du Maître d'ouvrage, l'intitulé du projet, la période du projet, le nom de l'ouvrage, l'organisme de financement, le Titulaire. La forme définitive de ce panneau sera arrêtée conjointement avec le Maître d'ouvrage.

L'ouvrage ne peut être réceptionné tant que le nettoyage du chantier n'ait été fait et les plans de recollement, conformes à l'exécution des travaux, soient établis et soumis au Maître d'ouvrage. Le nettoyage du chantier concerne notamment :

- Evacuation de tous les déblais et régalaage des alentours sur un site agréé ;
- Evacuation et mise en décharge de tous les déchets du chantier ;
- Evacuation de tout le matériel du prestataire.

## **CINQUIEME PARTIE : OUTILS D'AIDE AUX ACTIVITES WASH**

### **V.17 Bibliothèque des documents techniques WASH**

Une bibliothèque numérique pour faciliter les activités du département "Eau Assainissement et Hygiène" de la Mission Tchad d'Action Contre la Faim a été créée. Cette bibliothèque est une collection des documents techniques numériques conçus (CCTP) et classés par groupes thématiques. Les principaux thèmes d'entrée sont : le type d'infrastructures (infrastructures d'approvisionnement en eau, infrastructures d'élimination adéquates des excréta, infrastructures d'évacuation des eaux usées, infrastructures d'élimination des déchets médicaux, etc.) et le type de contexte (urgence aiguë et urgence chronique/situation stabilisée). Cette bibliothèque est destinée à être mise sur un serveur de stockage en réseau (NAS) afin de permettre un accès aisé aux utilisateurs internes à l'Organisation. Le schéma de la structure de la bibliothèque est en annexe 18.

### **V.18 Guide d'exploitation de la bibliothèque**

Un document guide qui orientera les utilisateurs dans l'exploitation de la bibliothèque des Cahiers des Clauses Techniques Particulières a été élaboré. Ce document guide aidera en outre à choisir et réaliser des infrastructures d'eau, d'assainissement et d'hygiène adaptées aux contextes, allant de l'urgence au développement tout en assurant un minimum de qualité du service rendu. Il répond entre autres aux questions de type : « Quelle infrastructure construire dans quelle situation ? En quel nombre suffisant ? Quels matériaux utiliser ? ... » Il est inspiré de la « Gestion des activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement » de MSF (2010). Ce guide ne fait pas partie intégrante du présent mémoire de fin d'étude et constitue une source d'orientation propre à ACF.

## VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

### VI.1 CONCLUSION

Notre étude avait pour objectif général de contribuer à l'amélioration des interventions en WASH de ACF au Tchad. Ceci afin d'accompagner le département Eau, Assainissement et Hygiène de la Mission Tchad d'Action Contre la Faim à améliorer la qualité des infrastructures à réaliser et à rendre faciles les procédures logistiques pour les passations de marchés.

Après un état des lieux des ouvrages réalisés antérieurement par l'Organisation, grâce à une recherche documentaire et des visites sur terrain, nous avons créé un répertoire des documents techniques par type d'infrastructure. Une synthèse bibliographique nous a permis de créer une bibliothèque numérique de 20 Cahiers des Clauses Techniques Particulières des infrastructures d'eau, d'assainissement et d'hygiène d'urgence et en contexte de développement suivant diverses options : infrastructures d'approvisionnement en eau, infrastructures d'élimination correcte des excréta, infrastructures d'évacuation des eaux usées et les infrastructures de gestion des déchets médicaux. Ces CCTP présentent les dispositions minimales que doivent respecter les Entreprises prestataires de travaux de réalisation des ouvrages WASH et garantissent des constructions selon les règles de l'art et les normes et règlement en la matière. Des plans type de ces infrastructures ont été réalisés en vue de leur harmonisation pour l'ensemble du pays et servent de données de référence pour la quantification et l'élaboration des budgets lors des recherches de financement. Enfin, un document "guide d'exploitation" conçu permet une utilisation appropriée de cette bibliothèque technique et une bonne mise en œuvre des activités WASH.

Les résultats de nos travaux, lorsqu'ils sont bien exploités, permettent d'obtenir des installations de qualité et contribuent significativement à l'amélioration des conditions de vie des populations assistées. En définitive, nous pouvons dire qu'au terme de notre étude, les objectifs fixés ont été réalisés.

## VI.2 RECOMMANDATIONS

Pour un meilleur impact des produits issus de notre mission sur la qualité des futures infrastructures à réaliser dans le cadre des projets d'approvisionnement en eau, d'assainissement et d'hygiène au Tchad et pour aller au-delà de l'étude, nous faisons les recommandations suivantes :

- ✓ Former les responsables de programmes et les superviseurs de travaux EAH (le personnel interne à l'Organisation) aux présents outils mis en place, et mettre ces outils à la disposition de toutes les Bases opérationnelles pour une meilleure harmonisation des infrastructures EAH sur l'ensemble du territoire national ;
- ✓ Veiller au bon choix des entreprises prestataires (passation de marché) et au respect scrupuleux des instructions décrites dans les Cahiers des Clauses Techniques Particulières ;
- ✓ Initier ou planifier une prestation de service (ou un stage) pour l'élaboration d'outils (et/ou d'activités) de gestion, d'entretien et de maintenance des ouvrages WASH construits et y former le personnel afférent pour assurer une meilleure durabilité ;
- ✓ Elaborer sur la base des CCTP et des plans conçus, des cadres de devis quantitatifs et estimatifs adaptés pour une meilleure budgétisation de chaque projet d'infrastructures ;
- ✓ Elaborer les CCTP ou fiches techniques des autres infrastructures inhérentes aux activités WASH telles que les socles de réservoir d'eau (tank), les installations d'approvisionnement en eau potable en urgence, les clôtures grillagées et hangars pour leur harmonisation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACF (2006) : Eau – Assainissement - Hygiène pour les populations à risque.
- ACF (2018) : Rapport moral d'activités.
- HCNE, MEE, PNUD, DAES (2003) : Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad.
- INSEED, MSP et ICF International (2016) : Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples (EDS-MICS 2014-2015).
- Inter Aide (2008) : Manuel de procédures pour l'installation d'une dalle San Plat.
- Jim Picken (2004) : De Montfort construction documentation. De Montfort Mark 8a Incinerator.
- Le Projet Sphère (2011) : La Charte humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire.
- MEDD (2004) : Guide d'application de l'arrêté interministériel du 11 Septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.0 de la nomenclature eau, France.
- MENPC (2019) : Stratégie nationale de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène en milieu scolaire (2018-2030), Tchad.
- MPHVP (2009) : Normes et standards de forages manuels au Tchad.
- MSF (2010) : Technicien sanitaire en situations précaires.
- OCHA (2020) : Aperçu des besoins humanitaires - Tchad. Cycle de programme humanitaire.
- OMS (2003) : « Avant tout, ne pas nuire ». Sécurité des injections : introduction de la seringue autobloquante par les systèmes de vaccination des pays en développement.
- OMS (2005) : Utilisation de l'unité de traitement des déchets (utilisant l'incinérateur De Montfort). Manuel de l'opérateur.
- ORSTOM (1966) : Types de sol – Tchad.
- PNUD (2019) : Rapport sur le développement humain 2019.
- R. Franceys, J. Pickford & R. Reed (1995). Guide de l'assainissement individuel. OMS.
- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond P., Schertenleib R. et Zurbrügg C. (2016) : Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. 2<sup>nd</sup> éd. actualisée, Dübendorf, Eawag.
- UNICEF (2013) : Points d'eau, latrines, lave-mains, et kits d'hygiène en milieu scolaire. Mali.
- UNICEF & WHO (2019) : Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities.
- WEDC (2015a) : Excavation et revêtements d'une fosse de latrine.
- WEDC (2015b) : Dalles de latrine : guide de l'Ingénieur.

# ANNEXES

1. Liste des Cahiers des Clauses Techniques Particulières ;
2. Formulaire d'Essai de débits pour des forages à équiper avec des PMH d'un débit estimé à 1 m<sup>3</sup>/h ;
3. Plans des superstructures des forages ;
4. Plans des latrines d'urgence ;
5. Plans des latrines à fosse simple ;
6. Plans des latrines améliorées à fosse ventilée (VIP) ;
7. Plans des latrines améliorées à double fosses ventilées alternées ;
8. Plans des douches d'urgence ;
9. Plans des douches durables ;
10. Plans des aires de lavage ;
11. Figures d'un réducteur de volume temporaire ;
12. Plans de l'incinérateur De Montfort ;
13. Plans des fosses à résidus ;
14. Plans des repose-pieds – siège de latrine ;
15. Plans du dispositif de lavage des mains ;
16. Plans d'un bac dégraisseur ;
17. Plans des puits perdus ;
18. Organigramme de la bibliothèque numérique.

**ANNEXE 1 : LISTE DES CAHIERS DES CLAUSES TECHNIQUES  
PARTICULIERES (CCTP)**

N°	Cahier des Clauses Techniques Particulières des infrastructures WASH	Contextes convenables		
		Situation d'Urgence	Situation de Post-urgence	Situation de Développement
<b>I - Infrastructures d'approvisionnement en eau</b>				
1	CCTP des forages équipés de PMH + PP		<del></del>	<del></del>
<b>II - Infrastructures d'élimination adéquates des excréta</b>				
2	CCTP des latrines d'urgence en matériaux locaux + DLM	<del></del>		
3	CCTP des latrines d'urgence en matériaux modernes + DLM	<del></del>		
4	CCTP des latrines à fosse simple + DLM		<del></del>	<del></del>
5	CCTP des latrines VIP à 2 cabines + DLM		<del></del>	<del></del>
6	CCTP des latrines VIP à 3 cabines + DLM		<del></del>	<del></del>
7	CCTP des latrines à double fosse alternée + DLM		<del></del>	<del></del>
<b>III - Infrastructures d'évacuation des eaux usées</b>				
8	CCTP des douches d'urgence en matériaux locaux + PP	<del></del>		
9	CCTP des douches d'urgence en matériaux modernes + PP	<del></del>		
10	CCTP des douches à 1 cabine + BD + PP		<del></del>	<del></del>
11	CCTP des douches à 2 cabines + BD + PP		<del></del>	<del></del>
12	CCTP des douche à 3 cabines + BD + PP		<del></del>	<del></del>
13	CCTP des aires de lavage + BD + PP		<del></del>	<del></del>
<b>IV - Infrastructures d'élimination des excréta et d'évacuation des eaux usées</b>				
14	CCTP des latrines d'urgence + DLM + 1 douche en matériaux locaux + PP	<del></del>		
15	CCTP des latrines d'urgence + DLM + 1 douche en matériaux modernes + PP	<del></del>		
16	CCTP des latrines à fosse simple + 1 douche + BD + PP		<del></del>	<del></del>
17	CCTP des latrines VIP à 2 cabines + DLM + 1 douche + BD + PP		<del></del>	<del></del>
18	CCTP des latrines VIP à 3 cabines + DLM + 1 douche + BD + PP		<del></del>	<del></del>
19	CCTP des latrines à double fosses alternées + DLM + 1 douche + BD + PP		<del></del>	<del></del>
<b>V - Infrastructures d'élimination des déchets médicaux</b>				
20	CCTP des Incinérateur/Brûleur + Fosse à résidus/Fosse à objets Piquants/Tranchants/Coupants/Fosse à déchets organiques	<del></del>	<del></del>	<del></del>
DLM : Dispositif de Lave-Mains ; BD : Bac Dégraisseur ; PP : Puits Perdu				

**ANNEXE 2 : FORMULAIRE D'ESSAI DE DEBITS POUR DES FORAGES  
A EQUIPER AVEC DES PMH D'UN DEBIT ESTIME A 1 M<sup>3</sup>/H**

Identification du forage	
Nom du Village .....	Coordonnées x = .....
Code du forage .....	y = .....

Date de l'essai :
Nom des opérateurs :
Type et modèle de pompe :
Le point de référence est le haut du tubage ou :
Le niveau statique (NS) de l'eau est à ..... m
Le niveau de la pompe immergée est à ..... m.
Heure du démarrage de l'essai de débit :

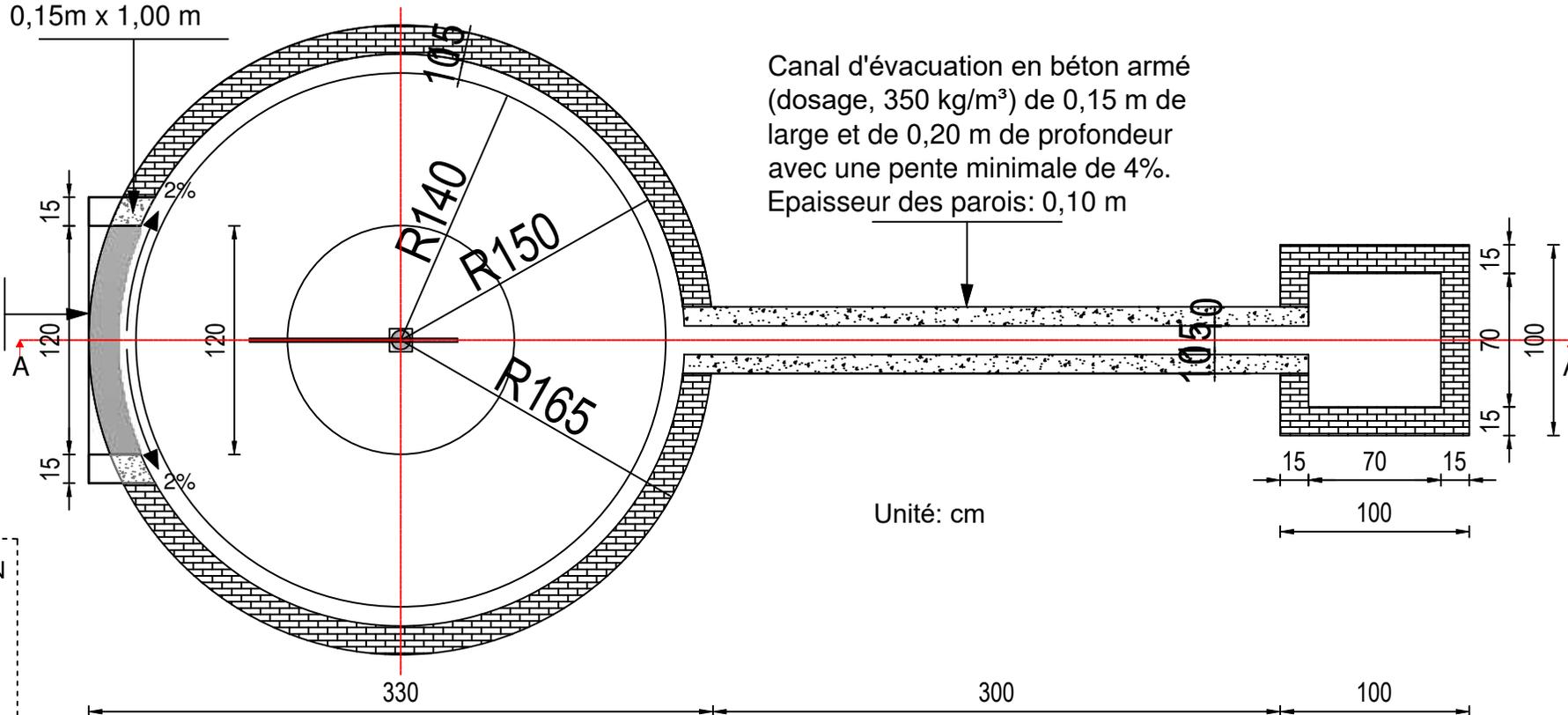
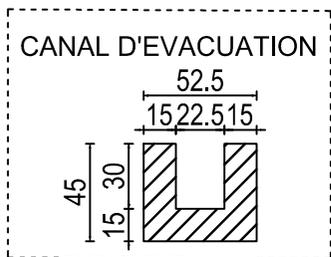
Heure théorique hh:mm:ss	Heure réelle de mesure hh:mm:ss	Niveau dynamique de l'eau (ND) [m]	Rabattement (= ND-NS) [m]	Débit mesuré [m <sup>3</sup> /h]
<b>1) Pompez pendant 1 heure avec un débit de 0,5 m<sup>3</sup>/h (= 8,3 l/mn)</b>				
00:00:00				
00:00:30				Q =
00:01:00				
00:02:00				
00:05:00				Q =
00:10:00				
00:20:00				Q =
01:00:00				Q =
<b>2) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 1 m<sup>3</sup>/h (= 16,6 l/mn)</b>				
01:00:00				
01:00:30				Q =
01:01:00				
01:02:00				
01:05:00				Q =
01:10:00				
01:20:00				Q =
02:00:00				Q =
<b>3) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 2 m<sup>3</sup>/h (= 33,3 l/mn)</b>				
02:00:00				
02:00:30				Q =
02:01:00				
02:02:00				
02:05:00				Q =
02:10:00				
02:20:00				Q =
03:00:00				Q =
<b>4) Arrêtez de pomper, mais observez la recharge du forage</b>				
03:00:00				
03:00:30				
03:01:00				
03:02:00				
03:05:00				
03:10:00				
03:20:00				
04:00:00				Fin de l'essai

**ANNEXE 3 : PLANS DES SUPERSTRUCTURES DES FORAGES**

Chaînage vertical  
(poteau) en béton armé  
dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>:  
Dimensions: 0,15m x  
0,15m x 1,00 m

Porte d'accès à 2  
battants métalliques.  
Largeur: 1,20 m  
Hauteur : 1,00 m

Canal d'évacuation en béton armé  
(dosage, 350 kg/m<sup>3</sup>) de 0,15 m de  
large et de 0,20 m de profondeur  
avec une pente minimale de 4%.  
Epaisseur des parois: 0,10 m

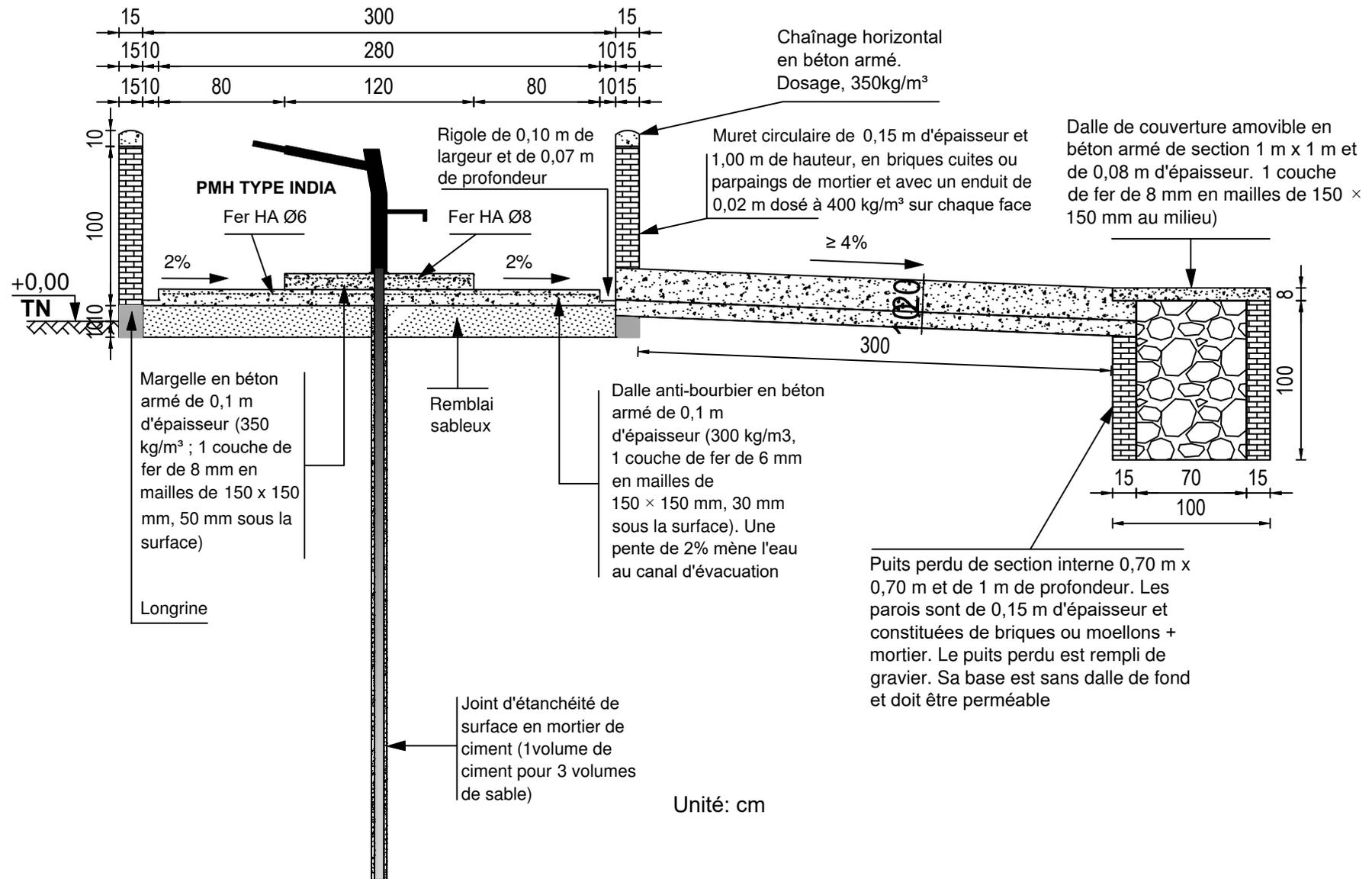


SUPERSTRUCTURE - PMH TYPE INDIA : VUE EN PLAN

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE  
HUMANITAIRE AU TCHAD

FORAGE : SUPERSTRUCTURE - PMH TYPE INDIA : VUE EN PLAN



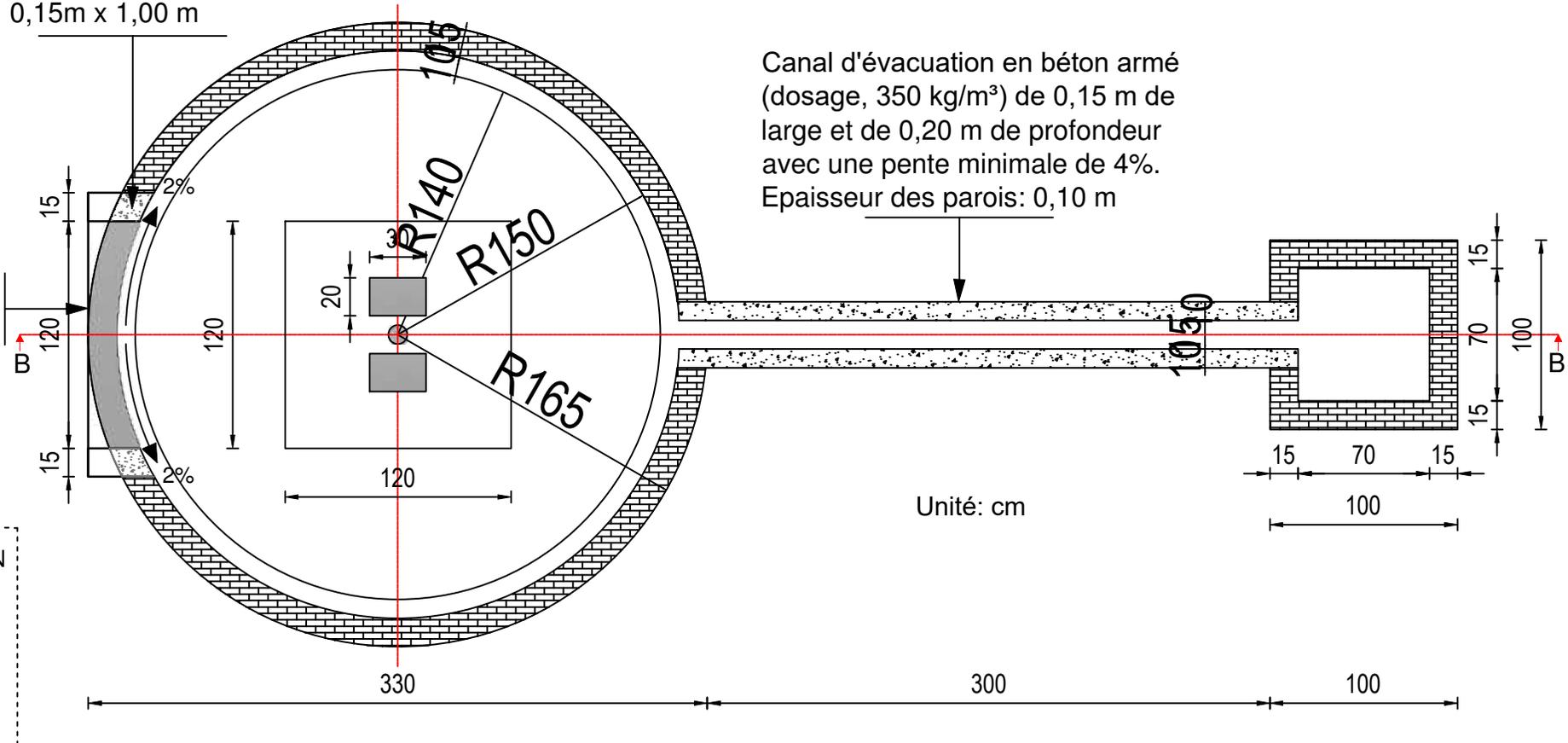
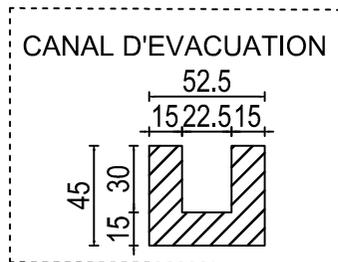


