



CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DES OUVRAGES  
D'ASSAINISSEMENT AUTONOME DANS LES MILIEUX  
URBAINS ET PÉRIURBAINS DE L'INTERCOMMUNALITÉ  
COTONOU-ABOMEY-CALAVI AU BENIN.

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE  
MASTER EN INGÉNIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT**

**OPTION : GENIE DE L'EAU, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES (GEEAH)**

.....  
Présenté et soutenu publiquement le 26 Juillet 2021 par :

**Jordy Romuald WANDJI (20170335)**

**Travaux dirigés par :**

**Dr Boukary SAWADOGO**, Enseignant Chercheur en Eau et Assainissement à 2iE

**M. Léonide ATINDEHOU**, Ingénieur Chef de projet Eau et Assainissement à SETEM-BENIN

**Jury d'évaluation**

**Président** : Pr Yacouba KONATE

**Encadreur** : Dr Boukary SAWADOGO

**Examineur** : M. Hilaire DONGO BADA

**Année académique 2020-2021**

## **CITATION**

« Il est possible que nous ne vivions pas tous la réalité d'un empire africain si fort, si puissant qu'il imposerait le respect à l'humanité, mais nous pouvons cependant durant notre vie travailler et œuvrer à faire de ce projet une réalité pour une autre génération. »

**Marcus Garvey**

Contribution à l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonome dans les milieux urbains et périurbains de l'intercommunalité Cotonou Abomey-Calavi au Bénin.

## **DEDICACE**

A mon frère Julius Harris WANDJI.

## REMERCIEMENTS

A l'issu de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à son bon déroulement. Nous témoignons notre reconnaissance à l'Institut 2iE pour la qualité de l'enseignement et tout le personnel de SETEM-BENIN pour leur disponibilité et leur aide précieuse.

Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- Monsieur Vincent ATEGUI, Administrateur délégué de SETEM-BENIN pour l'opportunité qu'il m'a donné d'effectuer mon stage de fin de formation au sein de cette structure ;
- Dr Boukary SAWADOGO, mon Encadreur interne, Enseignant-chercheur en Eau et Assainissement à 2iE pour son soutien, sa disponibilité et son encadrement tout au long de cette étude;
- Monsieur Léonide ATINDEHOU, mon maître de stage, Chef de projet à SETEM-BENIN, pour sa disponibilité, ses conseils et orientations, son encadrement et surtout pour tous les efforts consentis pour l'aboutissement de ce travail ;
- mes parents Dieu-fera BOKOSSA et WANDJI Justin ainsi que mes sœurs Irmine, Adeline et Ruth pour le soutien inébranlable ;
- mes camarades stagiaires, Reine, Gabin, Marius, Péraud et Noël ;
- mes amis et camarades étudiants, Helnide, Jadix, Jospin, Djamila, Nana, Aïda, Emmanuel, Romaris et Anthime pour leur aide au cours de ce travail ;
- tous les étudiants de la promotion 2017-2018, Option Eau & Assainissement de 2iE;
- du corps enseignant et du personnel administratif de 2iE.

## RESUME

La gestion des eaux usées et excréta constitue un problème majeur dans les pays en voie de développement où l'assainissement liquide est caractérisé par la prédominance des ouvrages d'assainissement autonome. Au Bénin, très peu de normes préétablies existent pour garantir la réalisation d'ouvrages surs et durables ce qui a pour conséquence, la contamination de la nappe, la pollution environnementale et la prévalence des maladies hydriques. La présente étude a pour objectif de contribuer à l'assainissement du cadre de vie des populations des milieux urbains et périurbains de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi. Pour cela, un état des lieux des fiches techniques et des observations directes ont été faits. Des enquêtes ont également été menées auprès de 384 ménages afin de faire l'état des lieux de l'assainissement autonome et de proposer pour chaque type d'ouvrage, en fonction des localités de la zone d'étude, les dispositions techniques à respecter pour réaliser des ouvrages plus adaptés et durables. Pour compléter ces informations, des entretiens ont été menés auprès de la municipalité précisément au niveau des services chargés de la protection de l'environnement. Toutes ces données ont été collectées grâce à l'application KoBoCollect, hébergées sur la plateforme KoBoToolbox et traitées sur Microsoft Excel. Les résultats des enquêtes ont révélé que dans les milieux urbains et périurbains de la zone d'étude, 93,75% des ménages ont accès aux ouvrages d'assainissement autonome qui sont majoritairement des latrines de type VIP et des fosses septiques. 68,23% des enquêtés disposent des ouvrages de collecte et d'infiltration des eaux grises qui sont soit des silos de graviers ou des puisards installés le plus souvent à la devanture des concessions. Sur la base des critères physiques, socio-économiques et urbains, trois (03) zones d'assainissement ont été identifiées dont deux (02) en milieu urbain et périurbain : Une zone vulnérable caractérisée par une nappe affleurante et un sol à fort taux d'infiltration où nous avons proposé la surélévation des fosses des latrines VIP et la construction des parties latérales des ouvrages en béton non armé de 250 kg/m<sup>3</sup> de 15 cm d'épaisseur et une zone plus favorable à l'assainissement autonome caractérisé par une nappe profonde et un taux d'infiltration relativement faible où l'étanchéité des fosses a été proposée compte tenu de la présence des forages de la SONEB dans ce périmètre. Dans les deux zones d'assainissement en milieu urbain et périurbain, de nouvelles dimensions, une orientation vers la direction Sud-Ouest et une disposition diagonale des ouvrages par rapport aux sources d'eau ont été proposées d'une part pour permettre le respect des distances de sécurité et d'autre part pour améliorer les performances des ouvrages d'assainissement autonomes.

**Mots clés :** Assainissement autonome, Eaux usées, Excréta, Fosse septique, Intercommunalité Cotonou Abomey-Calavi, Latrine VIP

## ABSTRACT

The management of wastewater and excreta is a major problem in developing countries where liquid sanitation is characterized by the predominance of autonomous sanitation structures. In Benin, very few pre-established standards exist to guarantee the realization of safe and durable structures, which results in groundwater contamination, environmental pollution and the prevalence of waterborne diseases. The objective of this study is to contribute to the sanitation of the living environment of the populations of the urban and peri-urban areas of the Cotonou-Abomey-Calavi intercommunity. To do this, an inventory of the technical data sheets and direct observations were made. Surveys were also carried out among 384 households in order to assess the state of the art of autonomous sanitation and to propose for each type of structure, according to the localities of the study area, the technical provisions to be respected in order to realize more adapted and sustainable structures. To complete this information, interviews were carried out with the municipality, precisely at the level of the services in charge of environmental protection. All these data were collected using the KoBoCollect application, hosted on the KoBoToolbox platform and processed in Microsoft Excel. The results of the surveys revealed that in the urban and peri-urban areas of the study zone, 93.75% of households have access to on-site sanitation facilities, which are mostly VIP latrines and septic tanks. 68.23% of respondents had access to grey water collection and infiltration facilities, which were either gravel silos or cesspools installed most often in front of the concessions. Based on physical, socio-economic and urban criteria, three (03) sanitation zones have been identified, two (02) of which are in urban and peri-urban areas: A vulnerable zone characterized by an outcropping water table and a soil with a high infiltration rate where we proposed the elevation of VIP latrine pits and the construction of the lateral parts of the structures in non-reinforced concrete of 250 kg/m<sup>3</sup> of 15 cm thickness and a zone more favorable to autonomous sanitation characterized by a deep water table and a relatively low infiltration rate where the waterproofing of the pits was proposed taking into account the presence of the SONEB boreholes in this area. In both urban and peri-urban sanitation zones, new dimensions, a south-west orientation and a diagonal arrangement of the structures in relation to the water sources were proposed on the one hand to allow the respect of the safety distances and on the other hand to improve the performances of the autonomous sanitation structures.