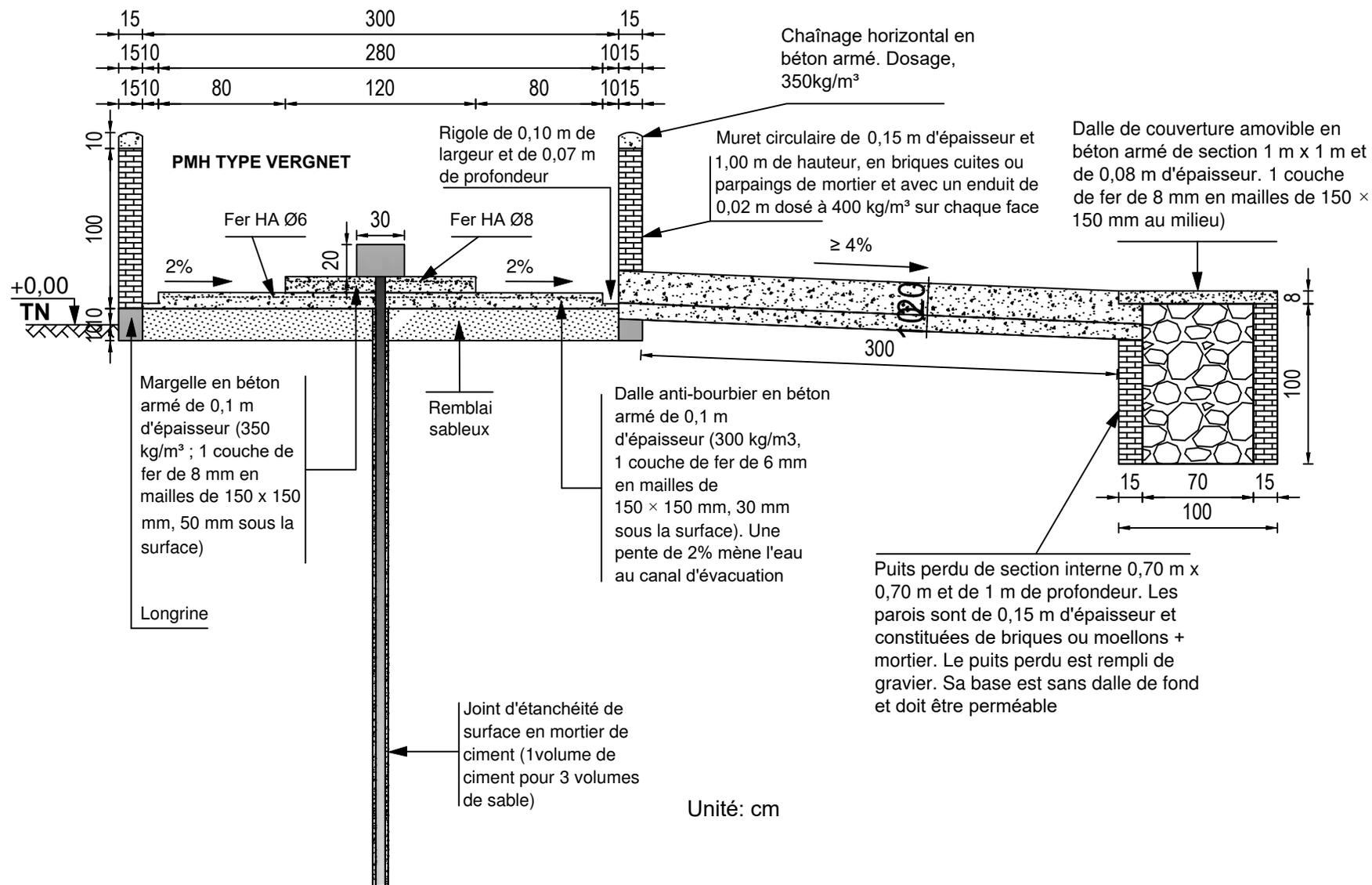
**SUPERSTRUCTURE - PMH TYPE INDIA : COUPE A - A**

Chaînage vertical  
(poteau) en béton armé  
dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>:  
Dimensions: 0,15m x  
0,15m x 1,00 m

Porte d'accès à 2  
battants métalliques.  
Largeur: 1,20 m  
Hauteur : 1,00 m

Canal d'évacuation en béton armé  
(dosage, 350 kg/m<sup>3</sup>) de 0,15 m de  
large et de 0,20 m de profondeur  
avec une pente minimale de 4%.  
Epaisseur des parois: 0,10 m





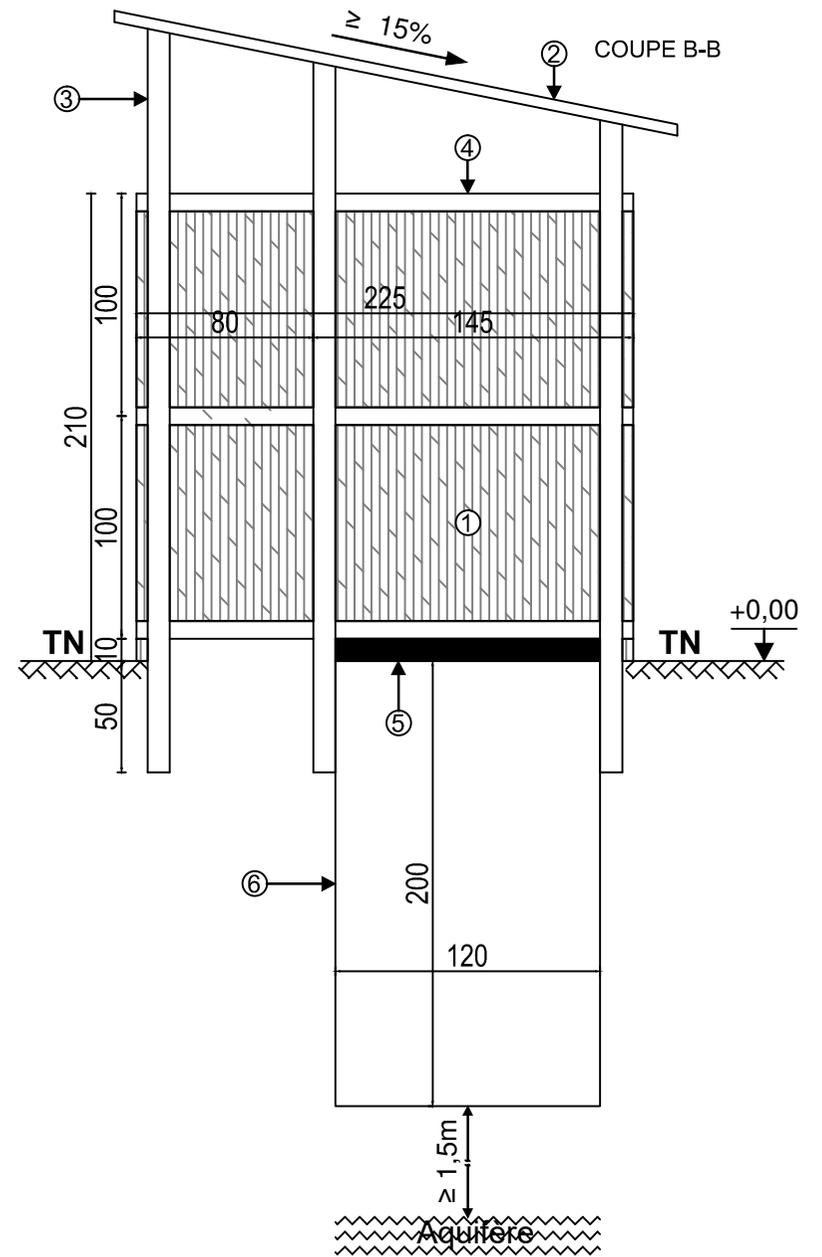
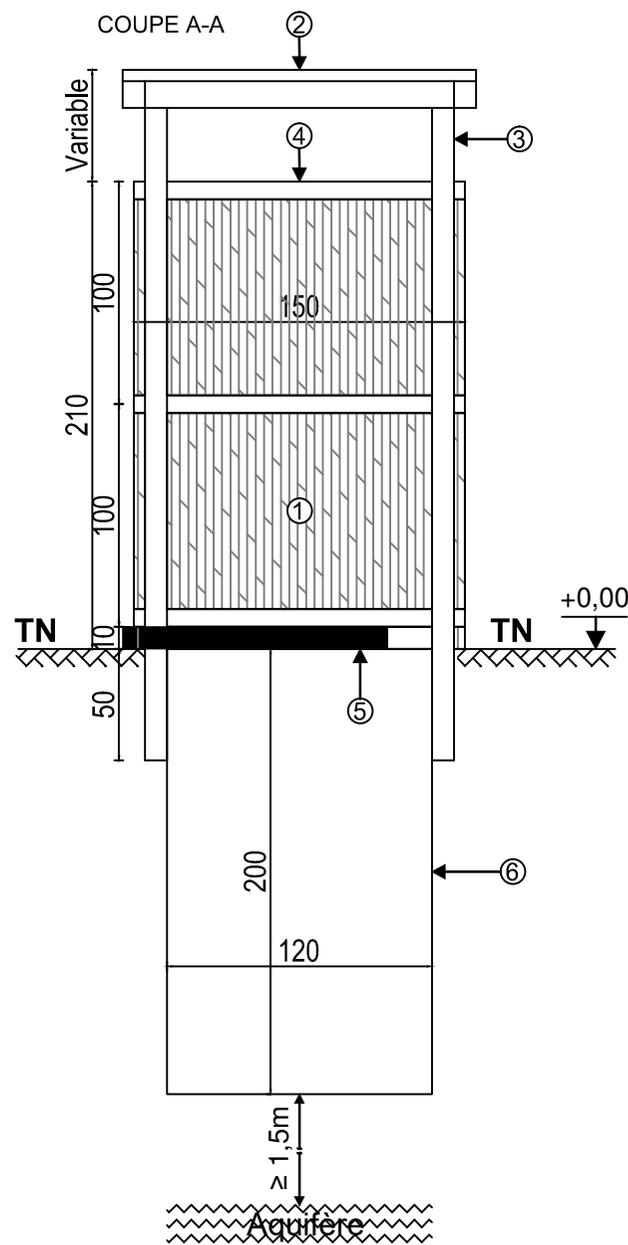
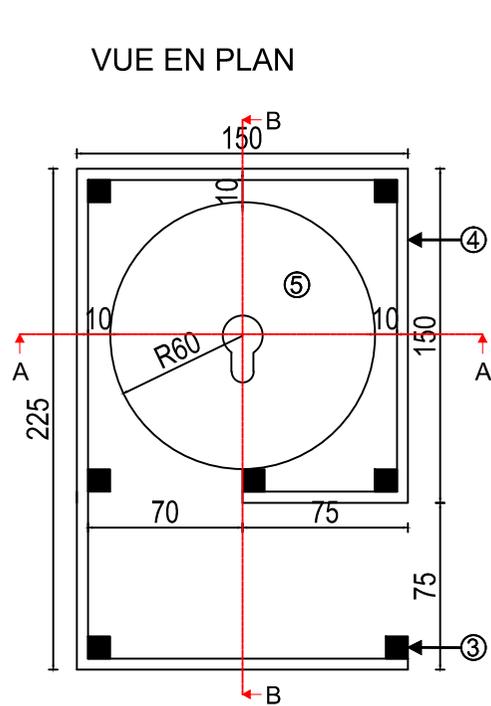
**SUPERSTRUCTURE - PMH TYPE VERGNET : COUPE B - B**

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

FORAGE : SUPERSTRUCTURE - PMH TYPE VERGNET : VUE EN COUPE



ANNEXE 4 : PLANS DES LATRINES D'URGENCE



LEGENDE

- ① Mur/clôture
- ② Toiture
- ③ Porteur vertical
- ④ Porteur horizontal
- ⑤ Dalle
- ⑥ Fosse

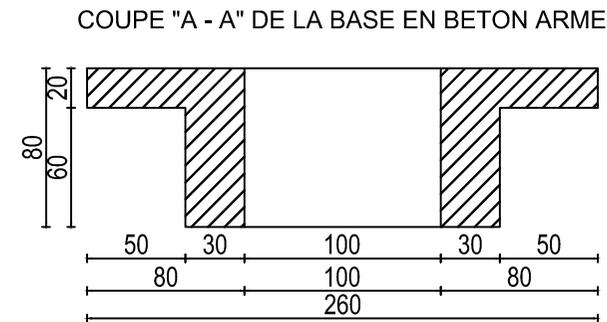
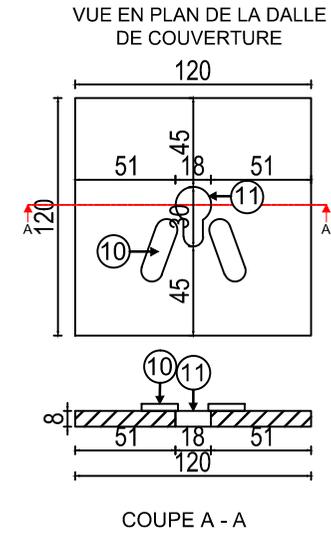
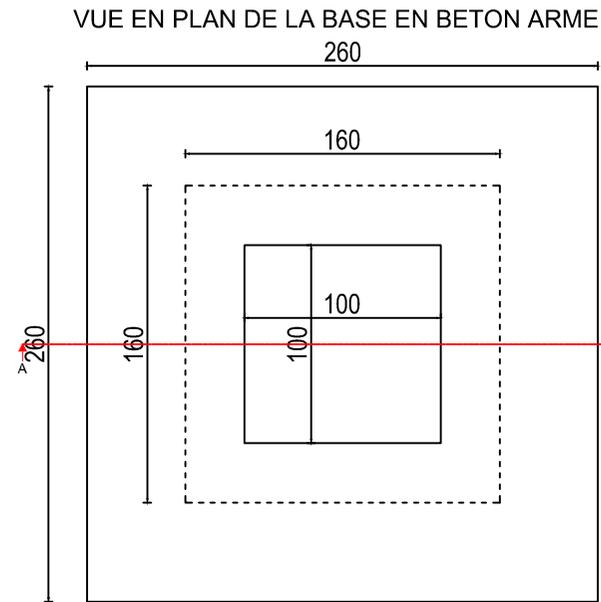
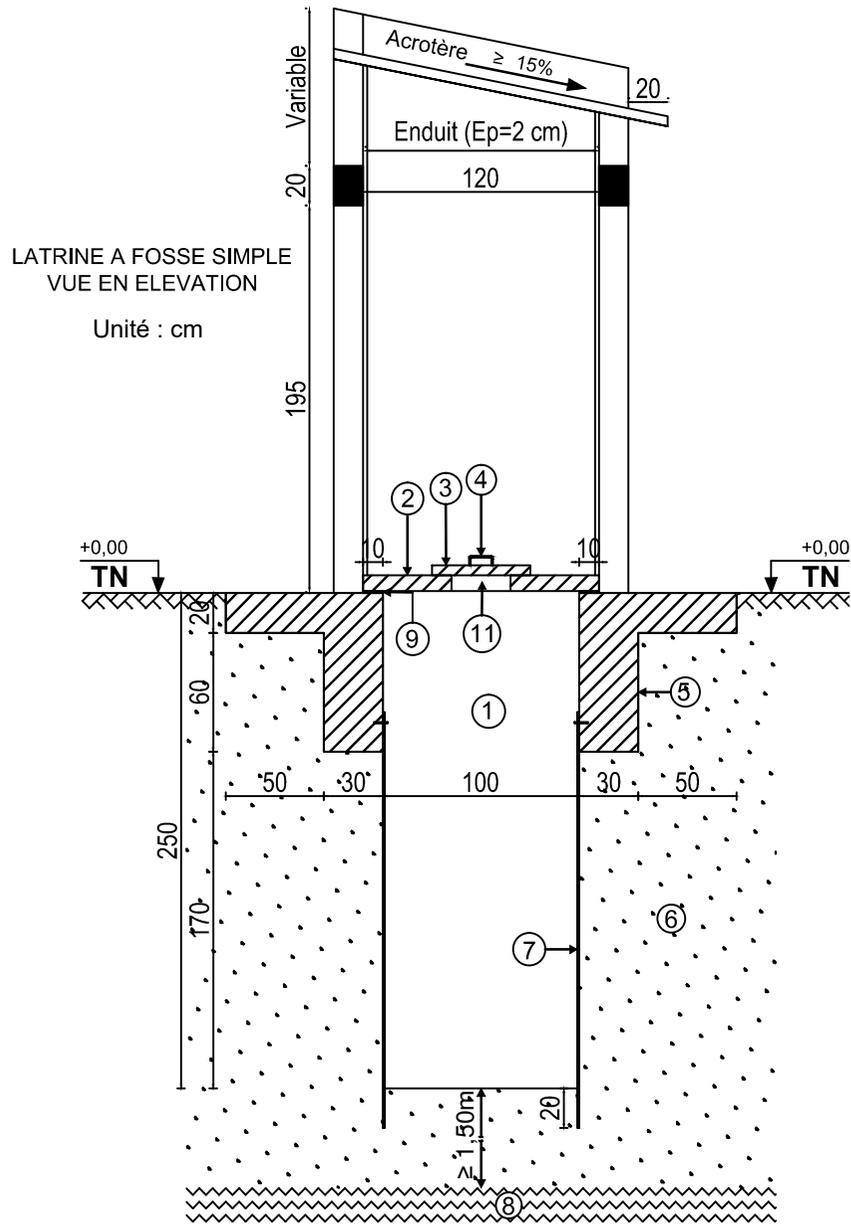
Unité : cm

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

LATRINE D'URGENCE EN MATERIAUX LOCAUX OU MODERNES (DALLE EN DÔME)

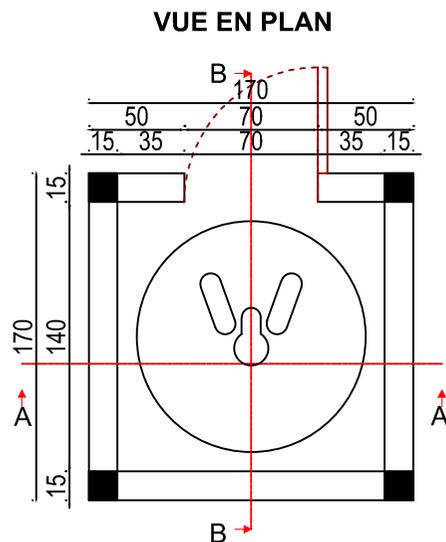


ANNEXE 5 : PLANS DES LATRINES A FOSSE SIMPLE



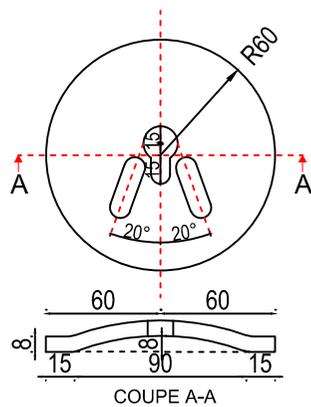
LEGENDE

- ① Fosse
- ② Dalle de couverture
- ③ Couverture
- ④ Poignée du couvercle
- ⑤ Base en béton armé
- ⑥ Sol
- ⑦ Tôle ondulée en fer (consolidation de la paroi)
- ⑧ Aquifère (nappe phréatique)
- ⑨ Couche de mortier
- ⑩ Repose-pieds
- ⑪ Trou de défécation
- ⑫ Poignée de la dalle

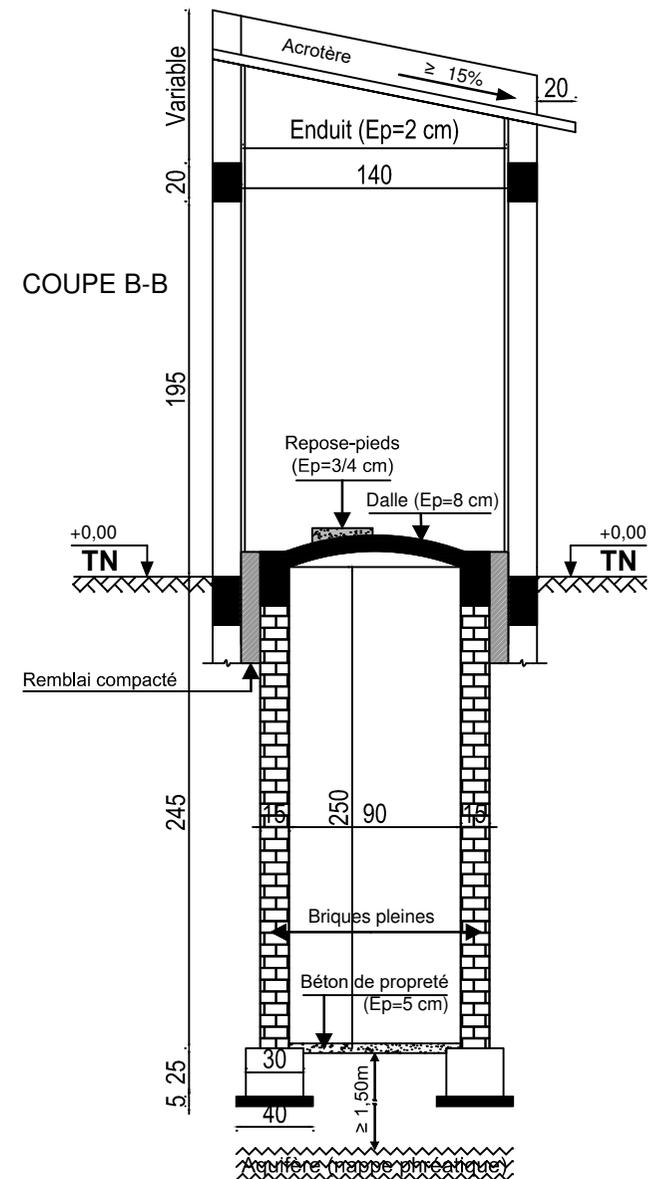
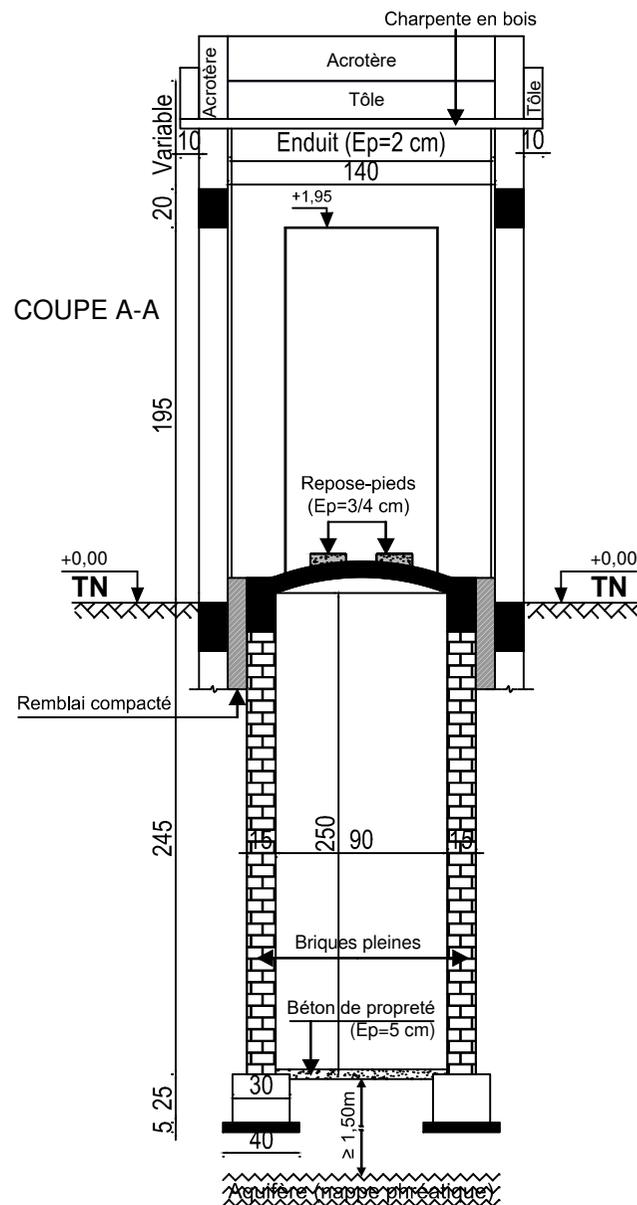


**PLAN DE COFFRAGE DE LA DALLE**

Unité : cm Enrobage : 3 cm

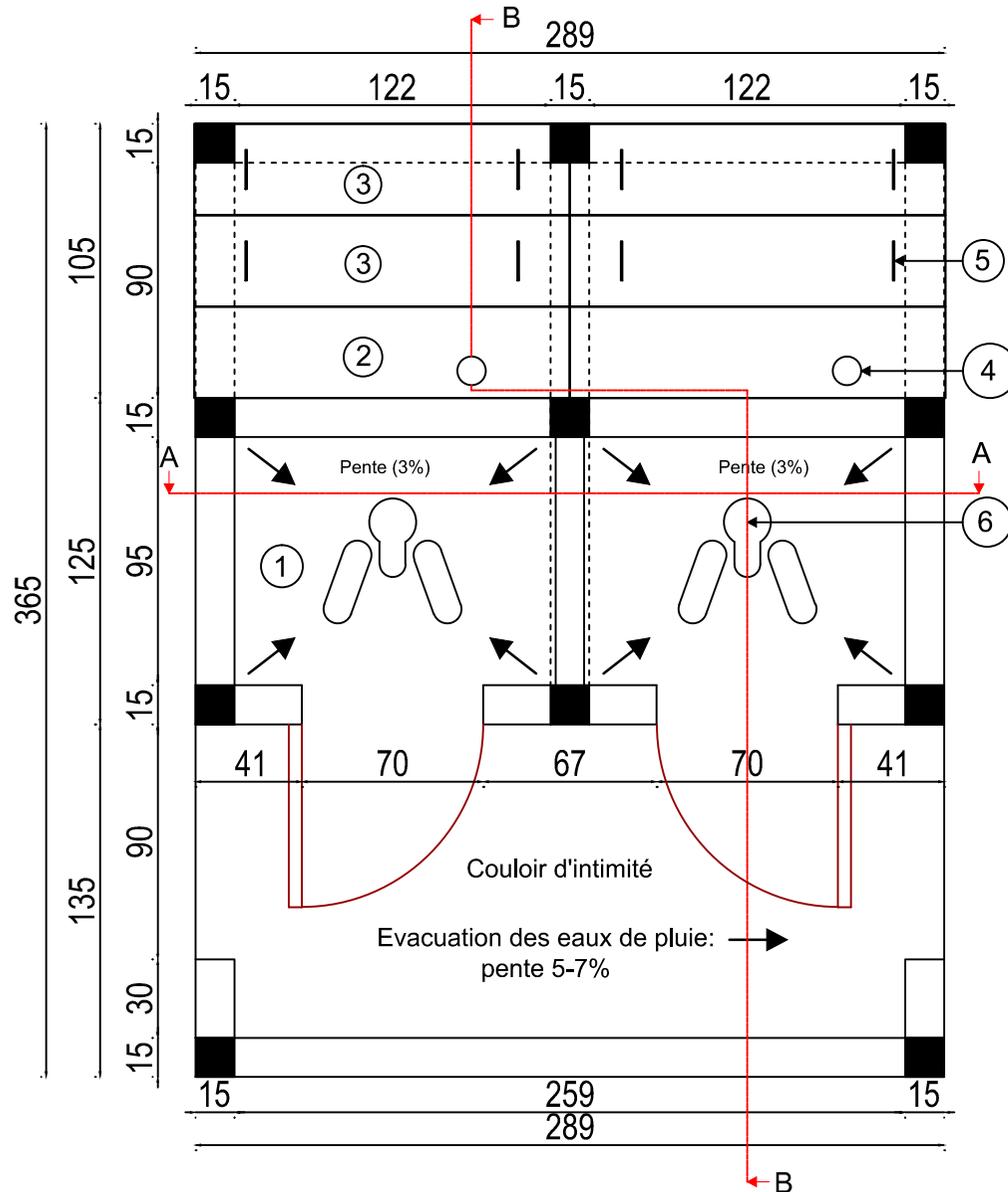


Unité : cm

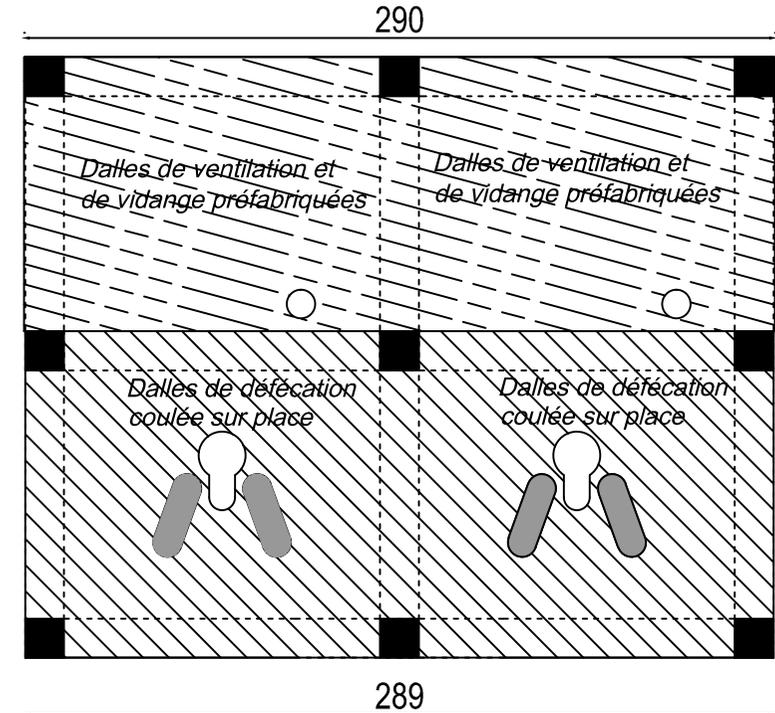


ANNEXE 6 : PLANS DES LATRINES AMELIOREES A FOSSE VENTILEE (VIP)

## VUE EN PLAN



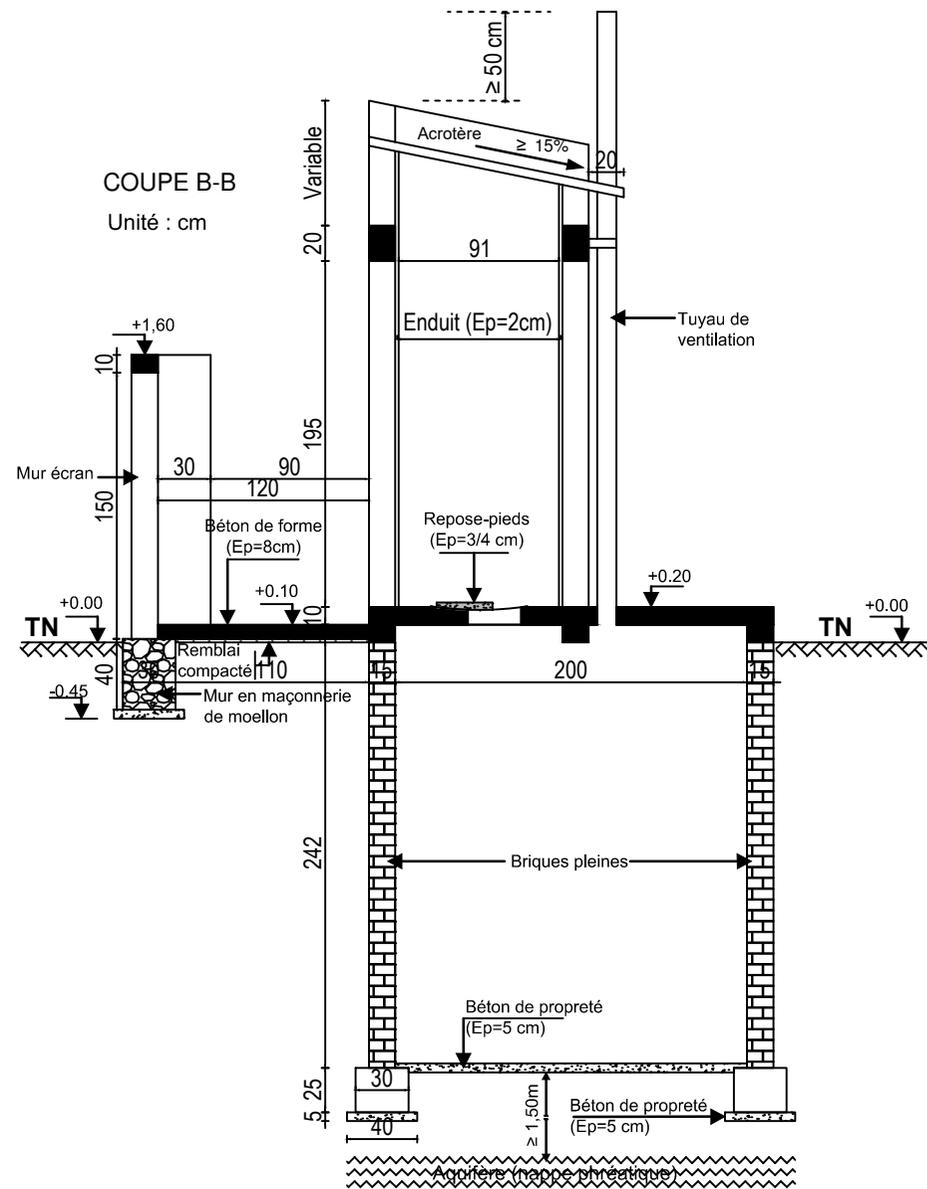
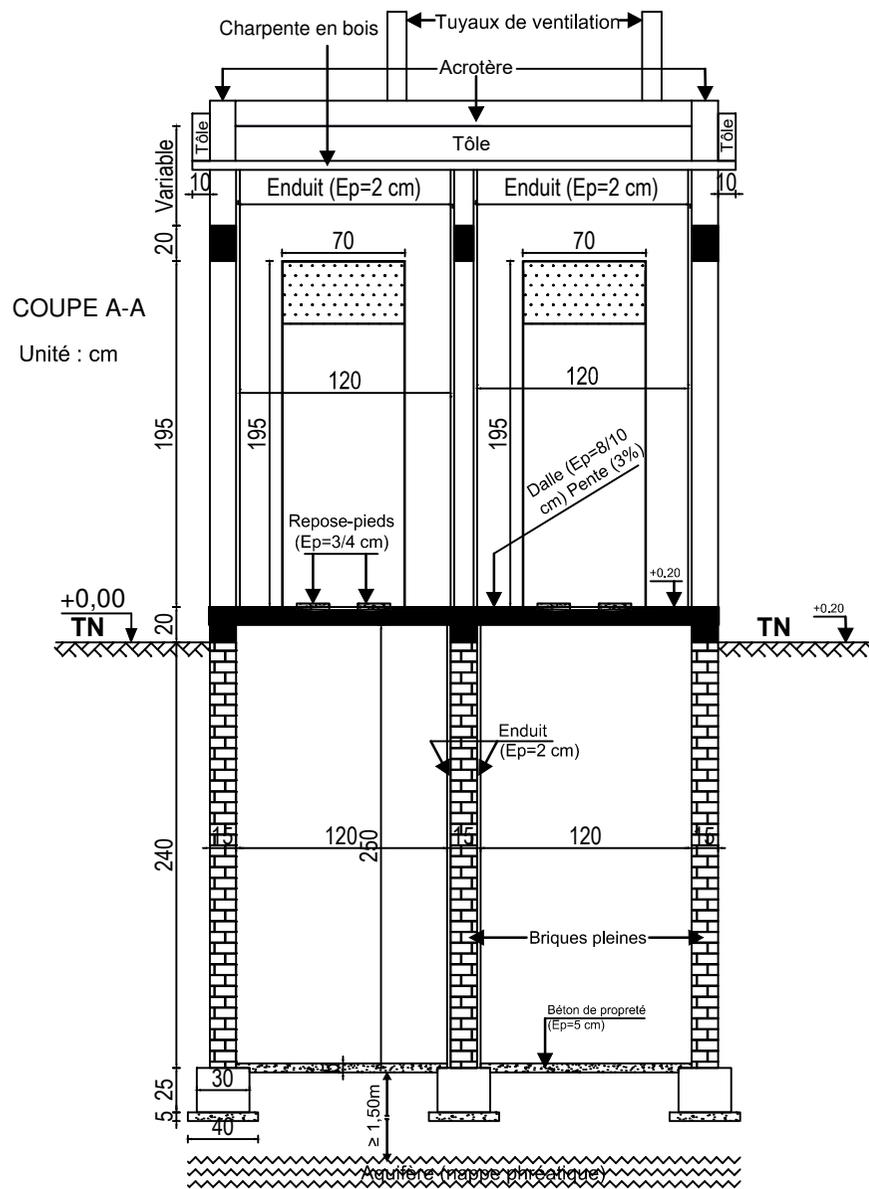
## COFFRAGE DES DALLES



### LEGENDE

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| ① Dalle de défécation  | ④ Tuyau de ventilation |
| ② Dalle de ventilation | ⑤ Poignée              |
| ③ Dalle de vidange     | ⑥ Trou de défécation   |

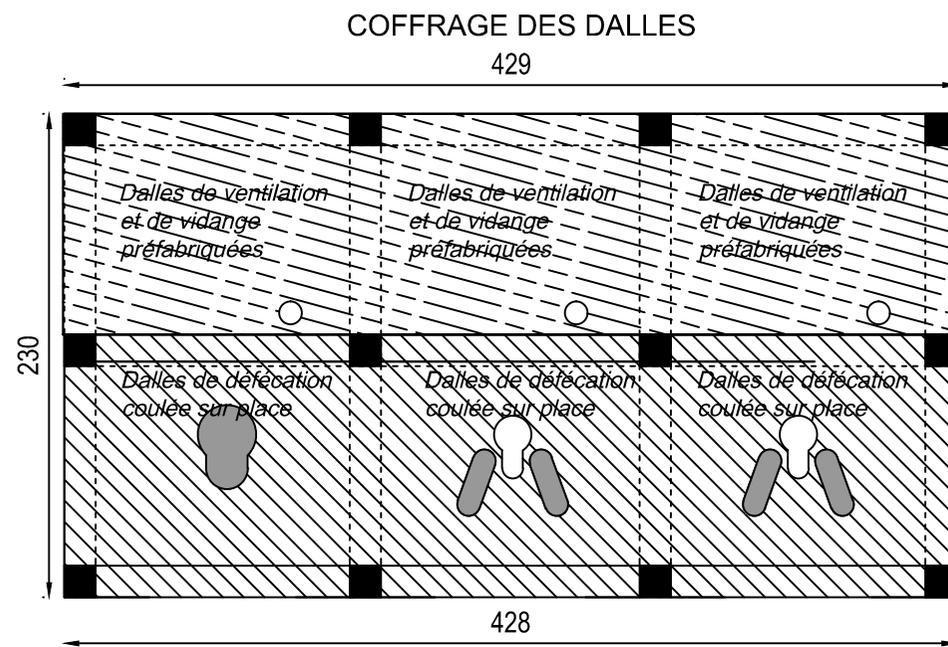
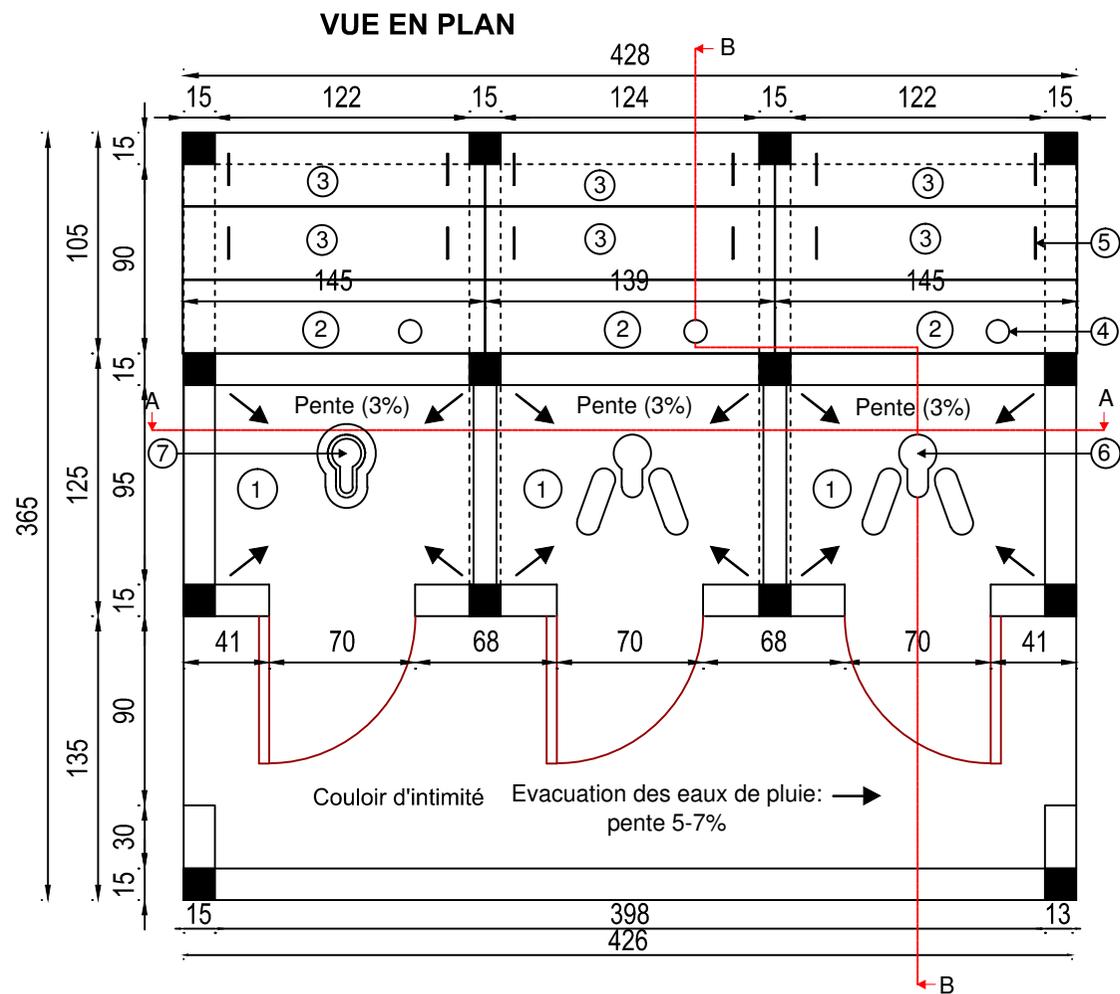
Unité : cm



ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

LATRINE AMELIOREE A FOSSE VENTILEE (VIP) A DEUX CABINES : VUES EN COUPE





#### LEGENDE

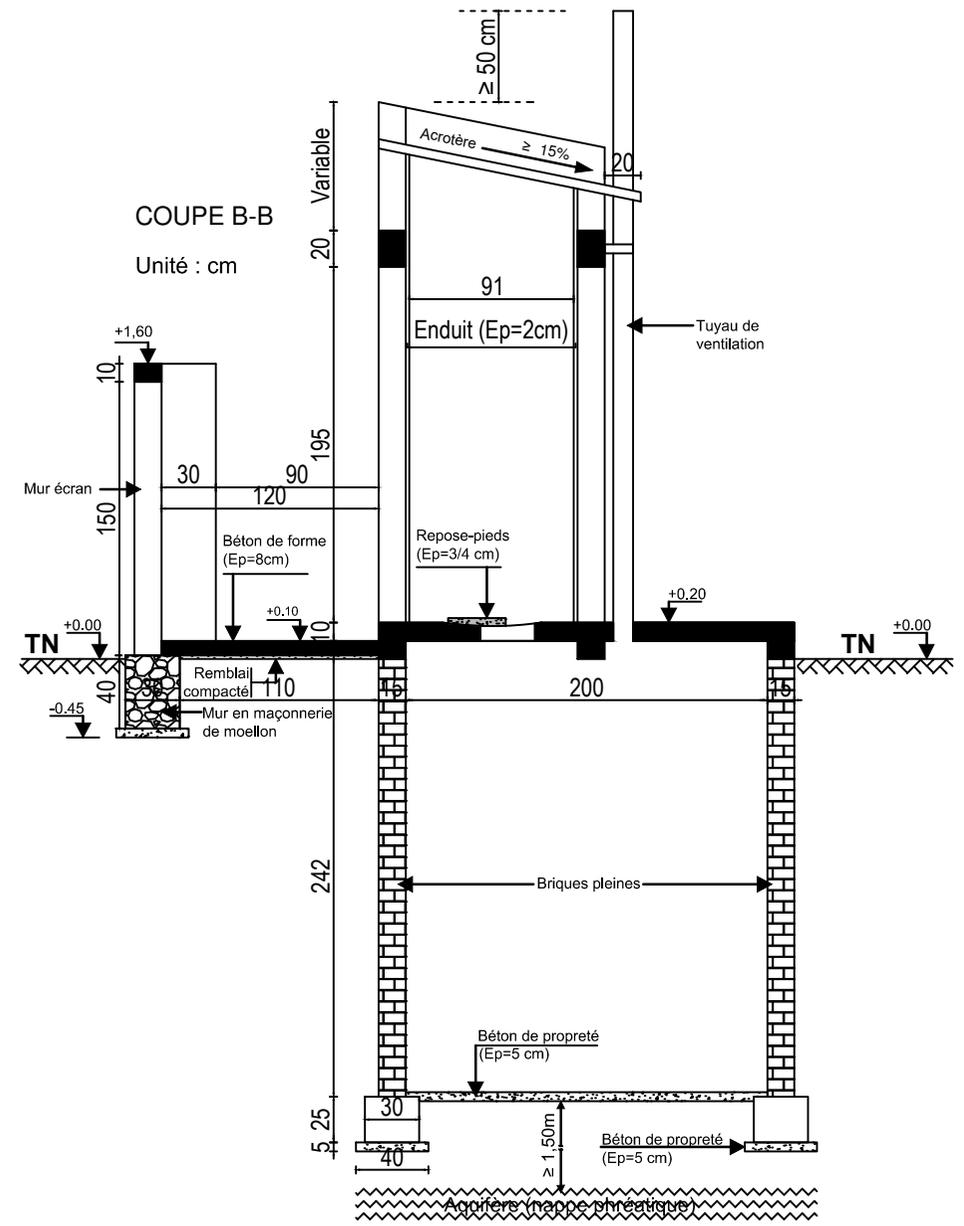
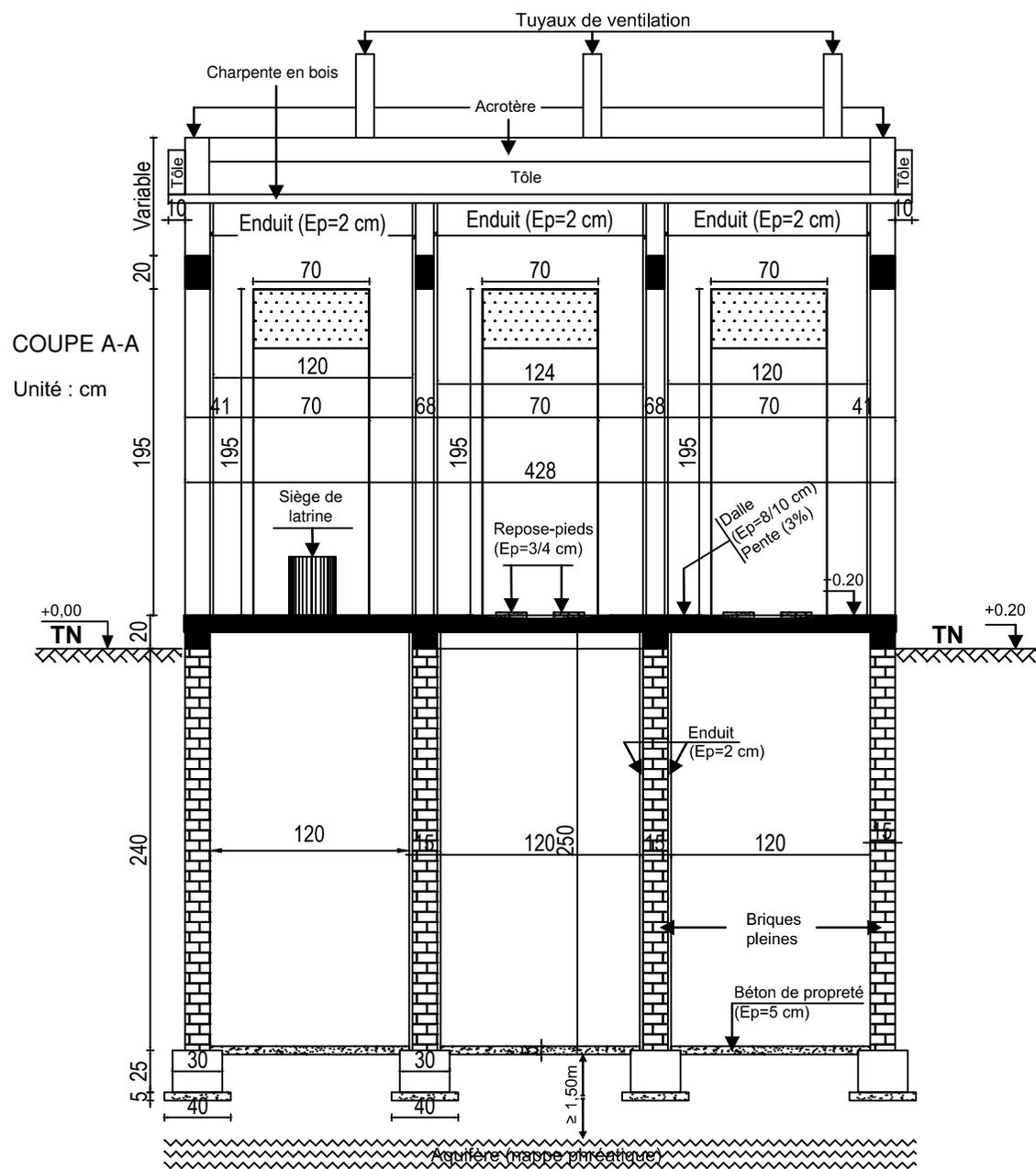
- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| ① Dalle de défécation  | ④ Tuyau de ventilation |
| ② Dalle de ventilation | ⑤ Poignée              |
| ③ Dalle de vidange     | ⑥ Trou de défécation   |
| Unité: cm              | ⑦ Siège de latrine     |



*ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD*

### LATRINE AMELIOREE A FOSSE VENTILEE (VIP) A TROIS CABINES : VUES EN PLAN



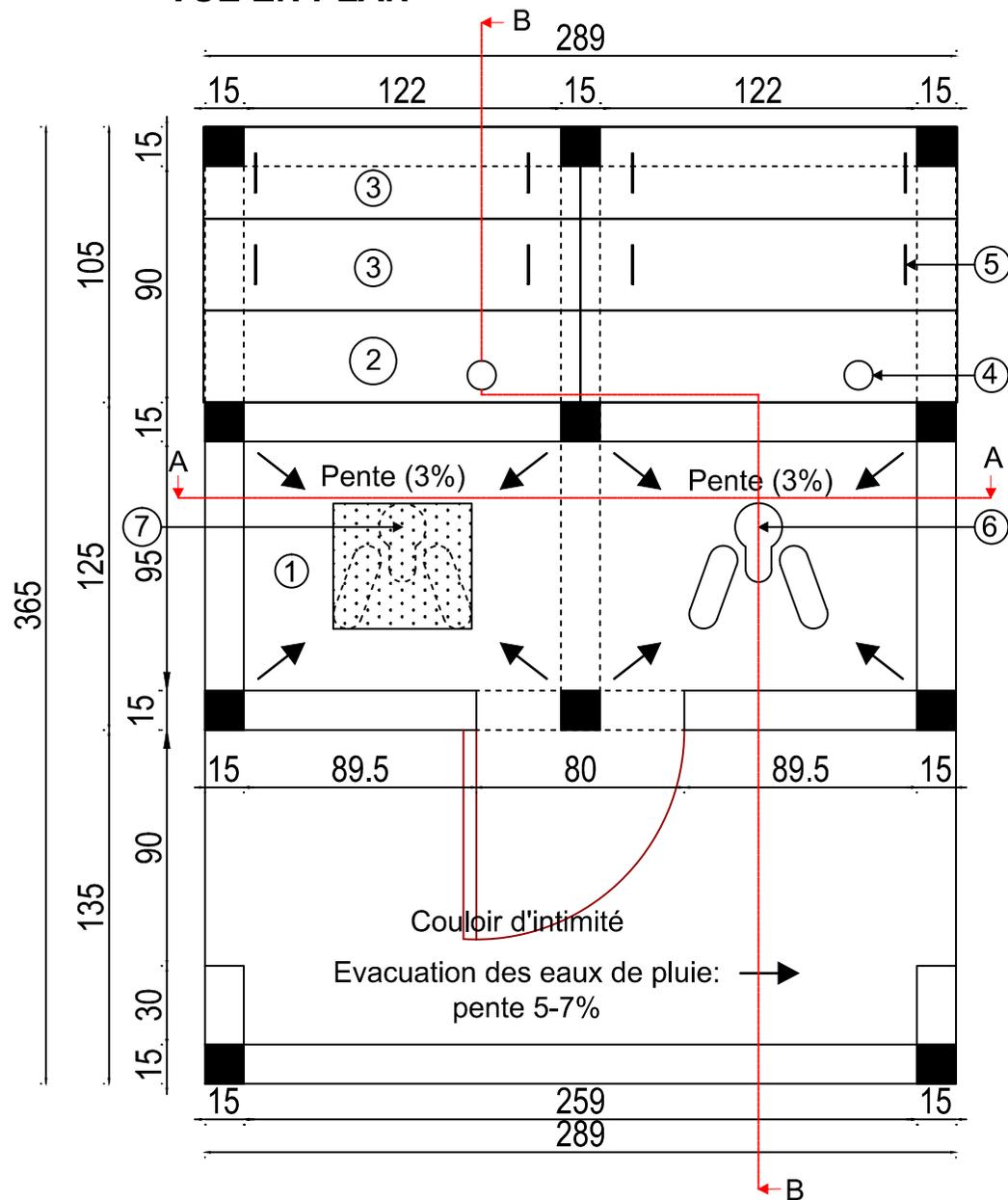


ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

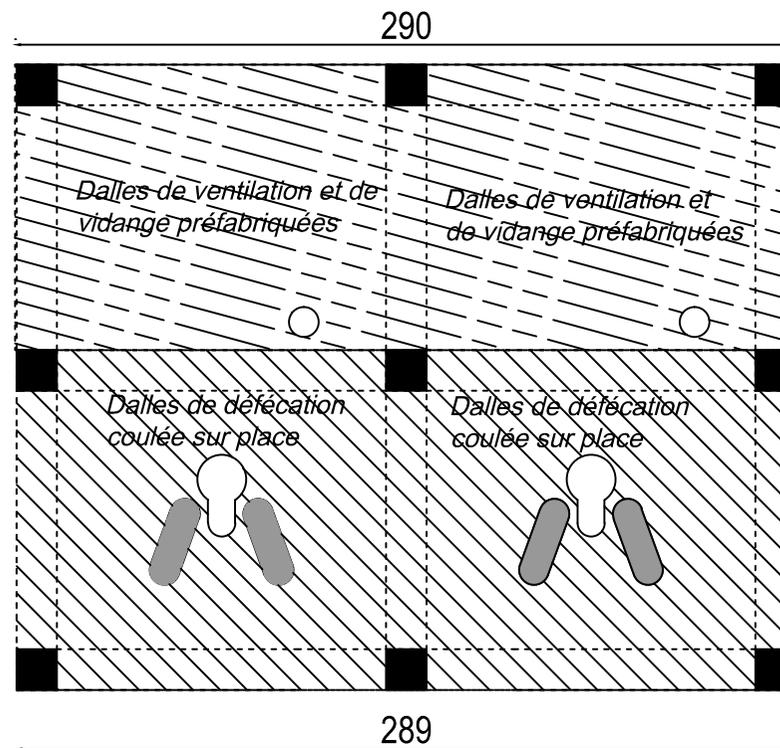
LATRINE AMELIOREE A FOSSE VENTILEE (VIP) A TROIS CABINES : VUES EN COUPE

**ANNEXE 7 : PLANS DES LATRINES AMELIOREES A DOUBLE FOSSES VENTILEES ALTERNEES**

# VUE EN PLAN



# COFFRAGE DES DALLES



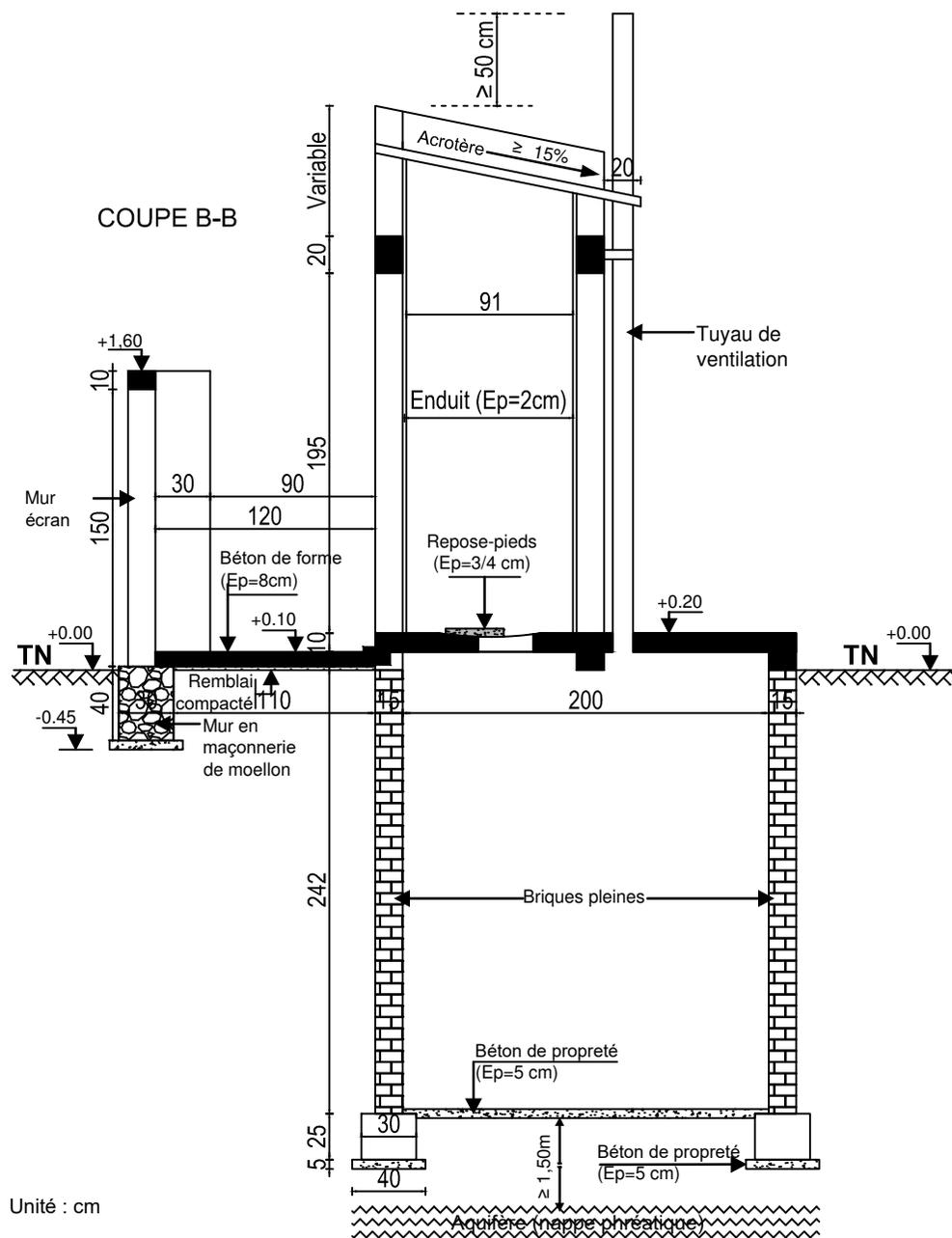
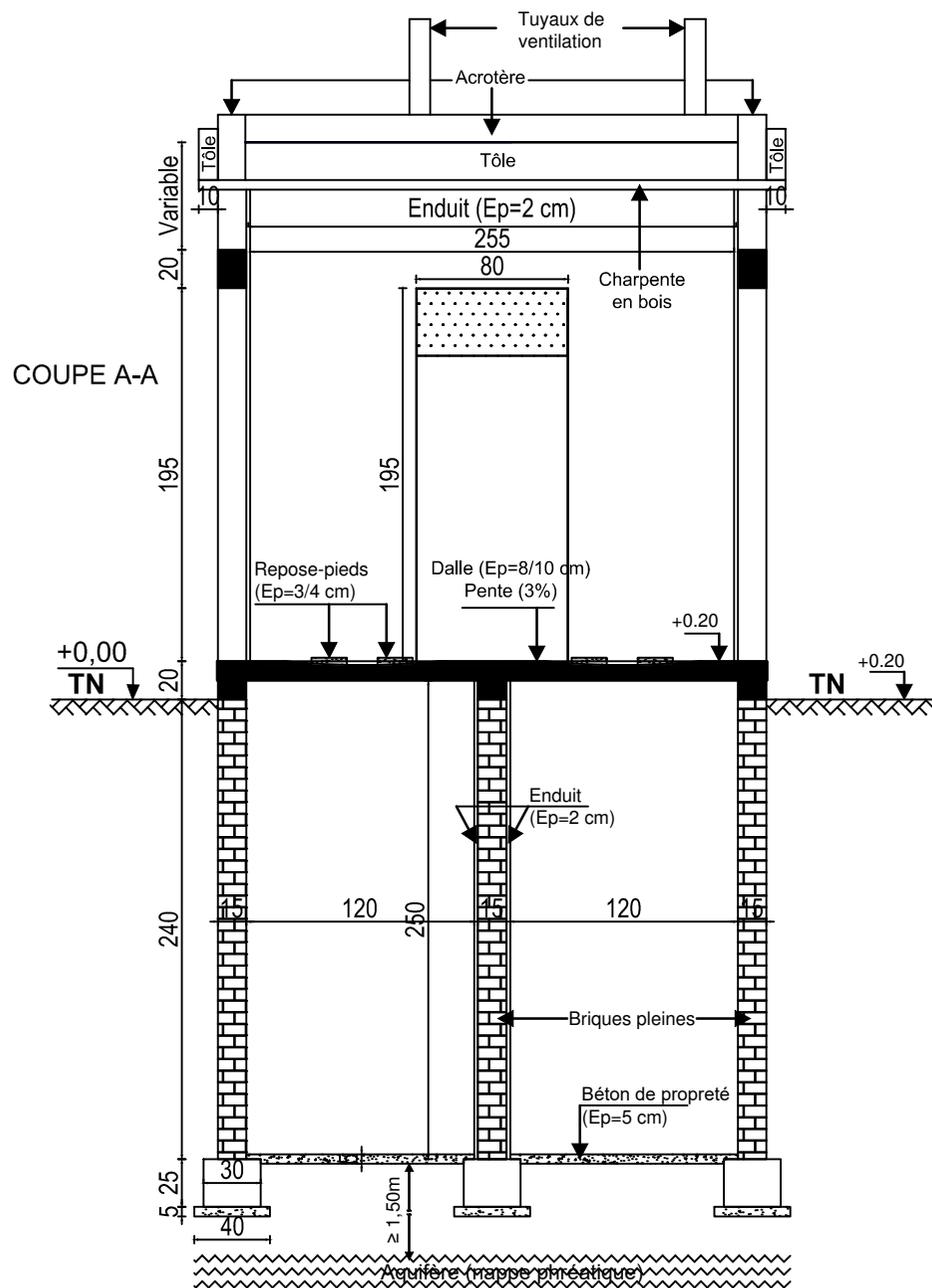
## LEGENDE

- ① Dalle de défécation
  - ② Dalle de ventilation
  - ③ Dalle de vidange
  - ④ Tuyau de ventilation
  - ⑤ Poignée
  - ⑥ Trou de défécation en service
  - ⑦ Trou de défécation en attente (fermé)
- Unité : cm