**Key words:** Autonomous sanitation, Wastewater, Excreta, Septic tank, Intercommunity Cotonou Abomey-Calavi, VIP Latrine

## **LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**2iE** : Institut International d'Ingénierie, de l'Eau et de l'Environnement

**AEP** : Approvisionnement en Eau Potable

**AEV** : Adduction d'Eau Villageoise

**ASECNA** : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

**BTP** : Bâtiments et Travaux Publics

**BV** : Boues de Vidange

**CDIP** : Centre de Documentation, d'Information et de Publication

**DAL** : Défécation à l'Air Libre

**DCAM** : Développement Communautaire et Assainissement du Milieu

**DGE** : Direction Générale de l'Eau

**DHAB** : Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement du Bénin

**ECOSAN** : ECOlogical SANitation

**EDS** : Enquête Démographique et de Santé

**EH** : Equivalent-Habitant

**EMICOV** : Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie

**EU** : Eaux usées

**ESEM** : Ecole Supérieure de l'Entreprise et du Management

**MEHU** : Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme

**MS** : Ministère de la Santé

**OAA** : Ouvrage d'Assainissement Autonome

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PDA** : Plan Directeur d'Assainissement

**PDC** : Plan de Développement Communal

**PHA** : Programme Hygiène et Assainissement ;

**PNHAB** : Programme National d'Hygiène et d'Assainissement de Base

**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

**SHEA** : Service Hygiène Eau Assainissement

**SEURECA VEOLIA** : Société d'Ingénierie Conseil

**SIBEAU** : Société Industrielle d'Équipement et d'Assainissement Urbain

**SONEB** : Société Nationale de l'Eau du Bénin

**STBV** : Station de Traitement des Boues de Vidange

**VIP** : Ventilated Improved Pit ou Latrine Améliorée Auto-Ventilée

**WC** : Water-Closets



## TABLE DES MATIERES

CITATION .....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTES DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	vi
TABLE DES MATIERES .....	viii
LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES .....	xi
INTRODUCTION.....	1
I. CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE .....	3
1. Présentation du Projet.....	3
2. Présentation du lieu de stage : SETEM-BENIN .....	4
3. Cadre législatif, réglementaire et institutionnel relatif à l'assainissement autonome en République du Bénin .....	7
a. Cadre législatif et réglementaire relatif à la gestion des eaux usées et excréta au Bénin .....	7
b. Cadre institutionnel de la gestion des eaux usées et excréta au Bénin .....	8
II. MATERIELS ET METHODES .....	13
1. Présentation de la zone d'étude .....	13
a. Justification du choix de la zone d'étude.....	13
b. Localisation .....	13
c. Topographie.....	15
d. Géologie.....	15
e. Hydrologie .....	15
f. Hydrogéologie .....	16
g. Climat .....	16

h. Démographie .....	17
i. Activités socio-économiques .....	18
j. Environnement.....	19
2. Diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome existants.....	20
a. Recherche documentaire.....	20
b. Collecte de données .....	20
c. Observation directe.....	23
3. Proposition de normes de construction à respecter par ouvrages et par localité.....	23
III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	26
1. Etat des lieux de l'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou- Abomey-Calavi.....	26
a. Accès aux ouvrages d'assainissement .....	26
b. Dispositions constructives des ouvrages d'assainissement autonome. ....	29
c. Impacts de la mauvaise réalisation des ouvrages d'assainissement autonomes.....	31
d. Gestion des boues de vidange.....	32
2. Zonage d'assainissement.....	35
a. Critères physiques.....	35
b. Critères urbains : Densité et urbanisation.....	36
c. Critères Socio-économiques .....	36
3. Proposition de normes techniques d'amélioration des ouvrages d'assainissement individuel.....	39
a. Disposition et Orientation des ouvrages au sein des ménages .....	39
b. Proposition de caractéristiques techniques des ouvrages d'assainissement autonome 42	
c. Estimation des coûts des ouvrages d'assainissement .....	62
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	xiii

ANNEXES .....	xv
Annexe 1 : Cadre logique .....	xv
Annexe 2 : Coupes des modèles de latrine VIP en fonction de la zone .....	xvii
Annexe 3 : Distribution des pollutions bactérienne et chimique dans le sol à partir d'une latrine .....	xviii
Annexe 4 : Plan de la STBV d'Abomey-Calavi.....	xix
Annexe 5 : Plan de la STBV de Sèmè-Podji .....	xx
Annexe 6 : Vue en plan d'un système complet de fosse septique pour le traitement in situ des eaux usées domestiques.....	xxi
Annexe 7 : Questionnaire d'enquête Ménage.....	xxii
Annexe 8 : Guide d'entretien vidangeurs .....	xxv
Annexe 9 : Guide d'entretien Maçons locaux .....	xxvi
Annexe 10 : Guide d'entretien Autorités Communales.....	xxvii
Annexe 11 : Devis estimatifs des ouvrages d'assainissement autonome .....	xxviii
Annexe 12 : Quelques photos illustratives .....	xxx

## LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1: Répartition du nombre de ménages à enquêter par arrondissement.....	22
Tableau 2: Valeurs d'application courantes du béton.....	25
Tableau 3: Caractéristiques des différentes zones d'assainissement .....	37
Tableau 4: Caractéristiques des fosses des latrines VIP .....	45
Tableau 5: Dimensions proposées des fosses des latrines VIP en fonction du nombre d'utilisateurs.....	45
Tableau 6: Norme du Ministère de la Santé relative aux dimensions des fosses septiques .....	52
Tableau 7: Caractéristiques techniques des fosses septiques .....	54
Figure 1 Organigramme de SETEM-BENIN.....	6
Figure 2: Carte de localisation géographique de la zone d'étude .....	14
Figure 3: Diagramme ombrothermique de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi .....	17
Figure 4: Proportions d'utilisation des ouvrages d'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi .....	27
Figure 5: Mode de gestion des eaux grises dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi .....	28
Figure 6: Evacuation des eaux de douches sur la voie publique à Godomey .....	29
Figure 7: Proximité entre la fosse d'une latrine et un puits traditionnel.....	30
Figure 8: Construction des latrines sur les limites parcellaire à Gbodjè (Godomey) .....	31
Figure 9: Filière d'assainissement des eaux usées et excréta dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi .....	33
Figure 10: Carte du zonage d'assainissement du milieu d'étude .....	38
Figure 11: Vue en 3D de la disposition des toilettes VIP par rapport à une source d'eau au sein d'un ménage.....	40
Figure 12: Disposition des ouvrages d'assainissement par rapport aux points d'eau au sein des ménages dans le lot de parcelles .....	40
Figure 13: Vue en 3D de la disposition des toilettes VIP par rapport à une source d'eau au sein d'un ménage.....	41
Figure 14: Schéma 3D d'une latrine VIP surélevée adaptée pour la zone A.....	47
Figure 15: Schéma 3D vu de face d'une latrine VIP adaptée à la zone A.....	47

Figure 16: Schéma 3D d'une latrine VIP adaptée à la zone B .....	48
Figure 17: Schéma 3D vu de face d'une latrine VIP adaptée à la zone B .....	48
Figure 18: Positionnement du trou de communication entre les compartiments de la fosse septique.....	51
Figure 19: Schéma 3D d'une fosse septique .....	55
Figure 20: Schéma 3D d'une fosse septique vu de haut .....	56
Figure 21: Coupe d'une fosse septique présentant son fonctionnement .....	57
Figure 22: Coupe transversale d'un puisard.....	60
Figure 23: Schéma descriptif du puits d'infiltration avec un silo de pneus usagés .....	61

## INTRODUCTION

L'assainissement des eaux usées et excréta constitue une préoccupation surtout dans les Etats où on observe une urbanisation croissante et une densification spatiale importante. L'accès aux systèmes d'assainissement convenables constitue un axe majeur pour la réduction de la pauvreté puisque l'assainissement est plus que jamais lié à la santé, au social, à l'environnement et donc au développement (pS-Eau, 2016).

Le rapport de Joint Monitoring Programme sur la mise à jour de l'état de l'accès à l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène en 2017, montre que 2,3 milliards de personnes au monde n'avaient pas accès à l'assainissement amélioré parmi lesquelles 892 millions pratiquaient toujours la défécation à l'air libre (JMP, 2017). Les milieux urbains et périurbains sont les plus producteurs des rejets soit un taux de plus de 76% selon le Rapport de la Banque Mondiale. Des prévisions montrent que la population urbaine des pays en développement sera doublée en 2030 ce qui implique un grand volume de rejets dont la mauvaise gestion engendrerait de graves conséquences sur les plans sanitaire et environnemental (Kajyibwami J., 2017).

Dans les pays d'Afrique subsaharienne comme le Bénin, le système d'assainissement des eaux usées et excréta est principalement dominé par l'assainissement autonome (Koanda H., 2006). Au sein des ménages, les excréta sont recueillis dans des ouvrages qui pour des questions de protection de l'environnement et de santé publique doivent respecter un certain nombre de règles techniques. A défaut, les boues peuvent entrer en contact avec les usagers ou contaminer la nappe phréatique ce qui aurait pour conséquence, la transmission de diverses maladies comme les maladies diarrhéiques qui engendrent chaque année, le décès de plus de 1,5 millions de personnes, dont près de 90% sont des enfants de moins de 5 ans (OMS, 2017).

Dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi, la majorité des ménages disposent d'ouvrages d'assainissement autonome. Les proportions estimées en 2011 par l'INSAE dans le cadre de l'Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des ménages (EMICOV) sont respectivement de 93,9% et 82% à Cotonou et Abomey-Calavi. Cependant la mise en place de ces ouvrages ne se conforme à aucune norme préétablie garantissant l'efficacité de ces ouvrages (INSAE, 2011). Ce défaut de planification de l'assainissement autonome à la base a pour conséquence la pollution des sources d'eau souterraine. En 2006, le Ministère de

la Santé a réalisé une vaste étude sur la qualité des eaux et les résultats indiquaient la pollution microbiologique de toutes les nappes dans tous les arrondissements à Cotonou. Des études menées en 2008 par l'Institut Régional de Santé Publique indiquent également la contamination fécale de tous les prélèvements d'eau de puits dans l'arrondissement d'Abomey-Calavi (Dégbey et al., 2008). Aussi, cette situation entraîne la dégradation du cadre de vie et menace la santé publique. Il paraît donc évident que des efforts supplémentaires sont encore nécessaires pour développer des dispositifs d'assainissement adaptés, c'est-à-dire intégrant le contexte socio-économique et environnemental, ainsi que les contraintes urbanistiques et culturelles (SETEM-BENIN, 2015).

L'objectif global de cette étude est de contribuer à la gestion durable des eaux usées et excréta dans les localités urbaines et périurbaines des communes de Cotonou et d'Abomey-Calavi. Elle vise à consolider les efforts consentis par le gouvernement (Pilier 3, Axe stratégique 7 du Programme d'Action du Gouvernement) pour améliorer les conditions de vie des populations.

Ce rapport est subdivisé en trois (03) grandes parties : La première partie, le cadre théorique, s'articule autour de la présentation du projet, du lieu de stage et du cadre législatif et réglementaire. La seconde présente les matériels et méthodes. La dernière partie est consacrée à la présentation, à l'analyse et à l'interprétation des résultats, assortie de propositions.

## **I. CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE**

### **1. Présentation du Projet**

Au Bénin, dans les plus grandes villes comme Cotonou et Abomey-Calavi, le problème de l'assainissement et particulièrement celui de la gestion des eaux usées et excréta se pose avec acuité. Pour l'heure, la mise en place des ouvrages d'assainissement pluvial et la gestion des déchets solides ménagers demeurent les principales préoccupations des décideurs car l'indicateur communément utilisé pour connaître l'état de l'assainissement dans un pays ou une localité est le taux d'accès des ménages aux toilettes. Dans les communes de Cotonou et d'Abomey-Calavi, la majorité des ménages disposent d'ouvrages d'assainissement autonome. Toutefois, cet indicateur donne une vision quantitative et non qualitative de la situation. Le Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat révèle que dans le département de l'atlantique, seulement 1,6% des ménages évacuent correctement leurs eaux usées et excréta (INSAE, 2013).

En effet, l'état et le fonctionnement de certaines latrines ou fosses septiques posent problème. Ainsi, de nombreux ouvrages n'ont pas été construits suivant des normes techniques bien définies. Il est rare que les fosses construites par des maçons locaux, qui sont dites « septiques », le soient effectivement: Absence d'étanchéité de la fosse, absence de compartiments, mauvais positionnement des trous, etc. De la même façon, les fosses des latrines sont très fréquemment construites trop proches des sources d'eau ce qui accroît le risque de contamination des nappes affleurantes ou construites dans la rue et non pas dans la cour de la maison, ce qui aboutit à des débordements ou à des écoulements d'eaux usées dans la rue ainsi qu'à des dégradations des couvercles de fosses (à cause du passage de véhicules par exemple), ayant pour conséquence l'intrusion de sable et de déchets gênant la vidange (Gabert J., 2018). Ainsi, l'enjeu n'est donc pas uniquement de construire de nouvelles toilettes pour les ménages non équipés, mais de veiller aussi à ce que les ouvrages à mettre en place respectent les règles de l'art afin d'éviter la pollution de l'environnement local.

Aussi, les eaux grises sont souvent oubliées par les services d'assainissement non collectif. En 2011, les données de l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) révèlent qu'au Bénin, plus de 75 % des eaux usées sont évacuées dans les cours ou la nature, en milieu urbain comme en milieu rural. Ces eaux grises représentent pourtant la part la plus importante des eaux usées en volume ainsi qu'une charge de pollution non négligeable. Il est donc important de proposer



systématiquement des solutions techniques qui prennent en compte les eaux noires et les eaux grises. Il existe pour cela deux solutions: utiliser une solution technique qui recueille et traite ensemble les eaux noires et les eaux grises (fosse septique par exemple) ou cumuler une solution technique recueillant les excréta avec un ouvrage recueillant les eaux grises.

C'est dans le cadre de l'amélioration de la gestion à la base des eaux usées et excréta dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi que s'inscrit cette étude que nous menons sous la supervision du bureau d'études SETEM-BENIN. Elle se veut être un guide de solutions techniques et de bonnes pratiques pour l'assainissement autonome au Bénin.

Cette étude poursuit les objectifs spécifiques suivant :

- Faire le diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome existants dans les localités de la zone Ouest de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi ;
- Réaliser un zonage de l'assainissement dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi ;
- Proposer des normes de construction à appliquer par types d'ouvrages en fonction de la zone d'assainissement dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi.

## **2. Présentation du lieu de stage : SETEM-BENIN**

SETEM-BENIN est un établissement immatriculé au registre de commerce sous le numéro N° RB/Cot/07A473 et installé au Bénin depuis 1995. Depuis sa création il totalise des centaines de missions exécutées sur le territoire béninois.

SETEM-BENIN est un bureau d'études béninois spécialisé dans le domaine du BTP, du Génie Rural, de l'Hydraulique, de l'assainissement et de l'Environnement. Des spécialistes expérimentés ont réuni au travers de création et de prises de participation, un ensemble de services dont les disciplines complémentaires couvrent un large domaine de compétences.

Le groupe SETEM-BENIN assure des missions depuis les études de faisabilité jusqu'au contrôle des travaux de réalisation en passant par les études détaillées des projets, les implantations d'ouvrages et le contrôle des travaux. Il intervient dans plusieurs domaines notamment celui du BTP, de l'aménagement hydro-agricole, de la topographie et de

l'hydraulique urbaine et villageoise. A cet effet, il est composé de plusieurs départements dont:

**i. Le département du BTP**

Ce département couvre tous les travaux concernant les BTP à savoir : la réalisation des routes, des pistes et ouvrages d'arts.

**ii. Le département de l'aménagement hydro-agricole**

C'est le département qui a en charge des questions relatives à l'aménagement hydro-agricole à savoir les travaux liés à l'irrigation, au drainage, à l'aménagement des bas-fonds mais aussi à la construction de retenues d'eau.

**iii. Le département de la topographie**

Ce département exécute des travaux topographiques à savoir : les nivellements, la photo-interprétation, les études foncières et implantation mais également intervient dans la réalisation d'Etude d'impact, d'Inventaire et Aménagement forestier.