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

## LATRINE AMELIOREE A DOUBLE FOSSES VENTILEES ALTERNEES : VUES EN PLAN

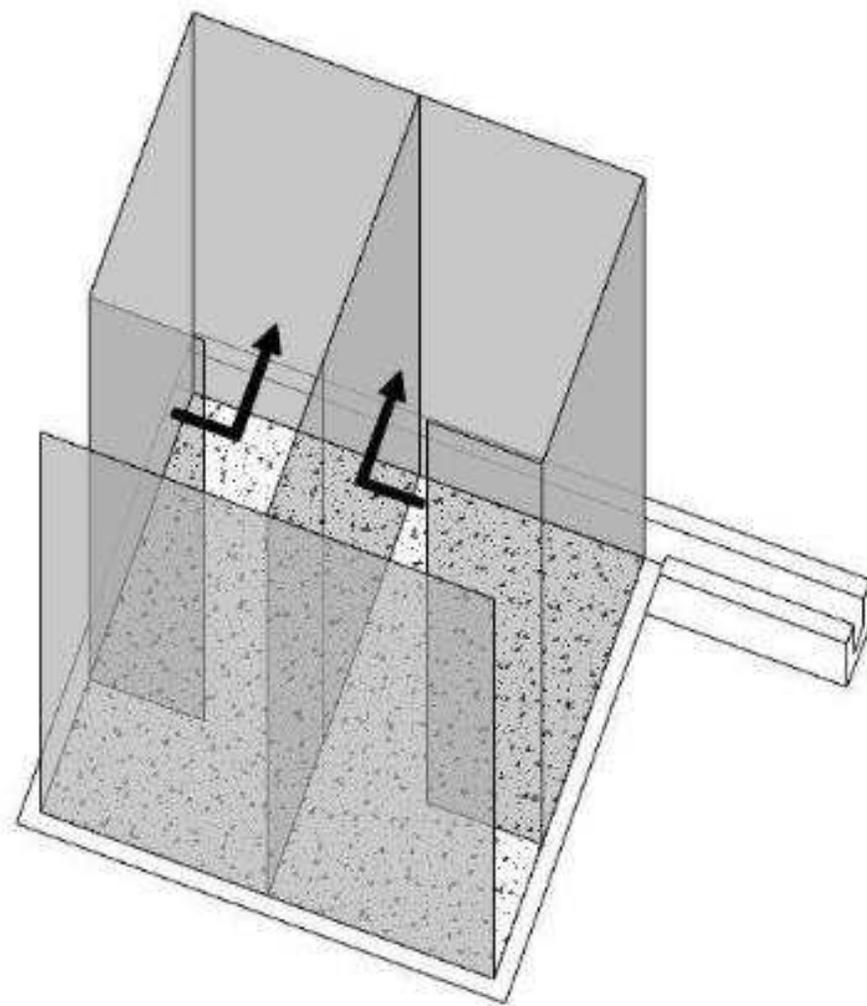




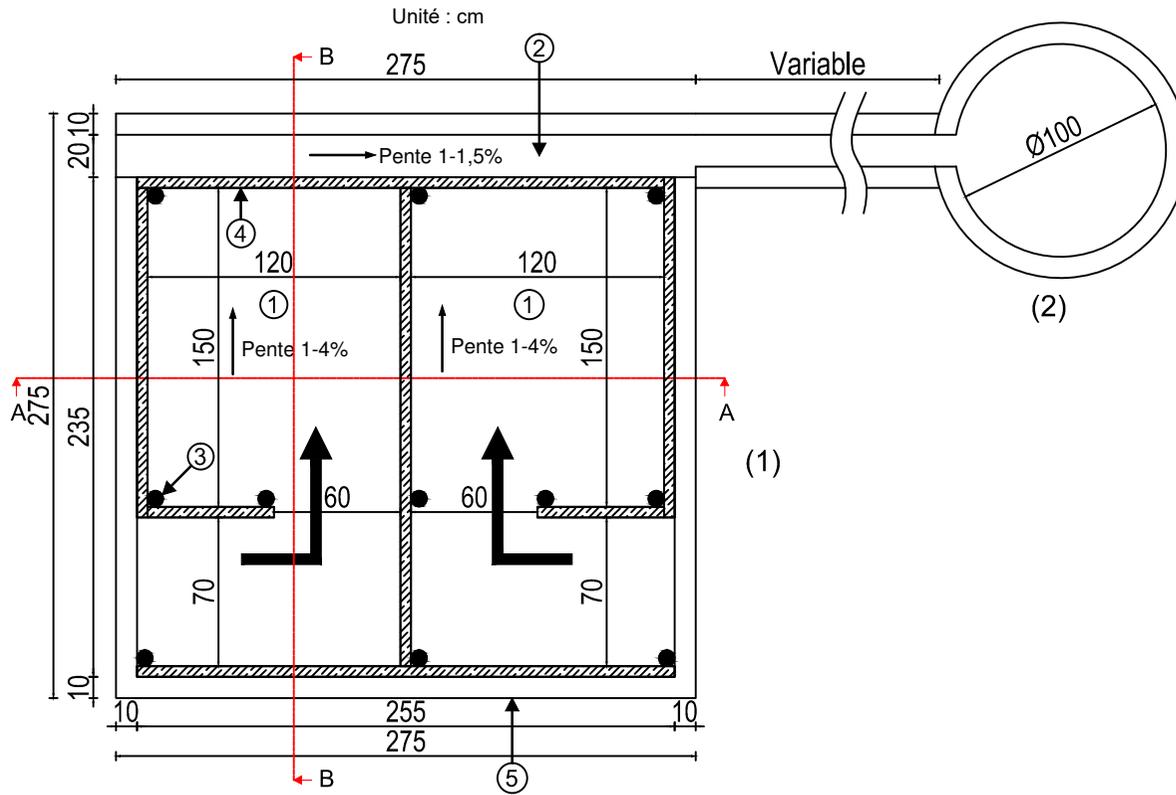
ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

LATRINE AMELIOREE A DOUBLE FOSSES VENTILEES ALTERNES : VUES EN COUPE

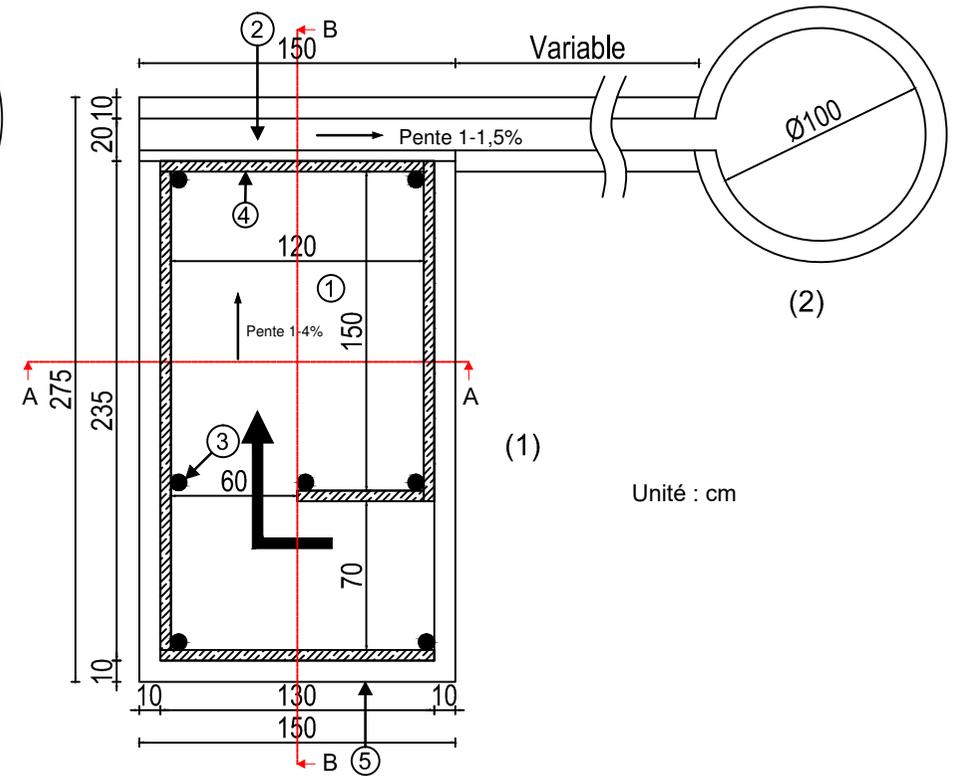
ANNEXE 8 : PLANS DES DOUCHES D'URGENCE



VUE EN PLAN DE L'ENSEMBLE (1) DOUCHE D'URGENCE DOUBLE CABINE - (2) PUIITS PERDU



VUE EN PLAN DE L'ENSEMBLE (1) DOUCHE D'URGENCE UNE CABINE - (2) PUIITS PERDU



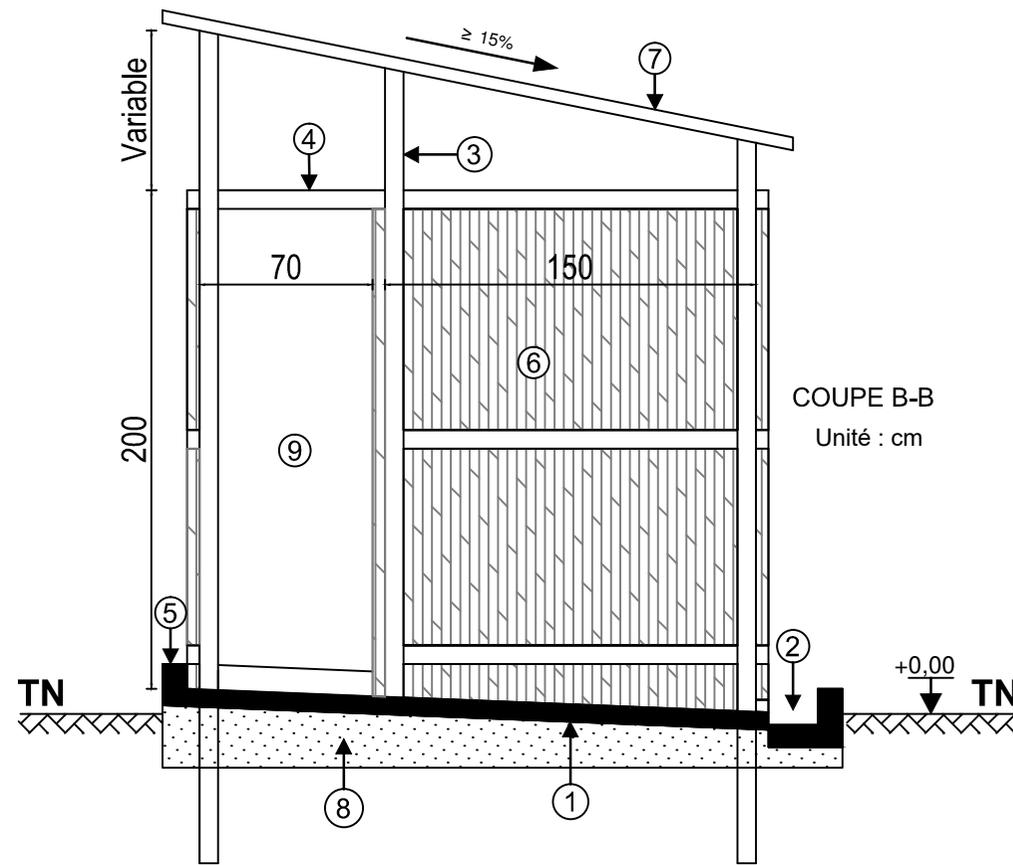
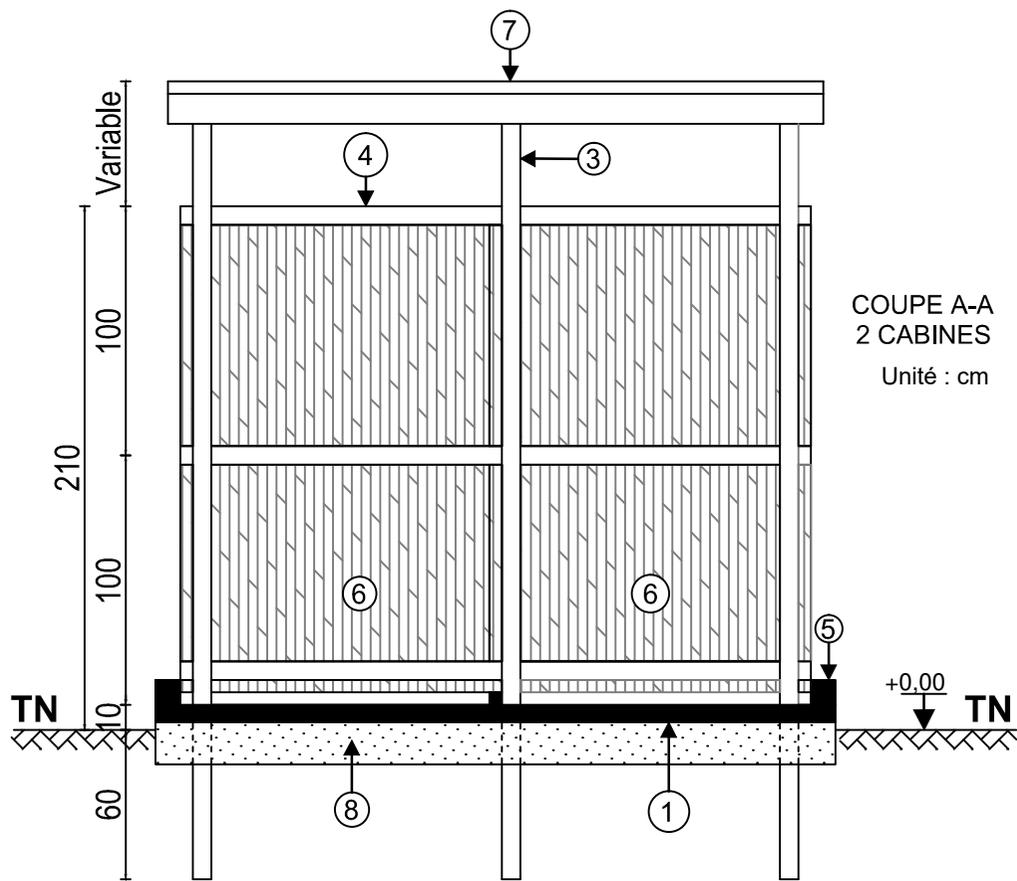
LEGENDE

- |                     |                       |   |
|---------------------|-----------------------|---|
| ① Dalle de douche   | ④ Porteur horizontal  | ⑦ Toiture (optionnelle)                                     |
| ② Canal de drainage | ⑤ Bordure protectrice | ⑧ Remblai de sable/gravier avec éventuellement du plastique |
| ③ Porteur vertical  | ⑥ Mur/clôture         | ⑨ Rideau (éventuel)   |

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

DOUCHES D'URGENCE EN MATERIAUX LOCAUX OU MODERNES: VUES EN PLAN





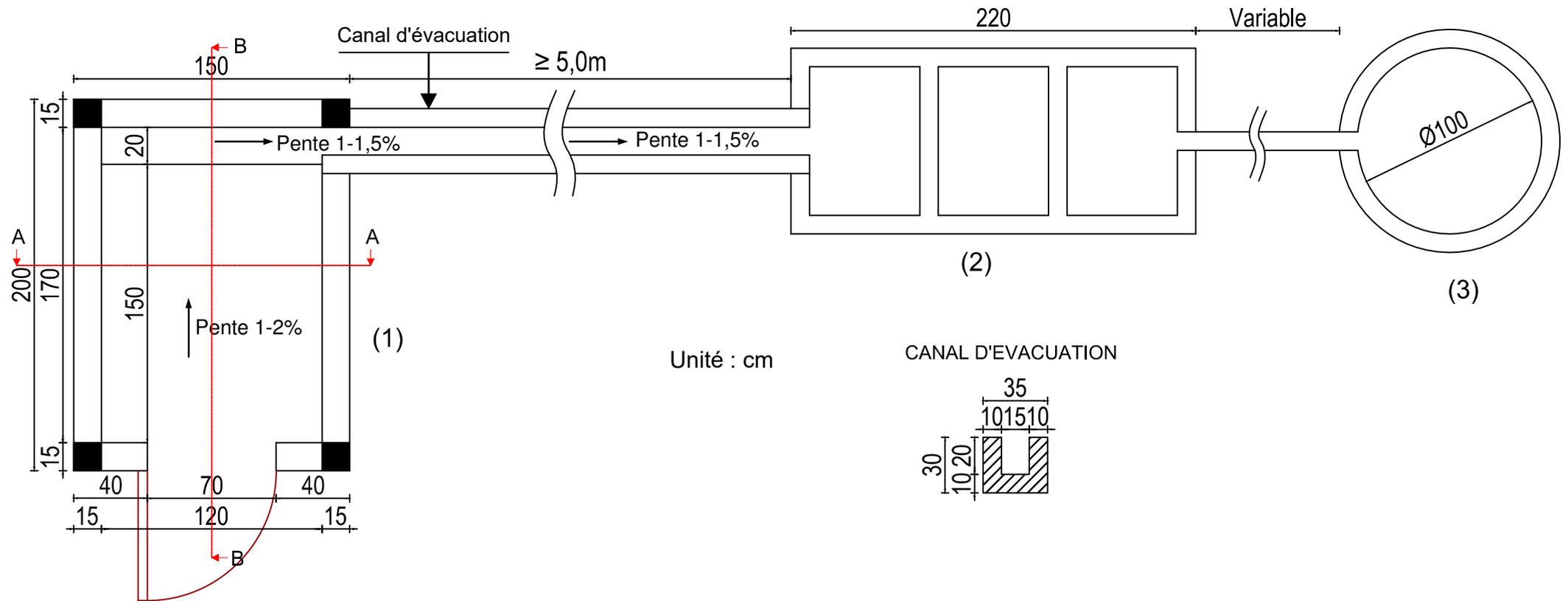
ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

DOUCHES D'URGENCE EN MATERIAUX LOCAUX OU MODERNES: VUES EN COUPE



**ANNEXE 9 : PLANS DES DOUCHES DURABLES**

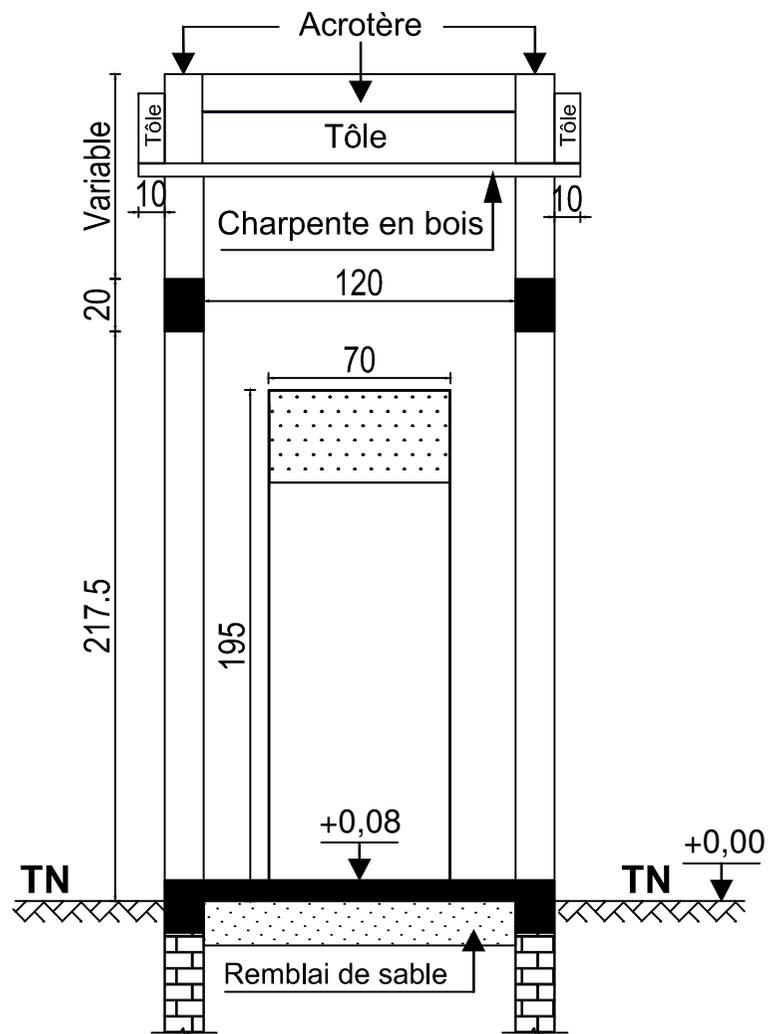
## VUE EN PLAN DE L'ENSEMBLE (1) DOUCHE - (2) BAC DEGRAISSEUR - (3) PUIITS PERDU



ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

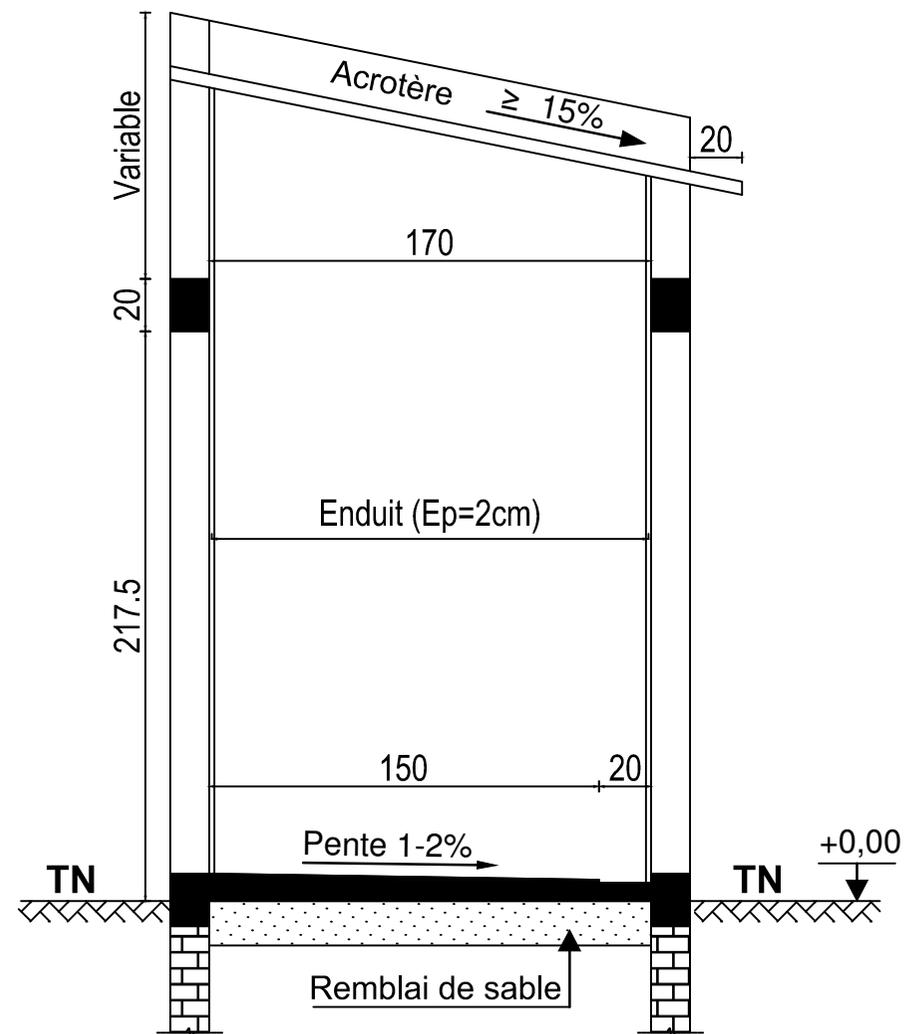


### DOUCHE DURABLE D'UNE CABINE : VUES EN PLAN



COUPE A-A

Unité : cm



COUPE B-B

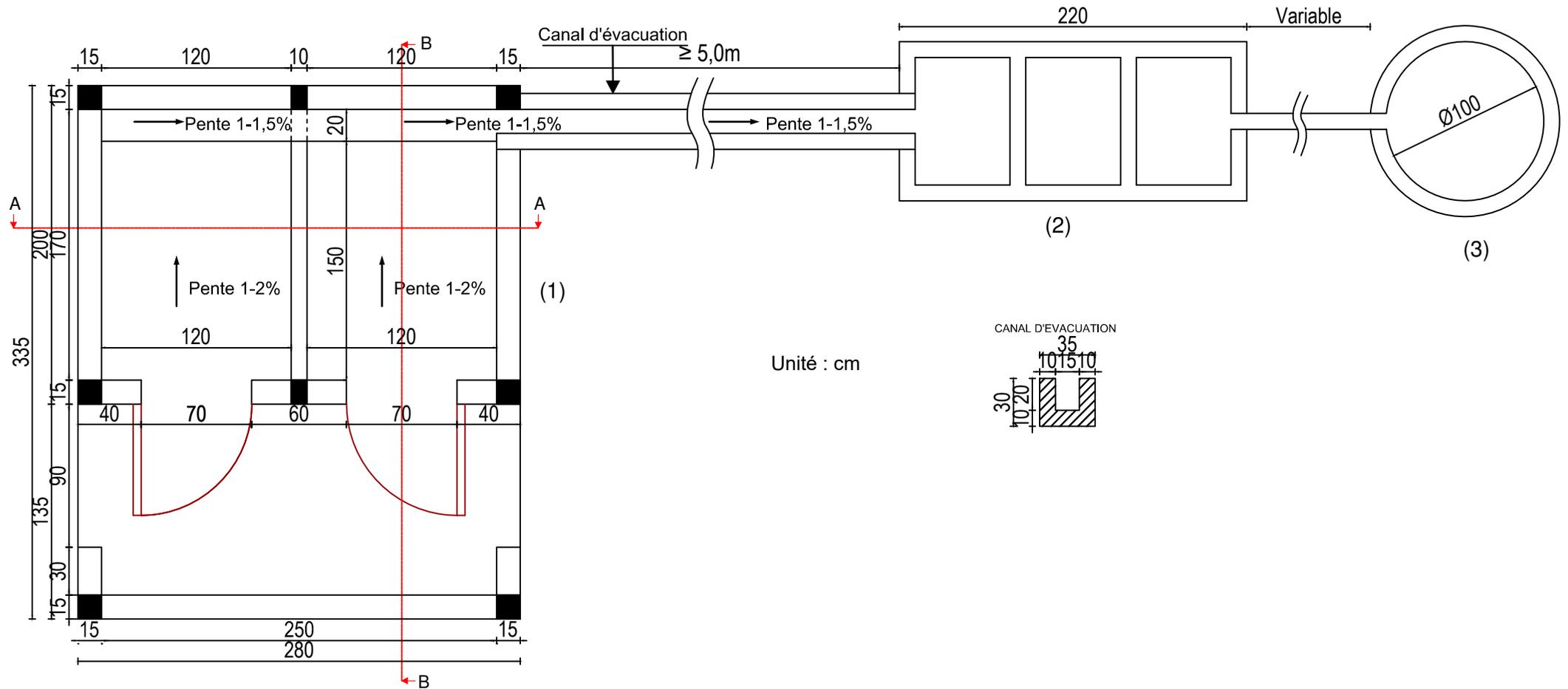


ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD



DOUCHE DURABLE D'UNE CABINE : VUES EN COUPE

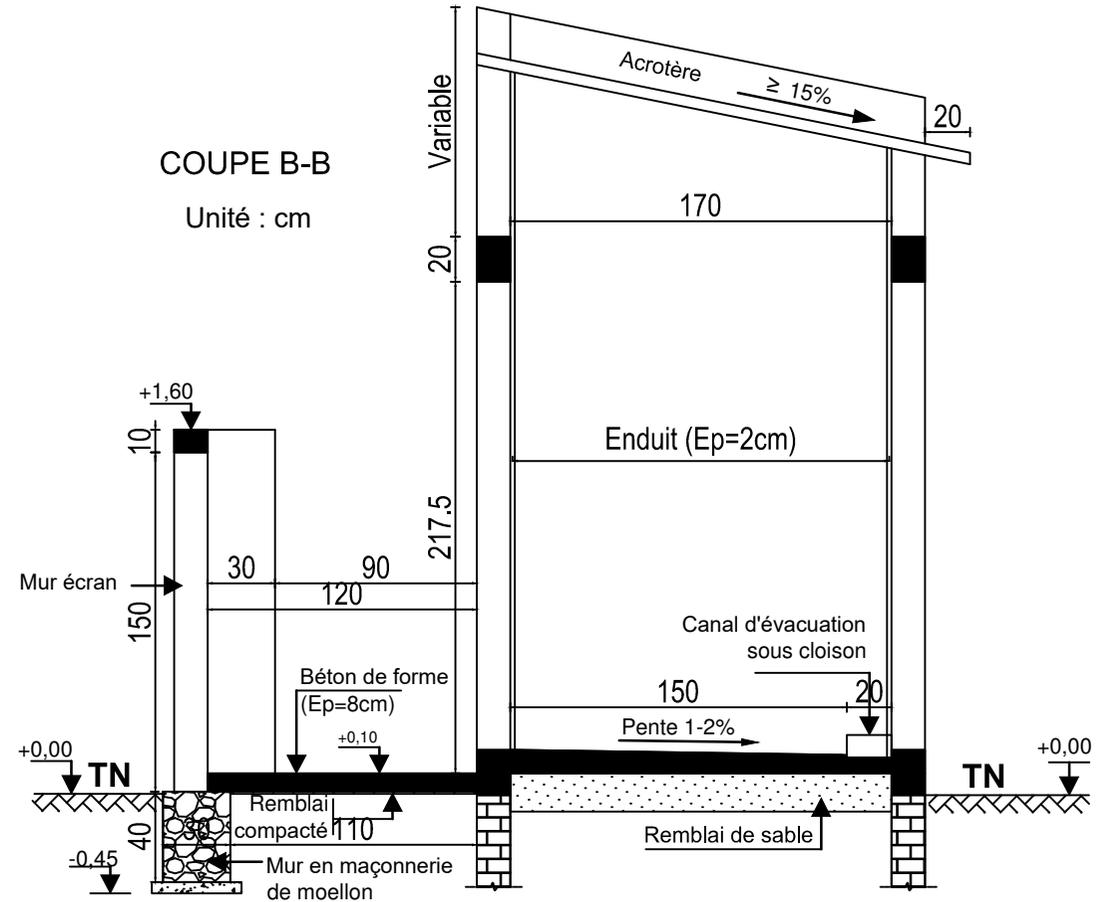
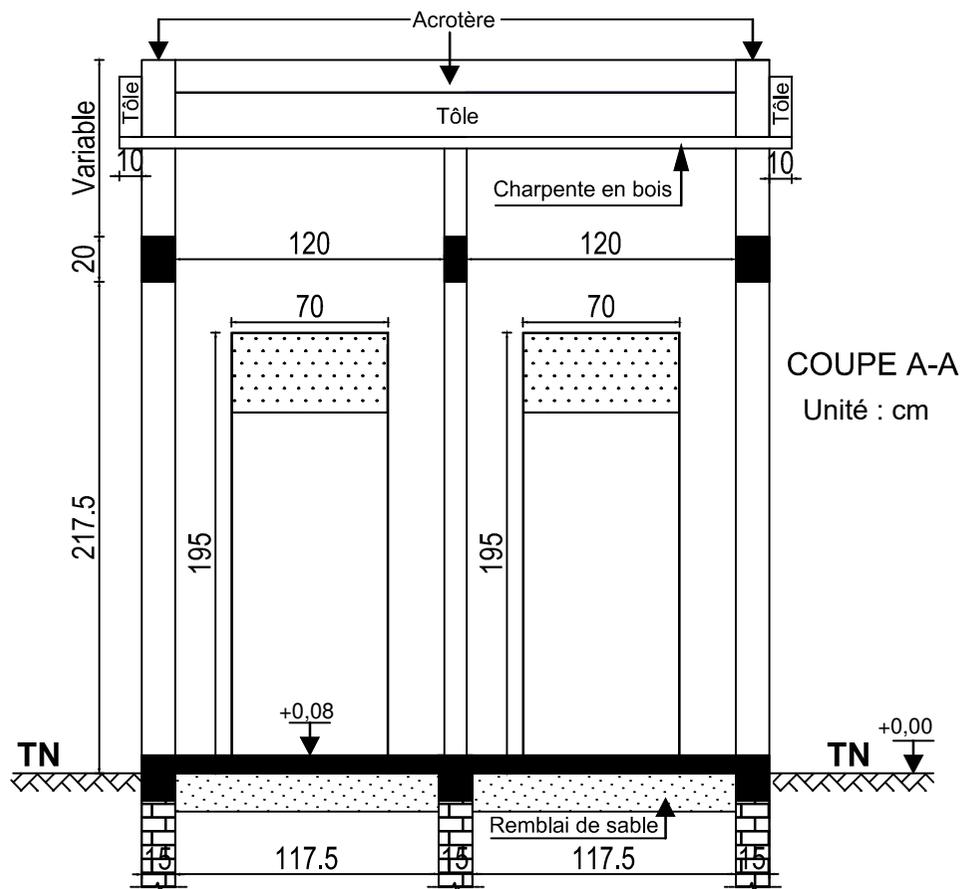
VUE EN PLAN DE L'ENSEMBLE (1) DOUCHE - (2) BAC DEGRAISSEUR - (3) PUIITS PERDU (VUE GENERALE)



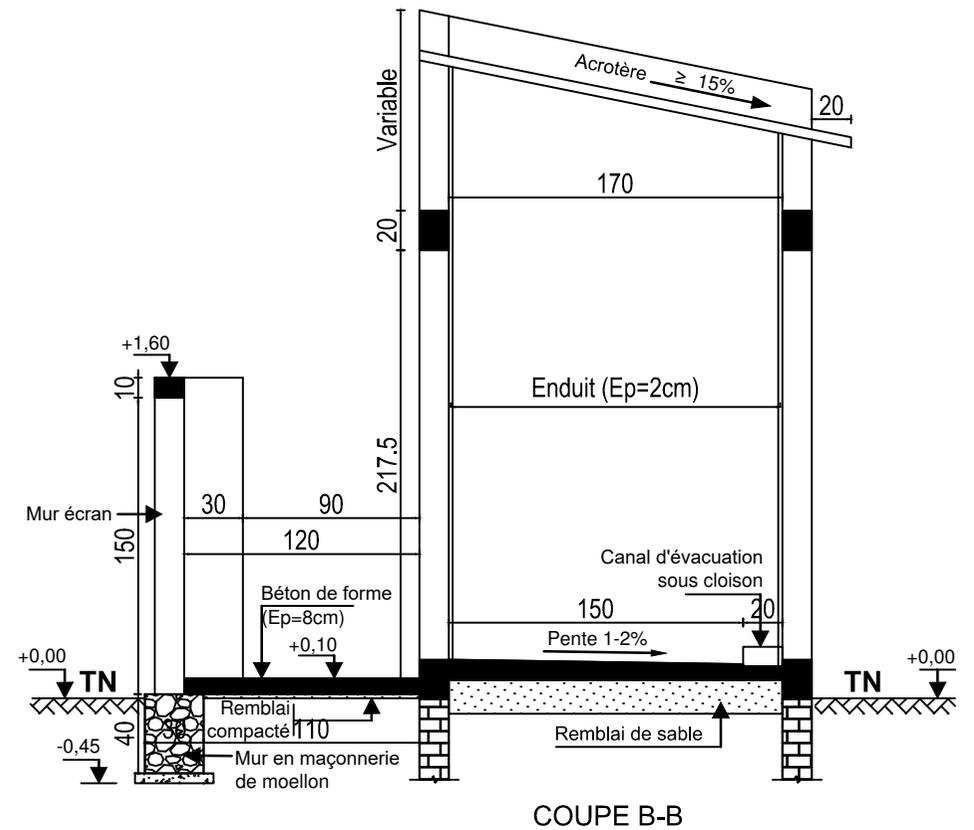
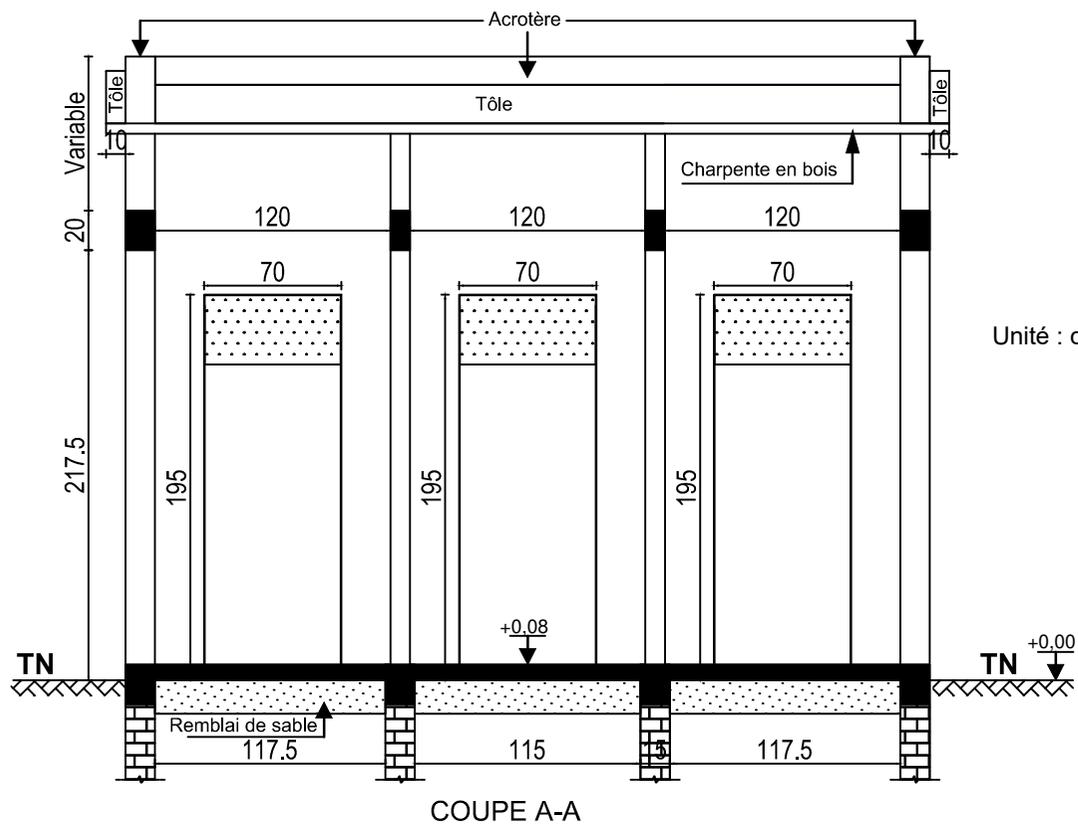
ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

DOUCHE DURABLE DE DEUX CABINES : VUES EN PLAN



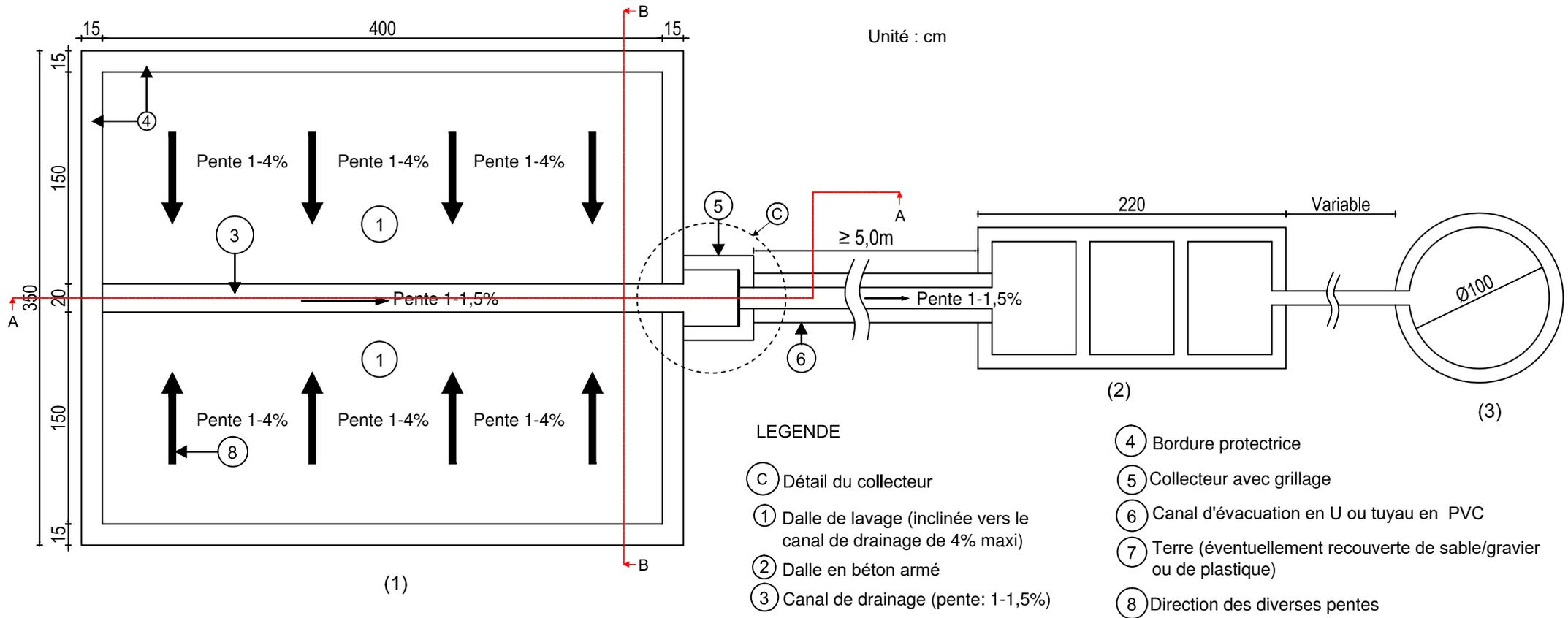




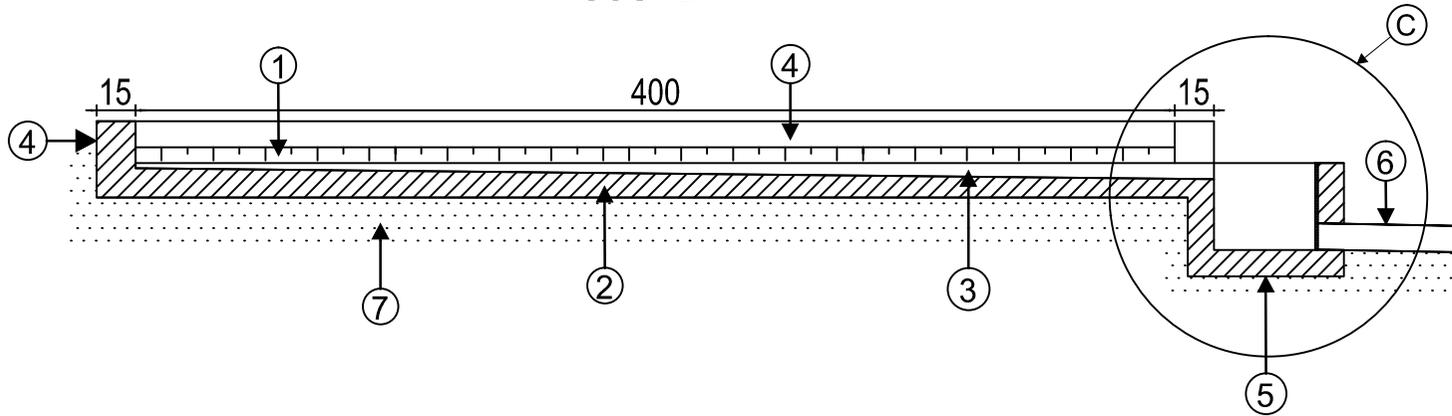


**ANNEXE 10 : PLANS DES AIRES DE LAVAGE**

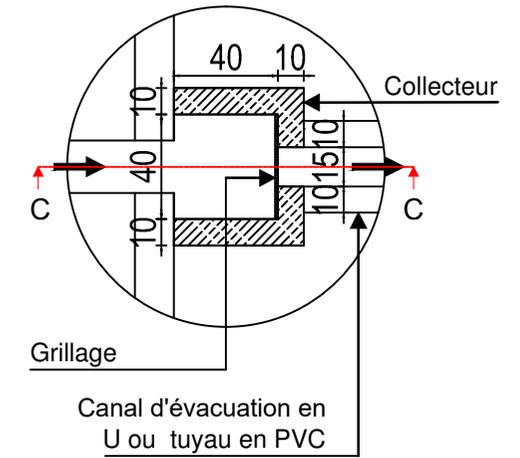
VUE EN PLAN DE L'ENSEMBLE (1) AIRE DE LAVAGE - (2) BAC DEGRAISSEUR - (3) PUIITS PERDU



COUPE A-A

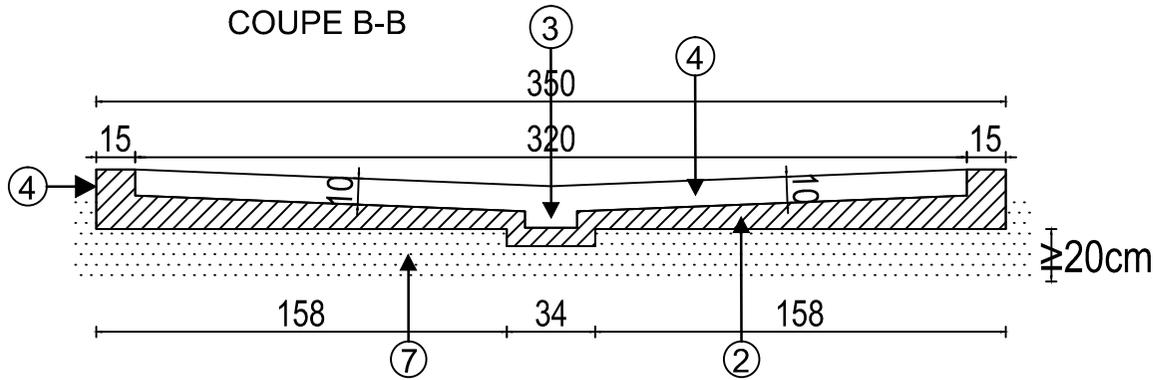


© DETAIL DU COLLECTEUR

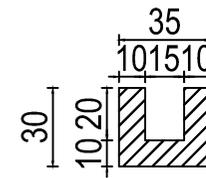


Unité : cm

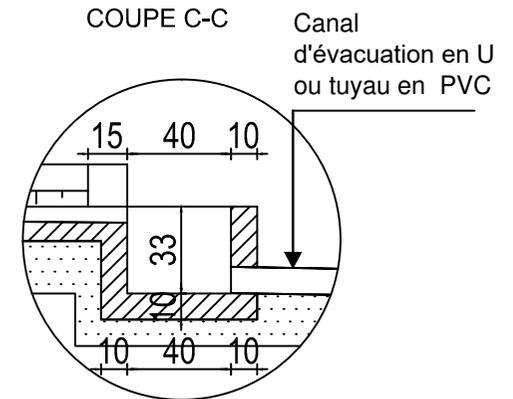
COUPE B-B



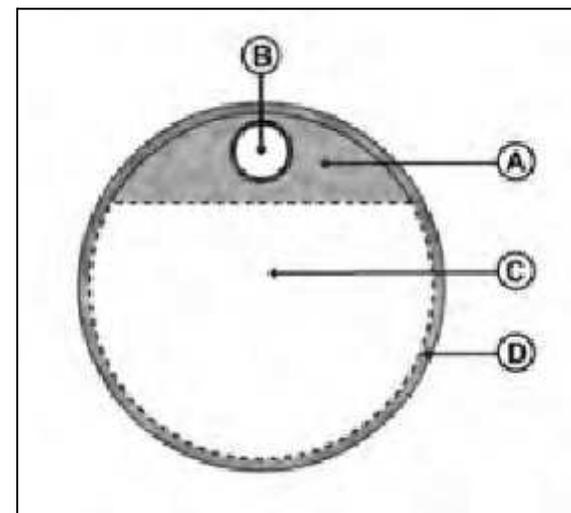
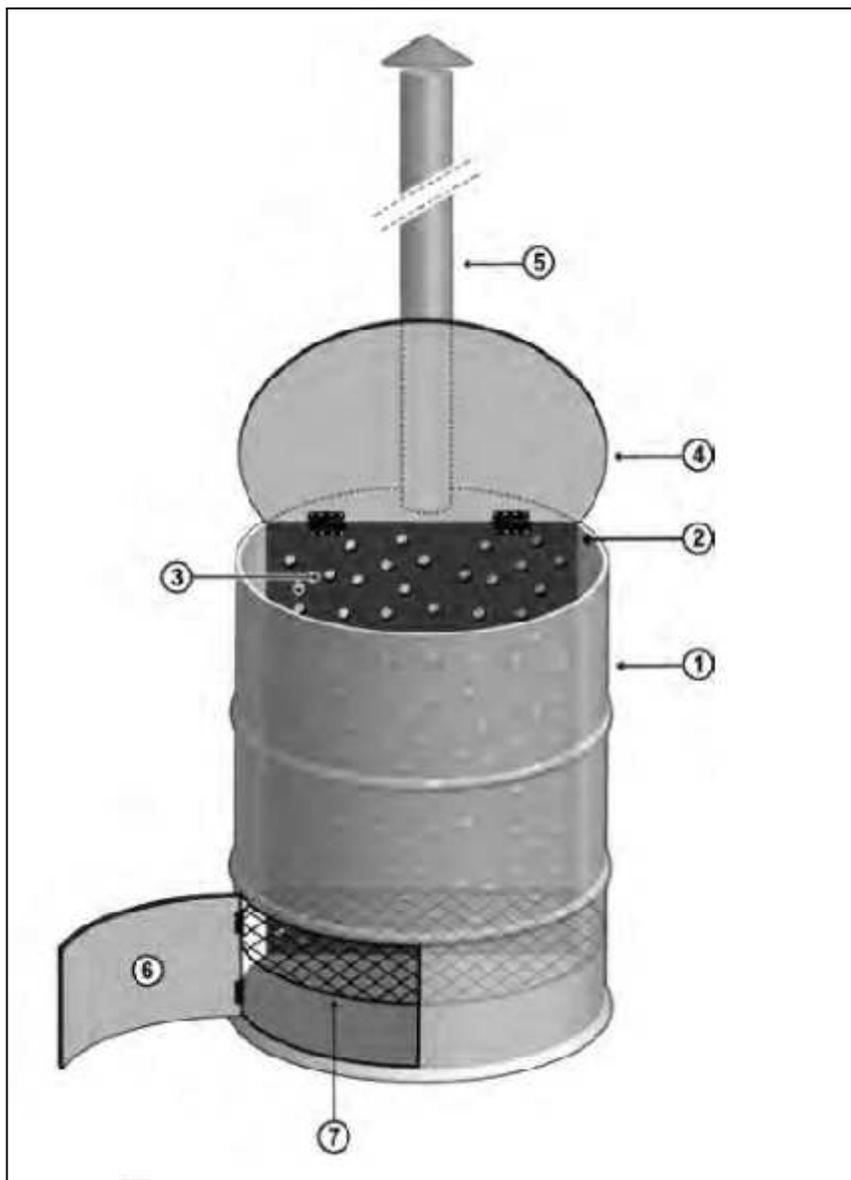
CANAL D'EVACUATION