**iv. Le département de l'Hydraulique Urbaine et Villageoise**

Il a en charge les travaux relatifs au domaine de l'hydraulique depuis les études techniques jusqu'à la mise en place des ouvrages en passant par le contrôle des travaux. Il compte trois (03) services à savoir :

- **Le service Assainissement** : Collecte, traitement et évacuation des eaux usées domestiques et industrielles et la collecte et l'évacuation des eaux pluviales ;
- **Le service des Adductions d'Eau Potable** chargé des études de faisabilité et d'avant-projet détaillé, des contrôles des travaux de réalisation des AEV et PEA ;
- **Le service des prospections et implantations** chargé des travaux de prospection géophysique et hydrogéologique ainsi que les travaux d'implantation et de contrôle des forages et puits modernes. Ce département s'occupe également du volet contrôle et superviseur des travaux de forages.

L'entreprise est dirigée par un administrateur délégué. Les travaux sont organisés à travers une direction technique et une direction administrative. Chacune de ses deux directions est organisée en départements et services conformément à l'organigramme présenté à la figure 1.

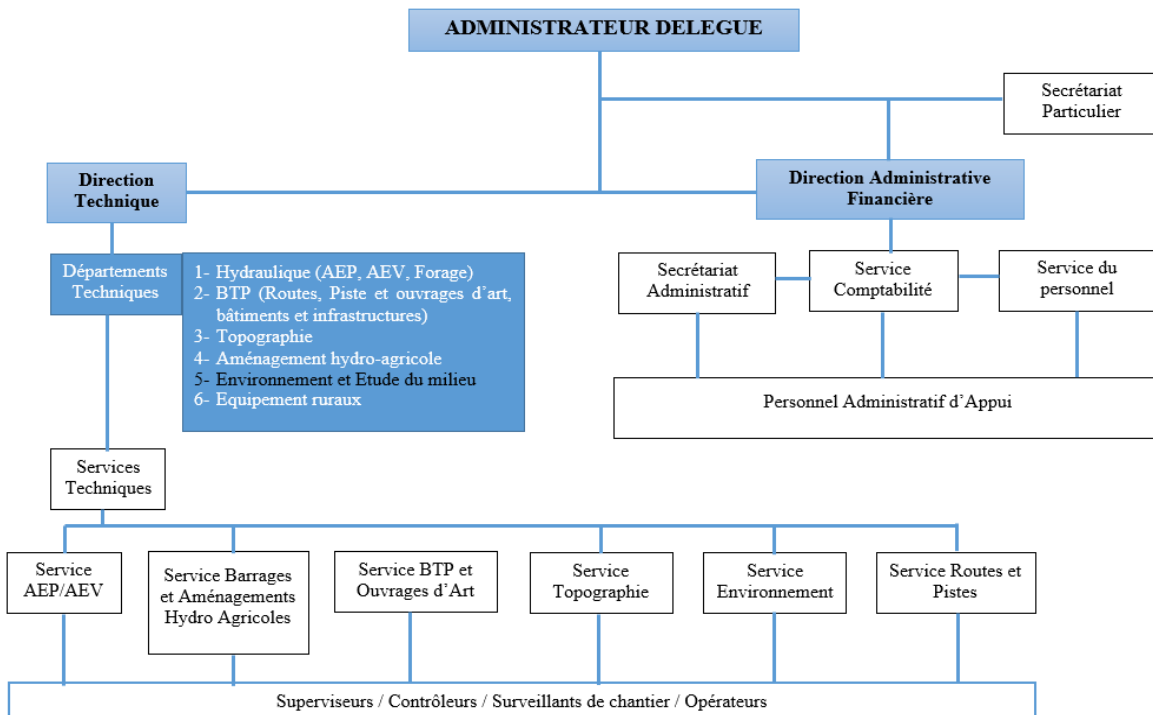


Figure 1 Organigramme de SETEM-BENIN

Les principales réalisations de SETEM-BENIN sont :

- Etude de faisabilité en vue de la construction d'une station de traitement de boues de vidange à Abomey-Calavi et le contrôle des travaux dans le cadre de la construction de la station de traitement des boues de vidange de Sèmè-Podji ;
- Etude de faisabilité en vue de l'alimentation en eau potable des villes de Natitingou, Djougou, Nikki, Bembèrèkè et Banikoara à partir des eaux souterraines et/ou de surface ;
- Etudes techniques et environnementales, puis le contrôle des travaux et le plan de gestion en vue de la réalisation des travaux d'adduction d'eau villageoise à Aïdjèdo dans la commune de Sakété ;
- Études techniques et contrôle des travaux d'aménagement des bas-fonds de Sohoué dans la commune de Glazoué sur le financement du Service de Coopération et d'Action Culturelles.

### **3. Cadre législatif, réglementaire et institutionnel relatif à l'assainissement autonome en République du Bénin**

#### **a. Cadre législatif et réglementaire relatif à la gestion des eaux usées et excréta au Bénin**

Le droit à un environnement sain est un droit fondamental de chaque citoyen béninois reconnu par la constitution du 11 Décembre 1990 révisée par Loi N° 2019-40 du 07 Novembre 2019 en son article 27 qui stipule que « Toute personne a droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et le devoir de le défendre. L'Etat veille à la protection de l'environnement ». Même si les droits à l'eau et à l'assainissement ne sont pas évoqués de façon explicite dans la constitution béninoise, les questions y relatives sont prises en charge conjointement par le Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable et le Ministère de la Santé et sont règlementées par un certain nombre de dispositions législatives et réglementaires.

Au nombre de celles-ci, nous avons la loi N°87-015 du 21 Septembre 1987 portant Code d'Hygiène Publique et son décret d'application, le décret 97-016 du 18 Décembre 1997, qui réglemente le rejet des eaux usées et excréta et précise la responsabilité des particuliers en matière d'évacuation des excréta et des eaux ménagères. Elle interdit en son article 10, la construction sur la voie publique des puisards, fosses septiques ou tout autre ouvrage d'assainissement. Le Code d'Hygiène Publique interdit en outre l'évacuation dans les puisards en relation avec la nappe souterraine et l'épandage des matières de vidange à la surface des terres où sont cultivés des fruits et légumes poussant à ras de terre et destinés à être consommés crus. .

Le rejet des eaux usées (industrielles et domestiques) est règlementé par le décret N° 2001-109 du 4 Avril 2001 qui fixe les normes de la qualité des eaux résiduaires en application des dispositions de la Loi 98-030 du 12 Février 1999 portant Loi-Cadre sur l'Environnement en République du Bénin. En son Article 2, il définit entre autres les eaux résiduaires : eaux industrielles et eaux usées domestiques. En ce qui concerne le rejet des eaux usées domestiques (Articles 18 à 28), le décret énonce que ces eaux ne peuvent être déversées dans le milieu naturel qu'après avoir subi un traitement approprié. En zone urbaine, toutes les habitations sont reliées (sont à relier) à un système d'assainissement individuel ou collectif. Le décret interdit le rejet des eaux usées domestiques dans les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales. Elle précise qu'en cas d'assainissement individuel, le sol doit être

imperméable et la nappe d'eau doit être au moins à 3m sous le niveau du puits ou du filtre. Le système d'assainissement individuel doit être situé à au moins 15 mètres source d'eau, puits et forage inclus (article 33).

Par ailleurs, l'arrêté interministériel N°069/MISAT/MEHU/MS/DC/DE/DATC/DHAB du 04 Avril 1995 portant réglementation des activités de collecte, d'évacuation, de traitement et d'élimination des matières de vidange en République du Bénin dicte les conditions d'exercice des activités de collecte, d'évacuation et de traitement et d'élimination des matières de vidange et les obligations des exploitants.

Selon cet arrêté, les candidats à l'exercice des activités de collecte, d'évacuation et de traitement et élimination des matières de vidange sont astreint à une autorisation d'exercer délivrée conjointement par les ministères de l'Intérieur, de l'Environnement et de la Santé après étude du dossier par une commission composée d'un représentant de chacun des ministres, d'un représentant de la collectivité territoriale concernée et un représentant des exploitants en exercice.

Les sites de traitement des boues de vidange sont soumis à la réglementation des établissements classés (article 6). Le prix de la vidange des matières est fixé par arrêté pris conjointement par les Ministres chargés de l'Environnement, de l'Intérieur, des Finances et du Commerce (article 22).