COUPE C-C



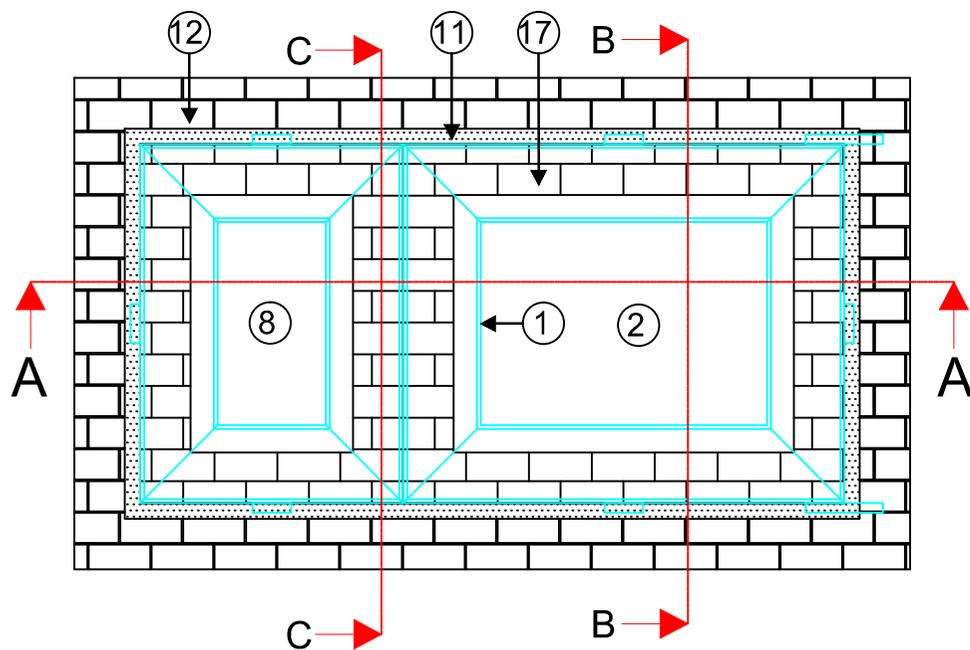
ANNEXE 11 : FIGURES D'UN REDUCTEUR DE VOLUME TEMPORAIRE



- A. Haut du fût (partie non coupée)
- B. Trou pour la cheminée
- C. Chambre de combustion (grande)
- D. Découpe du couvercle

- 1. Fût métallique, 200 l
- 2. Plaque métallique perforée
- 3. Perforations dans la plaque métallique pour le flux d'air
- 4. Trappe de chargement
- 5. Cheminée avec son chapeau
- 6. Trappe à cendres (utilisable pour réguler le flux d'air)
- 7. Grillage métallique (ou treillis lourd)

ANNEXE 12 : PLANS DE L'INCINERATEUR DE MONTFORT



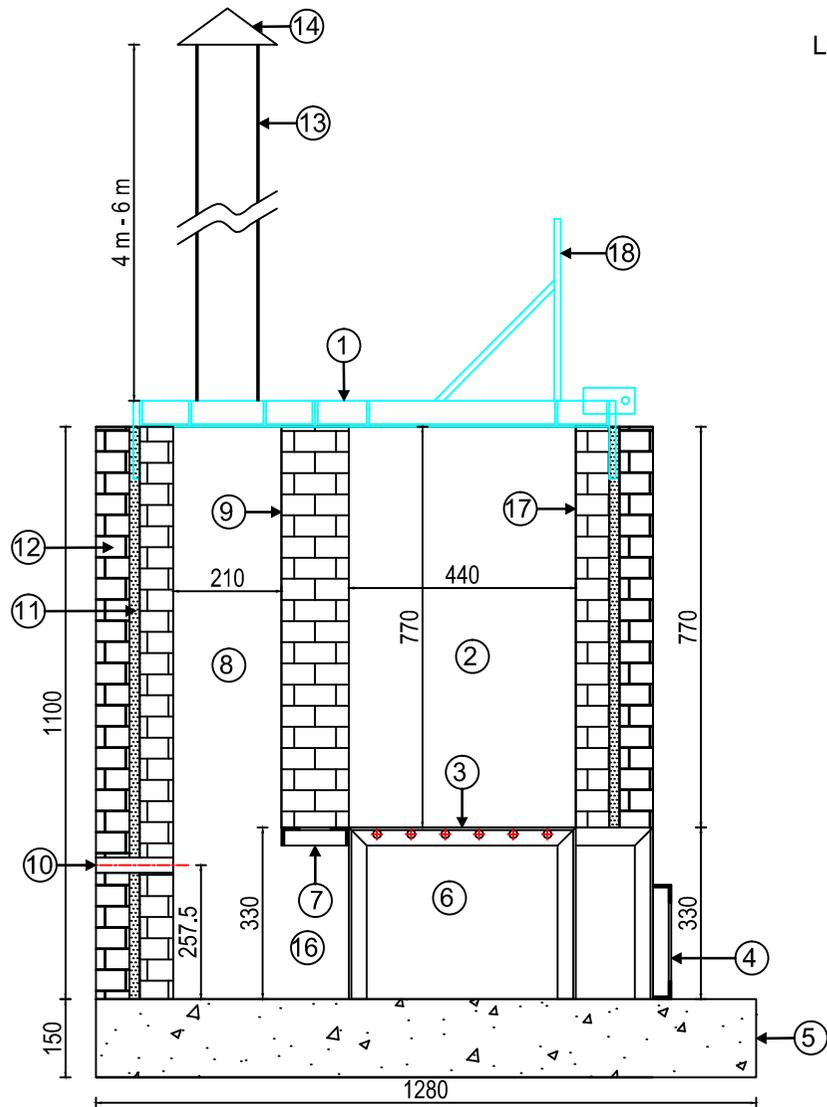
## LEGENDE

- ① Ensemble métallique: Trappe de chargement -Spigot de cheminée
- ② Chambre de combustion primaire
- ③ Grille-support
- ④ Porte frontale
- ⑤ Fondation en béton armé

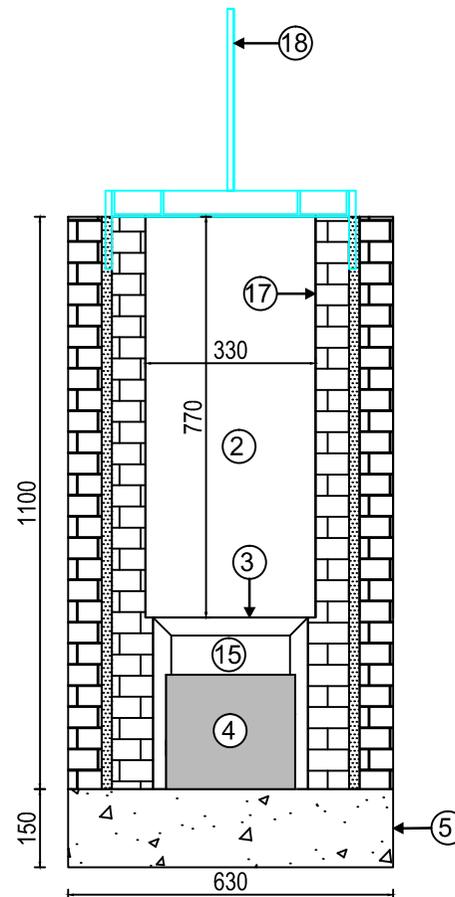
- ⑥ Dépôt de cendres
- ⑦ Support horizontal de cloison
- ⑧ Chambre de combustion secondaire
- ⑨ Double mur en briques réfractaires
- ⑩ Trou d'aération supplémentaire
- ⑪ Sable d'isolation
- ⑫ Mur d'isolation (éventuel)
- ⑬ Cheminée
- ⑭ Chapeau de cheminée
- ⑮ Trou d'aération principale
- ⑯ Couloir d'air
- ⑰ Mur intérieur en briques réfractaires
- ⑱ Poignée

L'INCINERATEUR DE MONTFORT

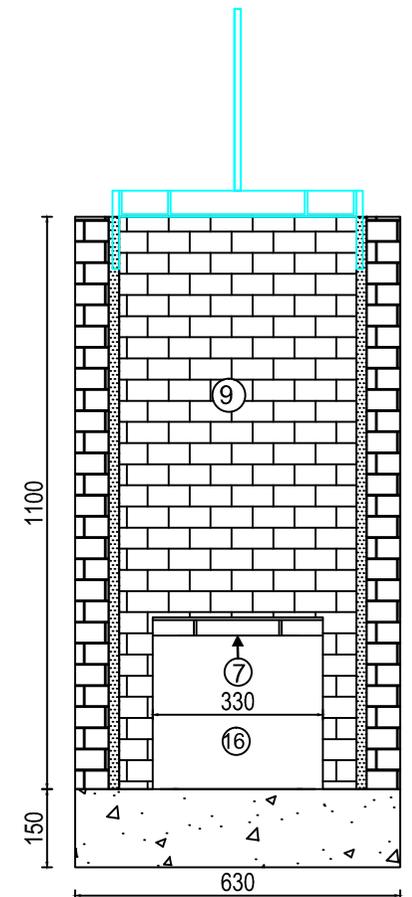
Unité : mm



COUPE A-A



COUPE B-B



COUPE C-C

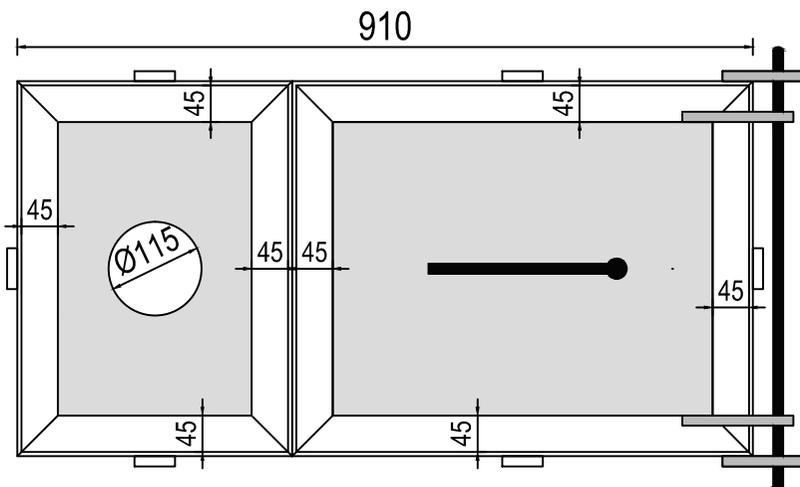


ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

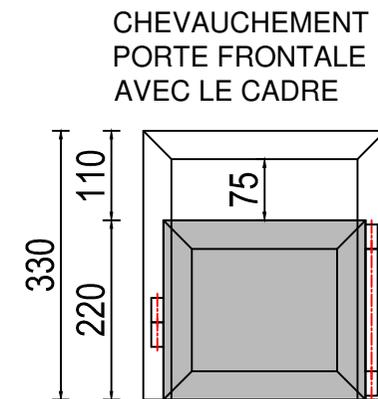
INCINERATEUR DE MONTFORT : VUES EN COUPE



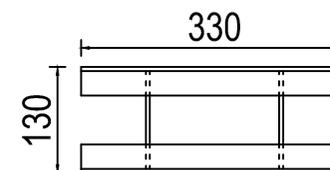
# ENSEMBLE "TRAPPE DE CHARGEMENT ET DU SPIGOT DE CHEMINÉE"



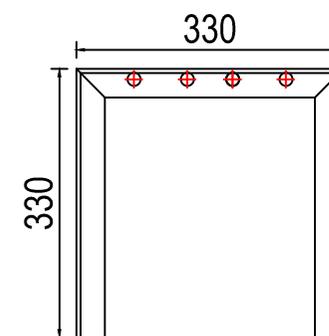
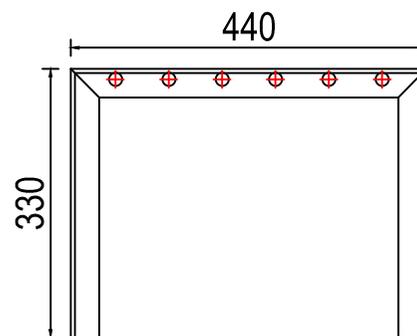
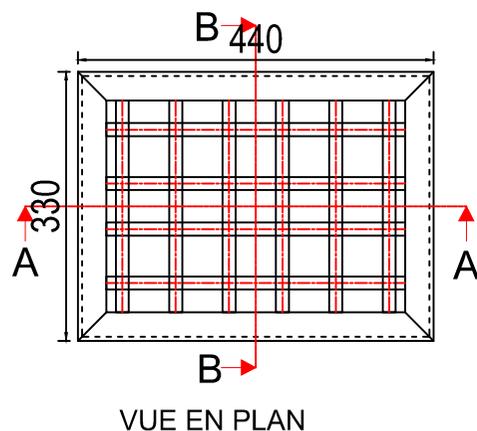
Unité : mm



SUPPORT HORIZONTAL DE  
CLOISON : VUE EN PLAN

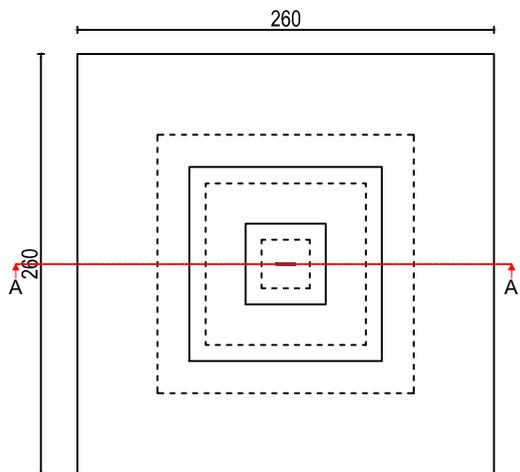


GRILLE - SUPPORT

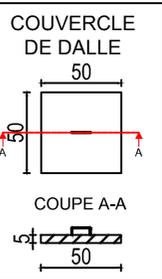
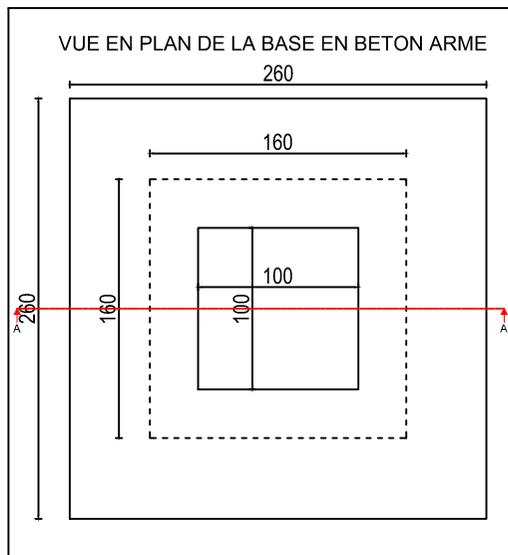


**ANNEXE 13 : PLANS DES FOSSES A RESIDUS**

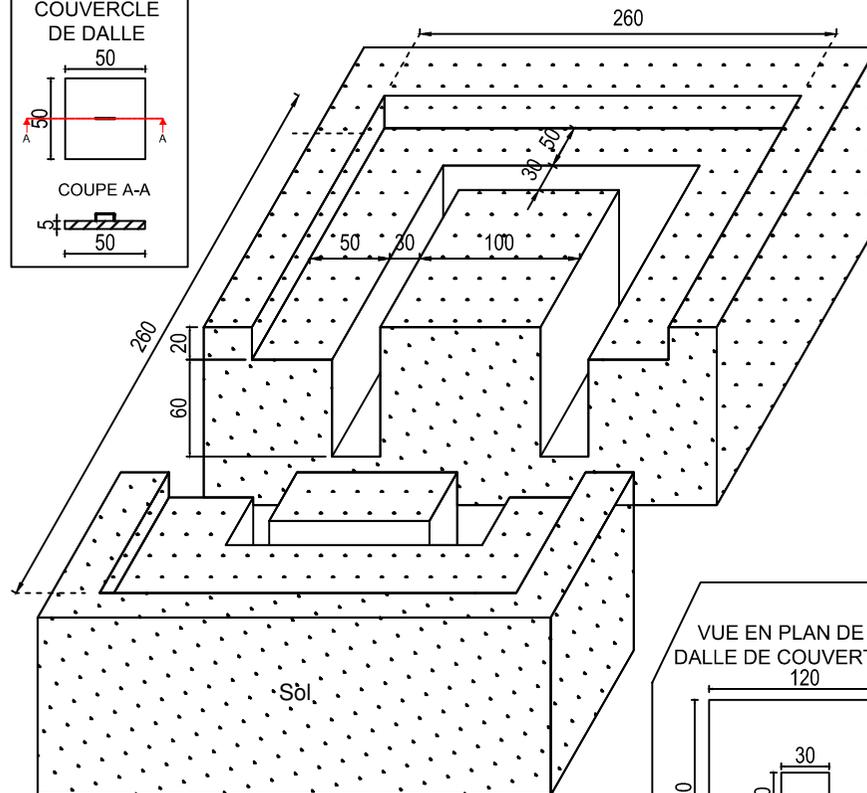
VUE EN PLAN DE LA FOSSE A RESIDUS



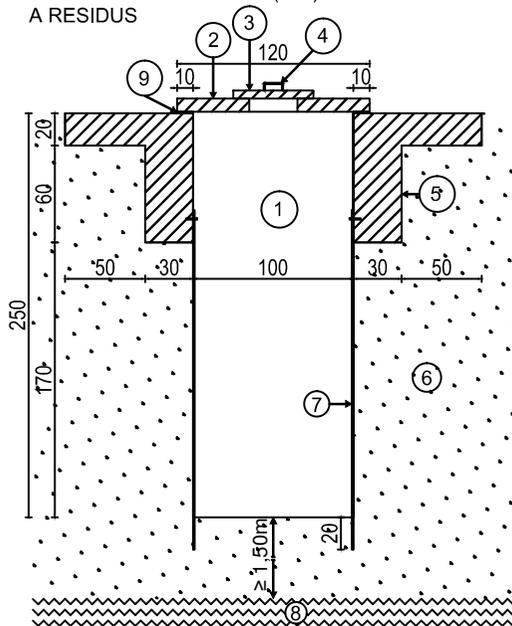
VUE EN PLAN DE LA BASE EN BETON ARME



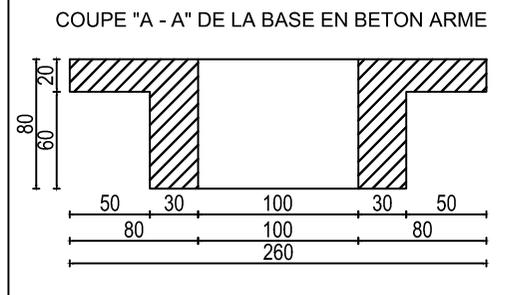
EXCAVATION POUR DE LA BASE EN BETON ARME



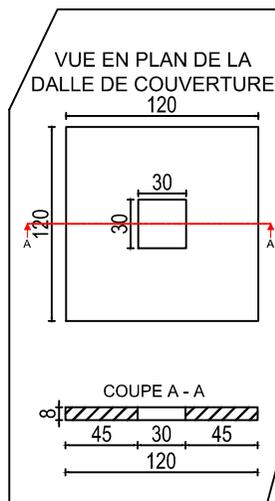
COUPE TRANSVERSALE (A-A) DE LA FOSSE A RESIDUS



COUPE "A - A" DE LA BASE EN BETON ARME



VUE EN PLAN DE LA DALLE DE COUVERTURE



LEGENDE

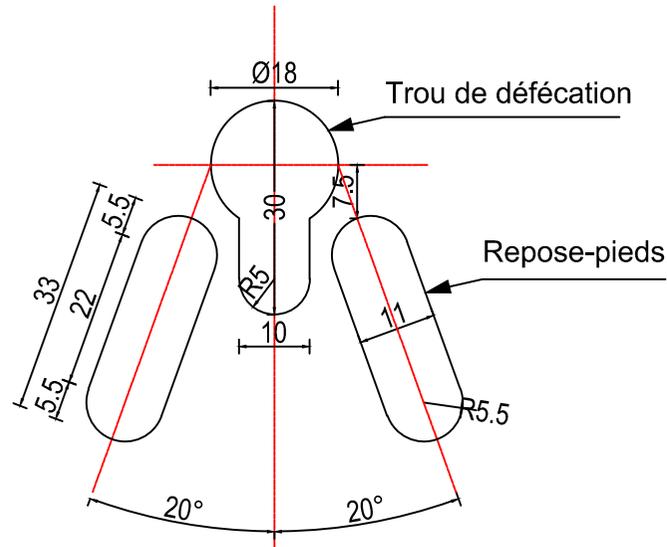
- ① Fosse
- ② Dalle de couverture
- ③ Couvercle
- ④ Poignée
- ⑤ Base en béton armé
- ⑥ Sol