## **b. Cadre institutionnel de la gestion des eaux usées et excréta au Bénin**

L'analyse institutionnelle porte sur l'examen de l'ensemble des acteurs qui jouent un rôle dans le secteur de l'assainissement des eaux usées ainsi que ceux susceptibles d'en jouer un. Les principaux acteurs qu'on peut retenir se compose de structures gouvernementales, de collectivités, d'entreprises privées et de particuliers.

### **Les ministères**

Au niveau gouvernemental, plusieurs ministères interviennent dans le domaine de l'assainissement, dont les principaux sont présentés ci-après :

- **Le Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau (MMEE)**

Il a pour mission d'élaborer et d'assurer la mise en œuvre de la politique du Gouvernement dans les secteurs des Mines, de l'Energie et de l'Eau. Dans le secteur de l'eau, il gère les ressources en eau et le domaine public de l'eau. Il définit et met en œuvre les stratégies d'approvisionnement en eau potable en milieu rural et en milieu urbain et d'assainissement des eaux usées. La Direction Générale de l'Eau en son sein a des prérogatives importantes en matière d'assainissement en eaux usées. La DG-Eau élabore et met en œuvre la politique nationale de l'eau. Elle élabore la législation et la réglementation relatives à la gestion de l'eau et veille à leur bonne application. En matière d'assainissement des eaux usées, elle est chargée d'élaborer et d'assurer la mise en œuvre des programmes et de définir et de suivre la mise en œuvre de la politique tarifaire.

- **Le Ministère de la Santé**

Ce ministère est chargé de mettre en œuvre les politiques définies par le Gouvernement en matière de santé. Sa Direction chargée de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base (DHAB) joue un rôle central dans le domaine de l'assainissement. Selon le décret n°2006 /396 du 31 Juillet 2006 portant attribution, organisation et fonctionnement du Ministre de la Santé, la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base (DHAB) a pour mission d'assurer l'application de la Politique Sanitaire Nationale en matière d'Hygiène et d'Assainissement de Base.

En matière d'assainissement de base et d'hygiène, la DHAB a un rôle important de définition et de mise en œuvre de la Politique Nationale d'Assainissement du Bénin (PNAB) et de la législation. Elle est aussi chargée de l'élaboration et de la bonne application des normes et des plans types relatifs aux ouvrages d'assainissement de base; du suivi de l'élaboration et de la mise en œuvre des programmes d'assainissement de base et de l'application des normes et règlements en matière de traitement et de rejet des eaux usées industrielles. La DHAB participe aussi à la conception et à la vulgarisation des informations en matière d'hygiène.

- **Le Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable (MCVDD)**

Le MCVDD a pour mission de proposer les politiques nationales dans les secteurs de l'environnement et de la protection de la nature et d'en assurer la mise en œuvre. La Direction Générale de l'Environnement a parmi ses missions, le contrôle et le suivi de toutes les activités de développement ayant un impact sur l'environnement y compris la lutte contre toutes les formes de pollution, les nuisances et risques environnementaux, en collaboration avec les structures concernées.

- **Le Ministère des Travaux Publics et des Transports (MTPT)**

Le ministère des travaux publics et des transports peut également intervenir dans les questions relatives à l'assainissement, notamment à travers sa Direction chargée des travaux neufs et sa Direction chargée de l'entretien des ouvrages (Cas des stations de traitements des boues de vidanges et des ouvrages d'assainissement pluvial).

- **Les collectivités locales**

La loi sur la décentralisation confère aux Communes la responsabilité en matière d'alimentation en eau potable et en assainissement et d'importantes responsabilités en matière d'hygiène (Articles 93, 94 et 95). Mais, ces prérogatives ne sont pas actuellement pleinement exercées par les collectivités locales, faute de textes d'application, de transfert de ressources financières et de ressources humaines qualifiées. C'est la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) qui est désignée comme maître d'ouvrage délégué agissant pour le compte des communes pour les services d'eau et d'assainissement en eaux usées dans les agglomérations constituant les milieux urbain et périurbain. En milieu rural, les questions relatives à l'eau et l'assainissement sont gérées par l'Agence Nationale d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu rurale, sauf pour des réalisations d'initiative communale.

- **La SONEB**

En janvier 2004, le Gouvernement procédait à la scission de la Société Béninoise d'Electricité et d'Eau (SBEE) en deux entités distinctes. A savoir la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) et la Société Béninoise d'Energie Electrique (SBEE). Les attributions de la SONEB sont :

- La maîtrise d'ouvrage déléguée, en attendant que ce rôle soit assuré par les Communes lorsque les conditions cadres seront réunies. La SONEB est ainsi le maître d'ouvrage délégué dans le cadre de la construction des stations de traitements de boues de vidange à Abomey-Calavi et Sèmè-Podji ;
- Le captage, le transfert, le traitement et la distribution de l'eau potable en milieux urbain et périurbain sur toute l'étendue du territoire national ;
- Le traitement et l'évacuation des eaux usées en milieu urbain. La mission de traitement et d'évacuation des eaux usées en milieu urbain est dévolue à la SONEB mais cette activité n'est pas encore développée par la Société dans l'attente de clarification du cadre institutionnel.

#### **Les Associations et ONG des secteurs eau, assainissement et environnement**

Plusieurs Associations ou Organisations Non Gouvernementales (ONG) interviennent déjà dans les secteurs de l'eau de l'assainissement ou de l'environnement. Il convient de préciser toutefois que dans le sous-secteur de l'assainissement, les associations ou ONG actives dans le pays travaillent essentiellement pour les activités de pré-collecte des déchets solides. Ces structures constituent des acteurs potentiels qui peuvent être formés pour fournir des services de proximité en assainissement des eaux usées (enquêtes, sensibilisation, intermédiation...). Certains acteurs ont une vocation régionale et internationale tels que : Eau et Assainissement pour l'Afrique (EAA) et Cities Alliance.

#### **Les Agences de Maîtrise d'Ouvrage Déléguée**

Certaines Agences d'exécution, interviennent dans la maîtrise d'ouvrage déléguée et agissent de plus en plus pour le compte des municipalités qui disposent de la maîtrise d'ouvrage du fait des lois sur la décentralisation. Parmi ces agences on peut citer de façon non limitative :

- AGETUR (Agence d'Exécution des Travaux Urbains) ;
- AGETIP-BENIN (Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public) ;
- SERHAU SA (Société d'Etudes Régionales d'Habitat et d'Aménagement Urbain).



### **Le secteur privé**

Le secteur privé compte plusieurs intervenants actifs aux niveaux des études, des travaux et des services d'exploitation ainsi qu'au niveau industriel. En outre, on compte plus d'une centaine de sociétés de vidange. Notons que ces entreprises privées de vidange des boues se sont regroupées en association, l'Union des structures Professionnelles de l'Assainissement du Bénin (USPAB). Pour le traitement des boues vidangées, il existe une société privée d'exploitation à Sèmè-Podji, la Société industrielle Béninoise d'Équipement et d'Assainissement Urbain (SIBEAU). D'une capacité de 180m<sup>3</sup>/jour (300000 Equivalent Habitant), cette station a été mise en service en Février 1994 et fonctionne suivant le système de lagunage naturel .

Actuellement, la SIBEAU fait face à trois problèmes fondamentaux en ce qui concerne le traitement des boues de vidange. A cause de la croissance démographique, cette station voit sa capacité dépassée car aujourd'hui, elle doit satisfaire un marché qui est trois (3) fois plus important soit 600 m<sup>3</sup> de boues/j. Sur le plan environnemental, la qualité des effluents traités, la gestion des boues résiduelles ainsi que le système de rejet de l'effluent à la mer ne répondent plus aux normes en vigueur en République du Bénin. Elle fonctionne donc comme un simple décanteur assurant seulement une certaine séparation des boues et des effluents déversés directement dans la mer. A tout cela s'ajoutent l'état défectueux de la voie d'accès à la station auquel les usagers de la station sont confrontés chaque jour et le manque de laboratoire sur le site pouvant permettre un suivi régulier des paramètres de qualité des effluents traités et des boues résiduelles. De plus, les installations de la station sont menacées par l'érosion côtière qui atteint déjà les ouvrages aval.