Unité : cm

- ⑦
- ⑧ Tôle ondulée en fer (consolidation de la paroi)
- ⑨ Aquifère (nappe phréatique)  
Couche de mortier

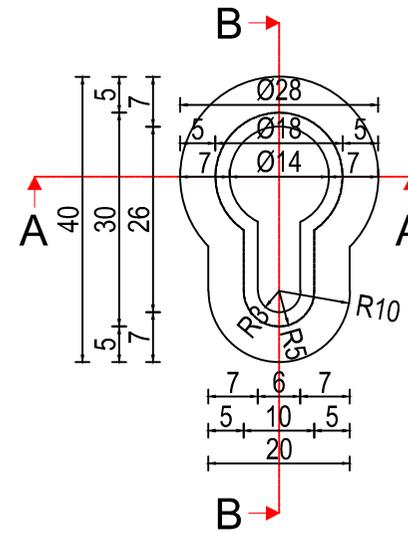
ANNEXE 14 : PLANS DES TROUS DE DEFECATION – REPOSE-PIEDS – SIEGE DE LATRINE

### TROU DE DEFECATION - REPOSES-PIEDS



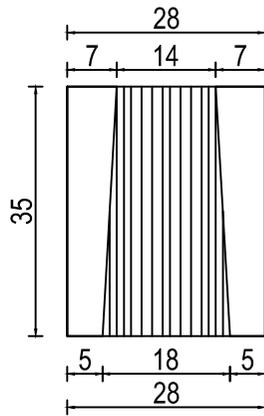
VUE EN PLAN

### SIEGE DE LATRINE

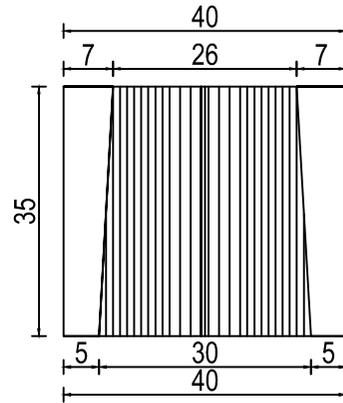


VUE EN PLAN

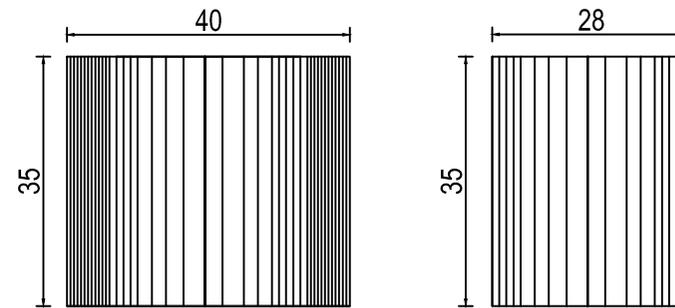
Unité: cm



COUPE A-A

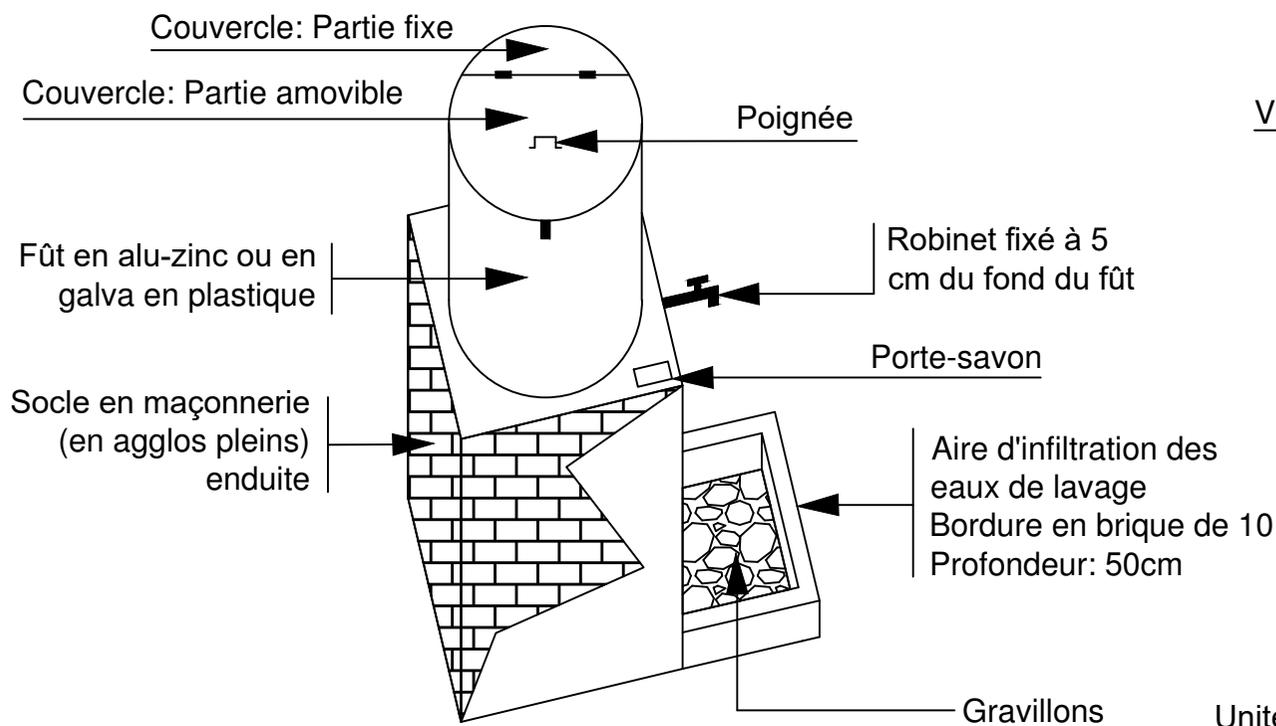


COUPE B-B

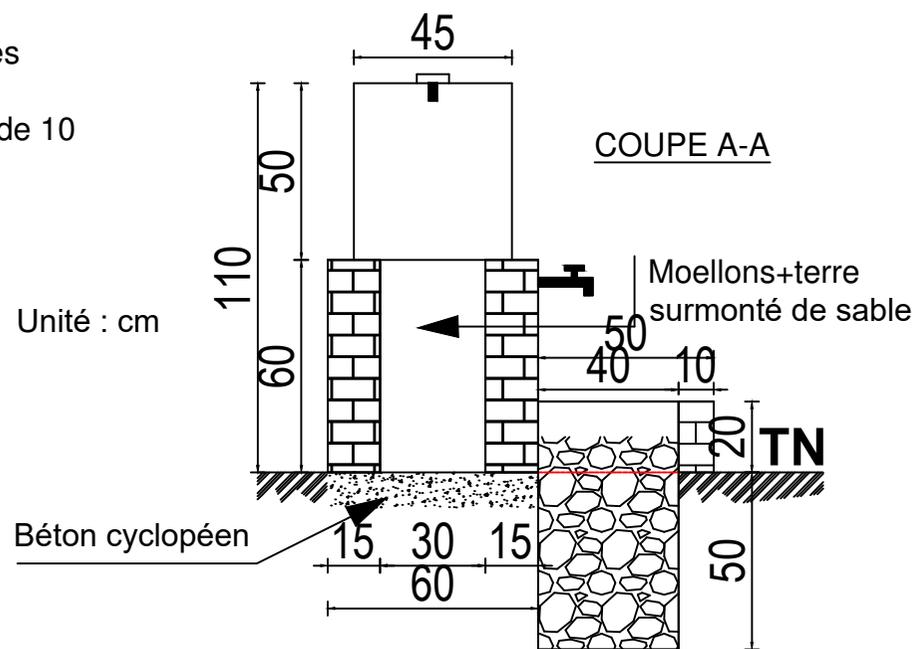
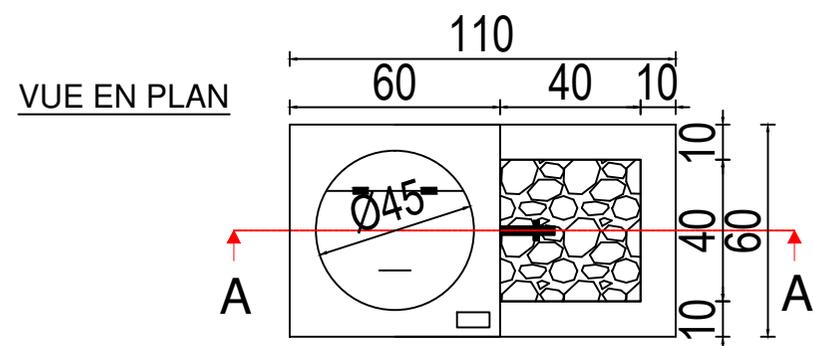


VUES LATERALES DU SIEGE

ANNEXE 15 : PLANS DU DISPOSITIF DE LAVAGE DES MAINS

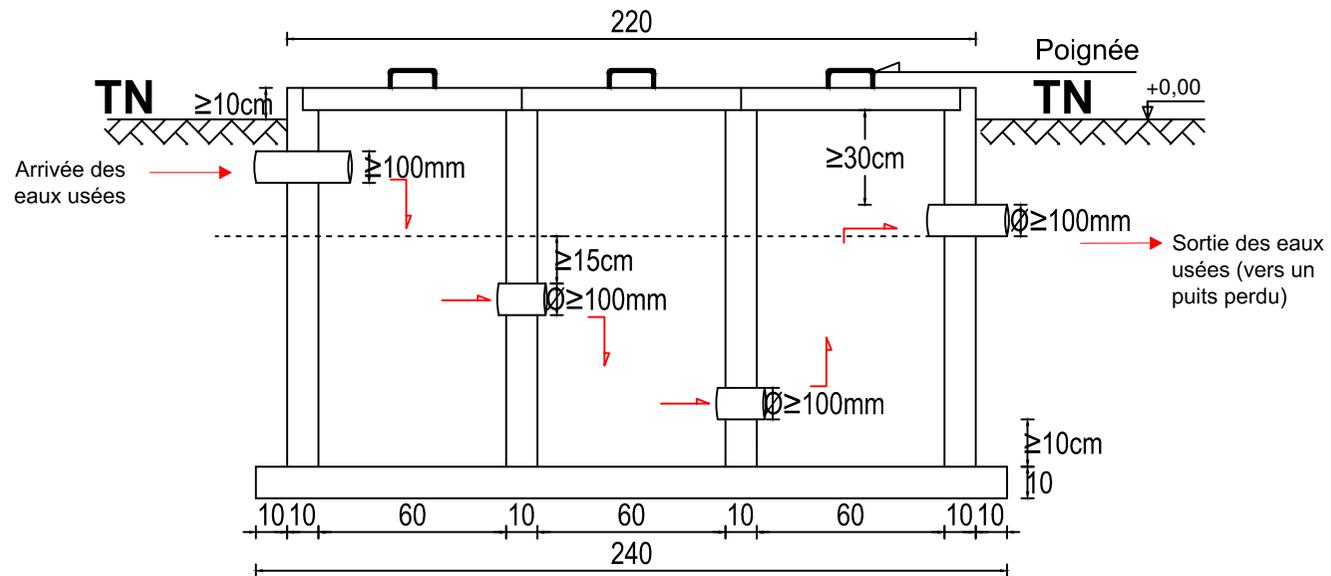
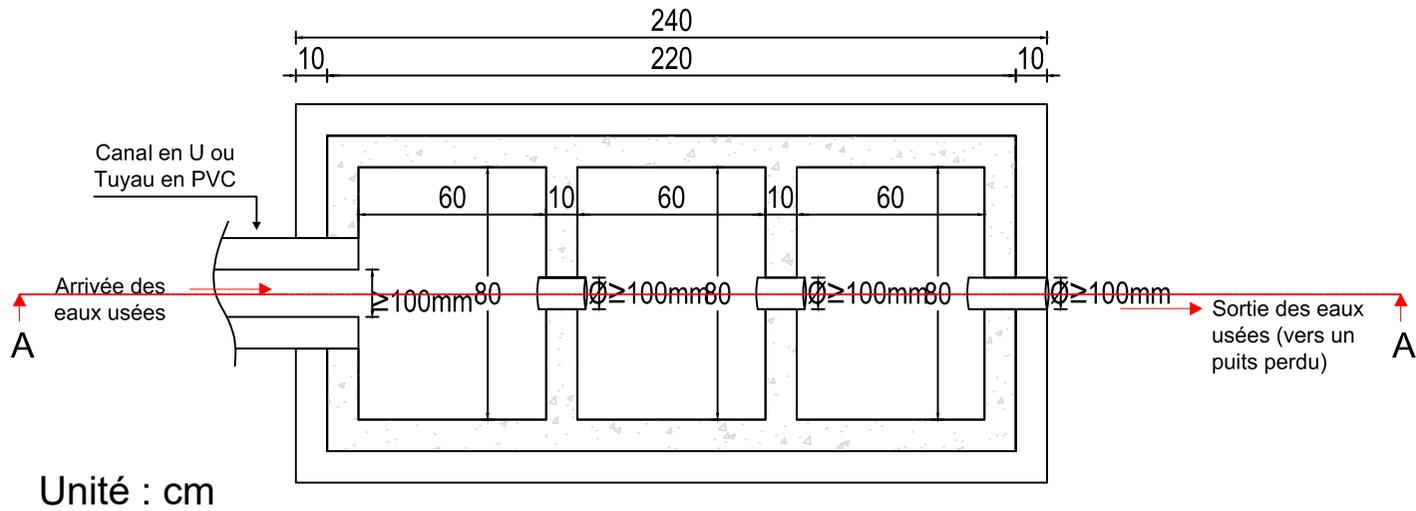


A - SCHEMA D'UN LAVE-MAINS :  
socle de section tétragone



ANNEXE 16 : PLANS D'UN BAC DEGRAISSEUR

# BAC DEGRAISSEUR: VUE EN PLAN



COUPE A - A

ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

BAC DEGRAISSEUR

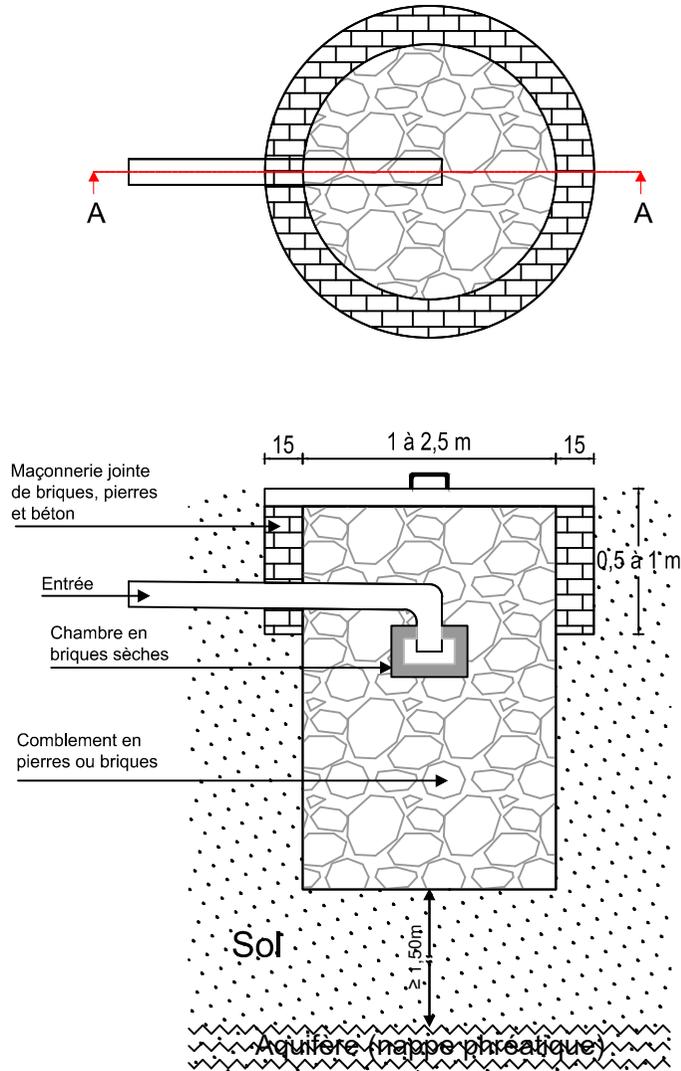


**ANNEXE 17 : PLANS DES PUITTS PERDUS**

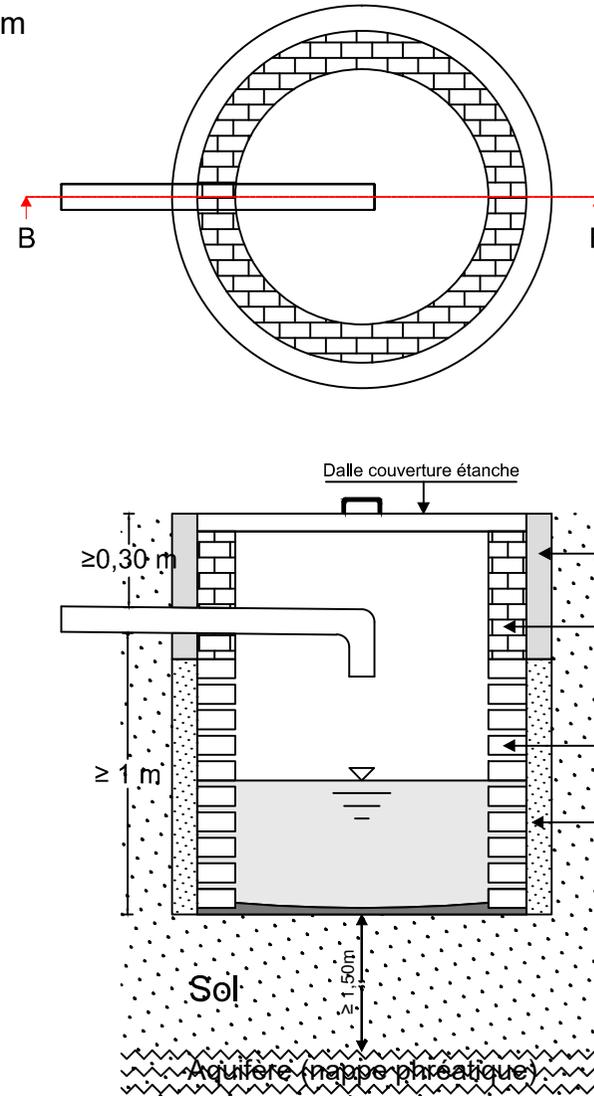
## A. PUIS PERDU : FOSSE NUE SANS REVETEMENT

## B. PUIS PERDU : FOSSE AVEC REVETEMENT

Unité : cm



COUPE A - A



COUPE B - B

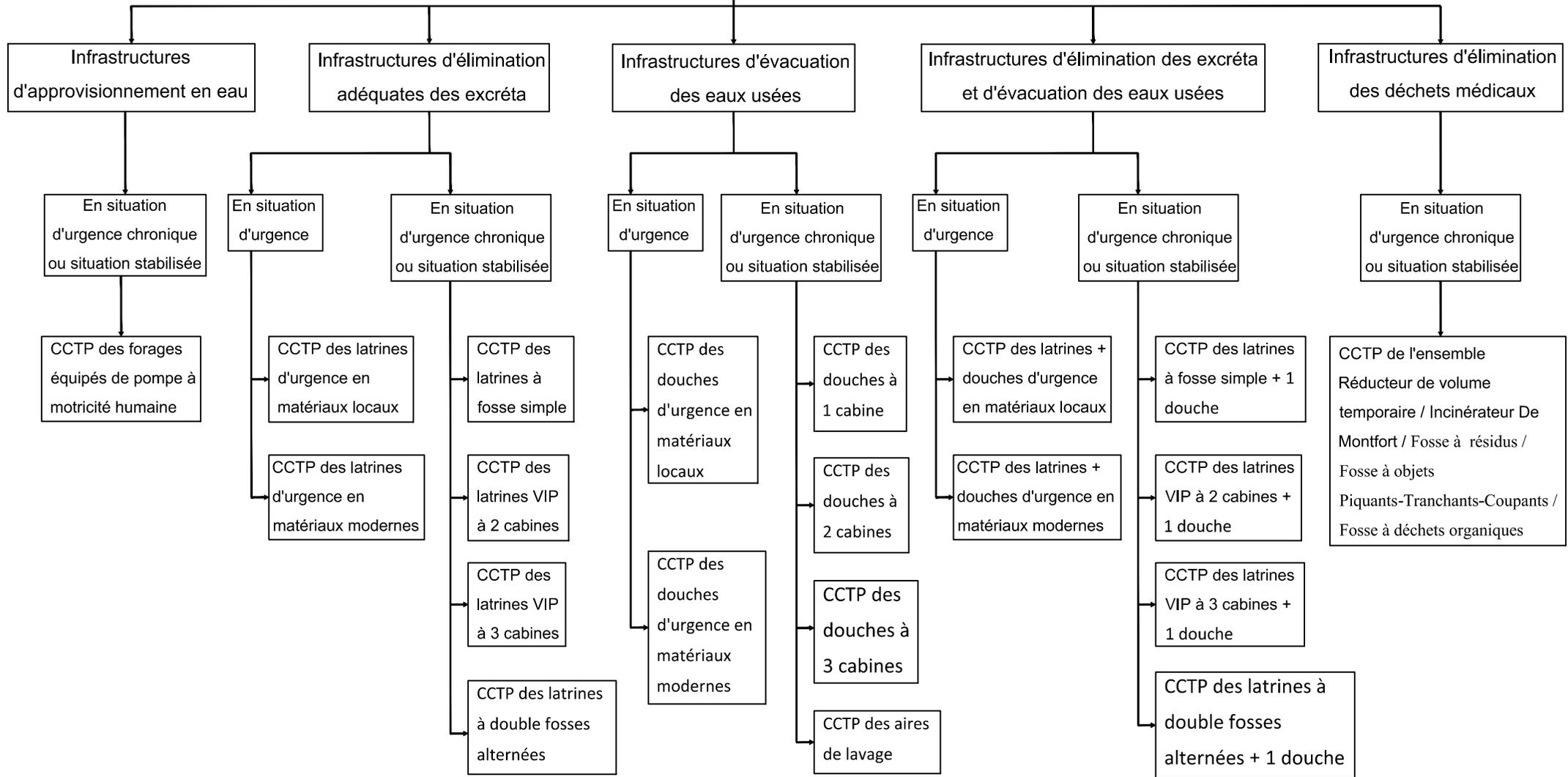
ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD

PUITS PERDUS



ANNEXE 18 : ORGANIGRAMME DE LA BIBLIOTHEQUE NUMERIQUE

**BIBLIOTHÈQUE TECHNIQUE NUMERIQUE  
EAU ASSAINISSEMENT HYGIENE  
ACF - TCHAD**



*ELABORATION DE DOCUMENTS TECHNIQUES POUR LA REALISATION DES INFRASTRUCTURES WASH DANS LE CADRE DE L'ASSISTANCE HUMANITAIRE AU TCHAD*



**ORGANIGRAMME DE LA BIBLIOTHÈQUE NUMÉRIQUE**