### **Les ménages**

Les ménages sont les usagers, les bénéficiaires et donc les acteurs les plus importants. Leur implication est impérative dans toute action dont la finalité est d'aboutir à une meilleure gestion de l'assainissement au Bénin. Les ménages paient le service public de l'eau potable et adoptent les stratégies de changement de comportement en matière d'hygiène et d'assainissement.

## **II. MATERIELS ET METHODES**

Pour atteindre les objectifs fixés, une méthodologie adaptée au temps imparti à ce travail ainsi qu'aux moyens disponibles a été adoptée. Les lignes suivantes décrivent la présentation de la zone d'étude ainsi que les méthodes et matériels utilisés dans le cadre de cette étude.

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

#### **a. Justification du choix de la zone d'étude**

Cette étude s'est déroulée dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi. Le choix de la zone d'étude s'est précisément porté sur les milieux urbains et périurbains de Cotonou-Ouest conformément à la sectorisation effectuée dans le cadre du projet de construction de stations de traitement des boues de vidange dans le grand Nokoué (Cotonou, Abomey-Calavi, Sèmè-Podji, Ouidah et Porto-Novo). Ce choix se justifie par le fait qu'en plus d'être le plus grand bloc urbain du Bénin, Cotonou-Ouest compte environ 10% de la population nationale et est pour l'heure la seule zone du Bénin où des stations de traitement de boues de vidange sont en cours de réalisation. C'est donc un site expérimental, la seule zone d'intérêt pour cette étude qui s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonomes pour un bon fonctionnement des STBV et une amélioration du cadre de vie des populations.

#### **b. Localisation**

Cette étude a été menée dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi et plus spécifiquement dans la zone de Cotonou-Ouest couvrant l'entièreté de la commune d'Abomey-Calavi et les arrondissements 5 à 13 de la commune de Cotonou. L'intercommunalité Cotonou Abomey-Calavi est situé dans le sud du Bénin, à cheval entre les départements de l'Atlantique et du Littoral.

En effet, la commune de Cotonou actuellement sous l'autorité de Monsieur Luc ATROKPO constitue à elle seule le département du littoral depuis le dernier découpage administratif. Avec 79 km<sup>2</sup>, c'est le plus petit des douze (12) départements du Bénin en termes de superficie.

La commune de Cotonou s'étend sur 10 km à l'Ouest où elle est limitée par la Commune d'Abomey-Calavi et sur six (6) km à l'Est en côtoyant la Commune de Sèmé-Podji. Elle est composée de treize (13) arrondissements numérotés de 1 à 13. Dans le cadre de cette étude, seuls les arrondissements 5 à 13 seront pris en compte car ce sont eux qui composent avec la commune d'Abomey-Calavi, la zone de Cotonou-Ouest.

Sous la gestion du maire Angelo AHOUANDJINO, la commune d'Abomey-Calavi est limitée au nord par la Commune de Zê, au Sud par l'océan atlantique, à l'Est par les Communes de Sô-Ava et de Cotonou et à l'Ouest par les Communes de Tori-Bossito et d'Ouidah. Elle s'étend sur 539 km<sup>2</sup>. Elle compte neuf (9) arrondissements que sont : Godomey, Calavi centre, Akassato, Togba, Ouêdo, Glo-Djigbé, Kpanroun, Hêvié et Zinvié eux-mêmes subdivisés en cent quarante-neuf (149) villages et quartiers de villes sous l'autorité de chefs quartier ou de chefs village.

La figure 2 présente la localisation géographique de la zone d'étude.

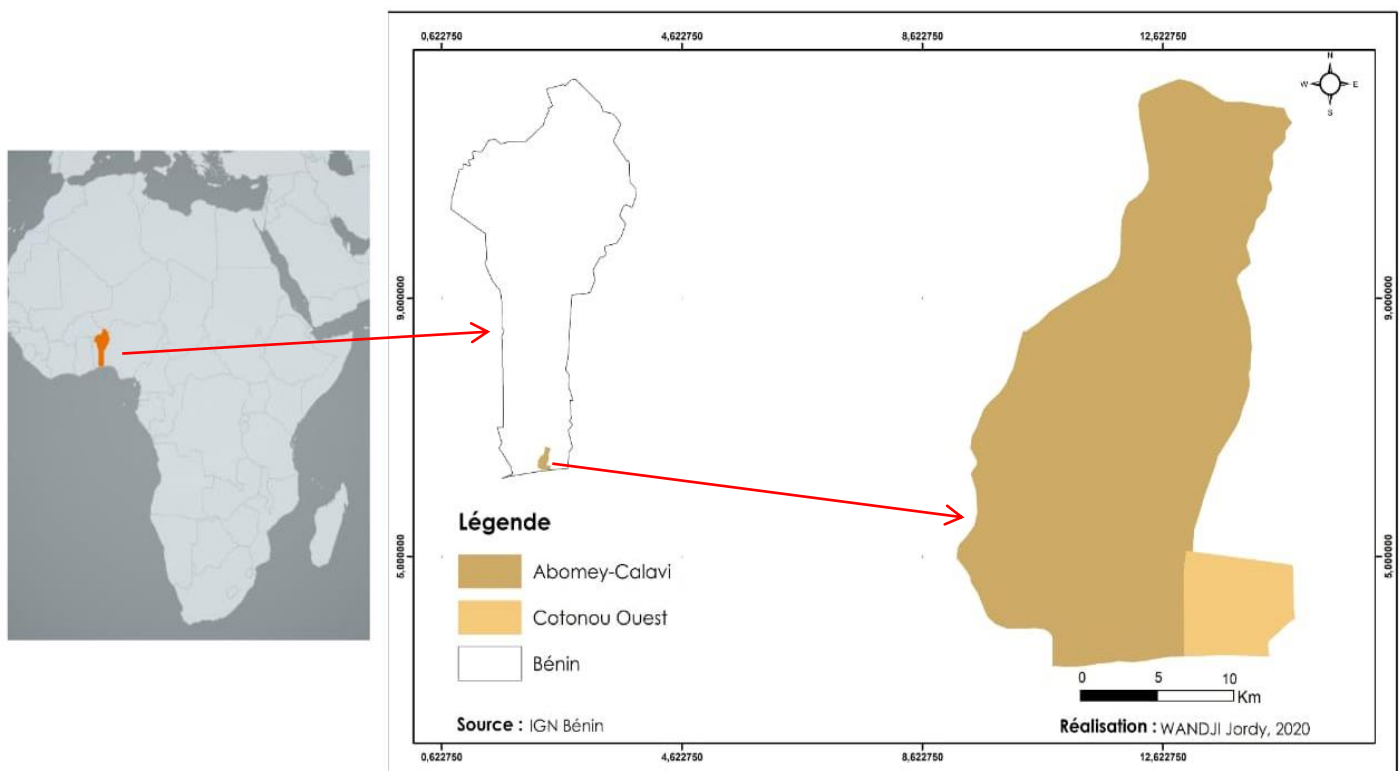


Figure 2: Carte de localisation géographique de la zone d'étude

### **c. Topographie**

La situation de la ville de Cotonou sur un cordon littoral sablonneux lui confère un relief spécial peu prononcé avec une côte oscillant entre 0,3 et 6m. La ville ne présente aucune caractéristique exceptée à l'Est du chenal où il y a une crête parallèle au littoral marquée par quelques dépressions.

La Commune d'Abomey-Calavi à un relief peu accidenté caractérisé par une bande sablonneuse au Sud-Est avec des cordons littoraux, où l'altitude est inférieure à 15m. La partie Ouest et Nord est une zone constituée de plateaux de terre de barre, s'élevant vers le Nord-Ouest, entaillés de vallées et de marécages. Les pentes y sont généralement de moins de 2 %.

### **d. Géologie**

A Cotonou, la géologie est marquée par deux types de sols chimiquement pauvres à savoir :

- A l'Est, des sols blancs à tendance podzolique. Ce sont des sols hydromorphes lessivés ;
- Au sud, des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Ces sols périodiquement engorgés jusqu'à la surface sont d'une grande pauvreté chimique.

Sur le plan des formations géologiques, dans la commune d'Abomey-Calavi, on distingue deux groupes géologiques distincts :

- La formation littorale en bordure de la mer, marquée par un cordon littoral qui s'étend d'Est à l'Ouest avec une largeur de 1 à 5 km.
- Plus haut au Nord, sur les plateaux, des graviers alluviaux, recouverts d'un sol de type ferrallitique d'une coloration ocre et dépouillée de toute fertilité naturelle ;
- Dans les bas-fonds entaillant ces plateaux et au bord du lac Nokoué, on trouve des dépôts alluviaux plus récents recouverts de sols hydromorphes.

### **e. Hydrologie**

La ville de Cotonou ne dispose pas de cours d'eau mais le lac Nokoué (85km<sup>2</sup>) et quelques bas-fonds constituent les réserves en eau.

A Abomey-Calavi, le réseau hydrographique est constitué essentiellement de deux plans d'eau à savoir : Le lac Nokoué et la lagune côtière. Plus de la moitié de la commune est drainée vers l'océan Atlantique et le reste s'écoule vers le lac Nokoué. La commune se retrouve sur deux bassins versants et d'une façade maritime juxtaposée à la lagune côtière, des marais, des ruisseaux et des marécages.

#### **f. Hydrogéologie**

La nature géologique des aquifères de la zone d'étude est composée de trois couches :

- Au sommet, une couronne de terre de barre avec un mélange en proportion à peu près égale de sable et d'argile d'épaisseur très variable ;
- Au centre, une couche sablo-argileuse, plus riche en sable que la précédente d'épaisseur variable inférieure à 100 mètres ;
- A la base, une couche de sable franc d'épaisseur très variable compris entre 10 et 2000 mètres. Les dépôts côtiers non consolidés ont une épaisseur moyenne de 50m.

Deux aquifères caractérisent la zone :

- Un aquifère inférieur hétérogène de profondeur comprise entre 5 et 10m dans sa bordure Sud mais qui évolue jusqu'à 60m au Nord ;
- Un aquifère superficiel homogène présent au niveau de la plaine littorale avec des endroits une extension limitée sur le plateau.

#### **g. Climat**

Le climat de la zone d'étude est de type subéquatorial. Il est marqué par deux saisons de pluies et deux saisons sèches :

- Une grande saison des pluies de mi-mars à mi-juillet et une petite saison de pluie de mi-septembre à mi-novembre ;
- Une grande saison sèche de mi-novembre à mi-mars et une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre.

La pluviométrie moyenne annuelle est voisine de 1200 mm dont 700 à 800 mm pour la première saison de pluie et 400 à 500 mm pour la seconde. Sur l'année, l'évapotranspiration potentielle est largement supérieure à la pluviométrie. Les températures moyennes mensuelles

varient assez peu, entre 27 et 31°C. Les mois de Février et Avril sont les plus chauds et les mois de Juillet à Septembre sont les mois les plus frais. La provenance du vent varie peu de part et d'autre du Sud-Ouest au cours de l'année (Tchabi, & Toussou, 2017).

Ci-dessous, la figure 3 qui présente le diagramme ombrothermique de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi.

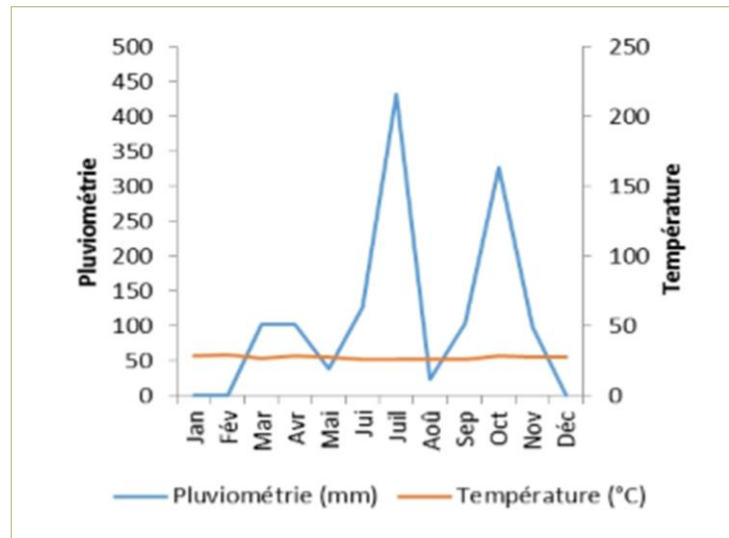


Figure 3: Diagramme ombrothermique de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi (Source : Tchabi F., 2017)

## h. Démographie

Selon le quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH4, 2013), on estime à 1.574.829 habitants la population de la zone d'étude en 2020 réparti en 363.060 ménages dans les 18 arrondissements qui constituent notre zone d'étude dans l'intercommunalité d'Abomey-Calavi. En considérant que les localités urbaines et périurbaines, les estimations sont de 1.117.942 habitants pour 268.134 ménages (INSAE, 2013).

Plus spécifiquement, ce quatrième recensement estime à 679012 habitants, la population de la ville de Cotonou en 2013 contre 665100 habitants en 2002, soit une légère hausse de 2,09% sur la période 2002-2013. Il est important de noter les populations des régions environnantes viennent gonfler la population de Cotonou le jour dans l'exercice de leur activité (fonctionnaires, commerçants etc.).

Selon le PDC 3 de la Commune de Cotonou, les ethnies rencontrées sont : les Fon et apparentés qui sont majoritaires, représentant 56,7% de la population. On y rencontre également les Adja, les Yoruba, les Dendi et les autres ethnies (environ 12%). La commune est marquée du point de vue des religions par les chrétiens catholiques (57,8%), les musulmans (14,2%), les autres chrétiens et les célestes qui font respectivement 7,8% et 4,4%.

En ce qui concerne Abomey-Calavi, la population est estimée à 656.358 habitants. D'une densité moyenne de 1010 habitants par Km<sup>2</sup>, cette population est inégalement répartie dans les neuf (09) arrondissements. L'arrondissement de Godomey concentre à lui seul près de la moitié de la population de toute la commune. Les arrondissements de Zinvié et de Kpanroun sont les moins peuplés.

L'ethnie dominante dans la commune est le Aïzo, mais les migrations récentes ont permis l'installation d'autres ethnies comme les Fon, les Toffin, les Yoruba, les Nagot, les Goun et autres. Les religions les plus pratiquées sont le christianisme, les religions traditionnelles, et l'islam.

### **i. Activités socio-économiques**

L'éventail d'activités sur la zone d'étude est étendu et se répartit sur les secteurs primaire, secondaire et tertiaire.

#### **i. Secteur primaire**

Deux types d'activités sont menés dans la zone d'étude. Il s'agit de l'agriculture et de la pêche. L'agriculture est pratiquée essentiellement en maraîchage à Cotonou avec en plus quelques cultures vivrières comme le manioc, le maïs à Abomey-Calavi. L'élevage ne se rencontre qu'à Abomey-Calavi où les conditions sont plus favorables. On y retrouve surtout la volaille, les lapins, les aulacodes et les moutons.

#### **ii. Secteur secondaire**

A Cotonou, le secteur industriel formel compte plus d'une centaine d'unités réparties entre unités alimentaires (laiteries, fabrication de jus de fruits, huileries, brasseries) ; cimenteries, fabrications de tôles et de fers et des unités chimiques (savonneries, peintures).

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le secteur artisanal est également bien représenté et on dénombre plusieurs ateliers exerçant dans divers domaines comme le textile, la construction, le bois, la manufacture, les métaux, la chimie et l'alimentation.

### iii. Secteur tertiaire

Il est le plus largement représenté et concerne les prestations de service, le commerce formel et l'administration. Les facilités de trafic de transit et la proximité avec le Nigéria ont fait aujourd'hui de ce secteur le plus important. La part de commerce import-export est particulièrement importante. A noter la présence du plus grand marché de l'Afrique de l'Ouest.

L'administration est fortement représentée à Cotonou à cause de la concentration des services publics. La zone d'étude abrite également de grandes écoles et universités ainsi que des représentations diplomatiques, investisseurs, partenaires techniques et financiers concentrés pour la plupart à Cotonou.

## **j. Environnement**

L'apparition des communautés urbaines importantes provoque toujours une modification de l'environnement et des écosystèmes. C'est ce qui se passe dans la zone d'étude et principalement à Cotonou et dans les grandes agglomérations d'Abomey-Calavi. Parmi les aspects les plus visibles de la dégradation du cadre de vie, on peut citer la pollution atmosphérique et des eaux du lac Nokoué, les inondations périodiques, la prolifération des déchets, les odeurs liées à l'épandage des eaux domestiques à même le sol, dans les parcelles ou sur les voies publiques.

D'autres phénomènes moins visibles mais tout aussi graves se produisent tels que la pollution croissante de la nappe phréatique. En 2006, le Ministère de la Santé a réalisé une vaste étude sur la qualité des eaux. Les résultats indiquaient la pollution microbiologique de toutes les nappes dans tous les arrondissements à Cotonou. Les résultats physico-chimiques ont révélé la présence de substances indésirables comme le chrome hexavalent, les nitrites et nitrates, le fer et le manganèse. L'étude concluait que, vu l'usage qu'en faisaient les ménages, l'état de la nappe constituait une menace pour les populations.



## **2. Diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome existants**

La méthodologie adoptée pour faire le diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi a consisté en une recherche documentaire, une collecte des données sur le terrain afin d'identifier les ouvrages utilisés par les ménages et les modes de gestion de ces ouvrages ainsi que leurs dimensions et leur positionnement dans le ménages par rapport aux sources d'eau et une observation directe.

### **a. Recherche documentaire**

La recherche documentaire est l'étape qui a permis de collecter des informations de base relatives au sujet. Elle a essentiellement consisté à consulter des ouvrages, des articles, des mémoires et des thèses, accessibles au CDIP et à SETEM-BENIN ainsi que les documents de même nature disponibles sur internet, sur des sites Web dédiés à l'éducation. Les informations recherchées portaient principalement sur la gestion des boues de vidange en Afrique subsaharienne en général et sur l'assainissement individuel au Bénin en particulier ainsi que de tout autre document allant dans le cadre du sujet et pouvant nous aider à mieux l'appréhender.

### **b. Collecte de données**

Dans le but de collecter les données pour établir le diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome existants, des questionnaires d'enquête ménage (Annexe VII) ont été élaborés et administrés. Ces questionnaires s'adressaient prioritairement au chef de ménage ou toute personne du ménage capable de répondre convenablement aux questions et ont couvert quatre (04) sous-thèmes que sont : l'accès aux ouvrages d'assainissement autonome, les dispositions constructives des ouvrages, les impacts de leur mauvaise réalisation et la gestion des boues de vidange. Ils ont été élaborés et administrés sur Smartphones grâce à l'application de collecte de données KoBoCollect et sa plateforme en ligne KoBoToolbox.

D'autres outils de collecte de données ont été utilisés. Il s'agit :

- du questionnaire d'enquête vidangeur (Annexe VIII) qui a permis de connaître et de comprendre les difficultés qu'ils rencontrent dans l'exercice de leur activité en rapport avec les ouvrages d'assainissement et leurs propositions pour l'amélioration de ces ouvrages ;
- du guide d'entretien avec les maçons locaux (Annexe IX) ;

- du guide d'entretien avec les responsables au sein des services techniques des mairies de Cotonou et Abomey-Calavi (Annexe X).

Dans le cadre des entrevues, les fiches d'entretiens élaborées ont comporté aussi bien des questions ouvertes que des questions fermées. Les fiches d'entretien individuel ont été directement adressées aux Chefs de Service Technique au niveau des Mairies de Cotonou et Abomey-Calavi. L'enjeu était de collecter des informations sur la contribution de ces structures dans la planification de l'assainissement autonome.

Le guide pour élaborer et mener des recherches par sondages de Louis M. Rea et Richard A. Parker développé en 1997 a été utilisé dans ce cadre.

Pour la détermination du nombre de ménage à enquêter, un échantillonnage a été fait. L'intérêt étant de montrer au sein de la population pris aléatoirement, les tendances relatives à l'accès aux ouvrages d'assainissement autonome et à leur gestion dans la zone d'étude.

La formule ci-dessous tirée du même guide a servi pour la détermination du nombre de ménage représentatif à enquêter.

$$n = \frac{tp^2 \times P(1 - P) \times N}{tp^2 \times P(1 - P) + (N - 1) \times y^2} \quad (\text{Rea \& Parker, 1997})$$

Avec :

**n** : la taille de l'échantillon ;

**N** : la taille de la population cible ;

**P** : Proportion attendue d'une réponse de la population ou proportion réelle. Dans le cas d'une étude multicritère ou lorsqu'aucune autre étude n'a été réalisée dans le domaine de l'assainissement, elle peut être fixée à 0,5 par défaut ce qui permet d'avoir le plus grand échantillon possible ;

**tp** : intervalle de confiance d'échantillonnage. Sa valeur est de 1,96 pour un taux de confiance de 95% ;

**y** : La marge d'erreur d'échantillonnage fixée à 5%.

Pour une taille de population inférieure à 1.000.000, le nombre de ménage à enquêter pour assurer la représentativité des données est de **384** pour un des valeurs de **tp** et **y** respectivement de 1,96 et 0,05.

Les arrondissements périurbains et urbains de la zone d'étude et qui devront normalement tous être les cibles de cette enquête sont les arrondissements 5 à 13 de la commune de Cotonou et les arrondissements de Godomey, Akassato, Abomey-Calavi dans la Commune d'Abomey-Calavi. Cependant, compte tenu de la similitude entre certains arrondissements de la zone d'étude, nous avons retenu pour la collecte des données, les arrondissements de Godomey, d'Abomey-Calavi dans la commune d'Abomey Calavi et les arrondissements 5, 7, 9,12 et 13 de la commune de Cotonou. Le tableau 1 présente le nombre de ménages à enquêter par arrondissement.

**Tableau 1: Répartition du nombre de ménages à enquêter par arrondissement**

Arrondissements	Nombre de ménage/ Arrondissement	Nombre total de ménage	Proportion	Nombre total de ménage à enquêter	Nombre de ménage à enquêter par arrondissement
Arr 5-Cotonou	6617	218135	0,031	384	12
Arr 7-Cotonou	8160	218135	0,037	384	14
Arr 9- Cotonou	15507	218135	0,071	384	27
Arr 12-Cotonou	28294	218135	0,130	384	50
Arr 13-Cotonou	20296	218135	0,093	384	36
Godomey	94330	218135	0,433	384	166
Abomey-Calavi	44930	218135	0,205	384	79
<b>Total</b>	<b>218135</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>384</b>

Les enquêtes ont été réalisées au cours de la période allant du 26 Octobre au 14 Novembre 2020. Pour respecter le délai imparti, quatre (04) enquêteurs ont été recrutés et formés pour la collecte des données. Toutes les informations récoltées ont été traitées à l'aide des logiciels suivants:

- KoBoCollect et la plateforme KoBoToolbox pour l'élaboration et l'administration des questionnaires ;

- Excel pour le traitement des données ;
- ArcGIS, AutoCAD et SketchUp Pro pour les différents plans et cartes réalisés.

### **c. Observation directe**

L'observation directe n'est pas planifiée dans le temps et vient en complément pour infirmer ou confirmer certaines déclarations obtenues lors des enquêtes ou entretiens. Elle a porté sur les types d'ouvrages, leurs dispositions, emplacements, orientations et leurs caractéristiques en fonction de la zone mais aussi sur les pratiques des populations en ce qui concerne la gestion des eaux usées domestiques. C'est au cours de cette phase que des photos ont été prises pour illustrer quelques passages de ce rapport.

## **3. Proposition de normes de construction à respecter par ouvrages et par localité**

Afin de proposer des normes de construction des ouvrages qui tiennent compte des caractéristiques du milieu, un zonage d'assainissement a été fait. Le zonage consiste à déterminer dans le milieu d'étude, des zones homogènes donc présentant les mêmes caractéristiques ou des caractéristiques similaires et auxquelles les mêmes dispositions techniques peuvent être appliquées.

Pour ce faire, un certain nombre de critères ont été pris en compte. Il s'agit des critères physiques dont la topographie, le type de sol pour avoir une idée sur l'infiltration des eaux usées et des excréta dans le sol, le niveau de la nappe phréatique qui nous renseigne sur les risques de pollution et les critères urbains dont la densité de la population et la surface disponible. Les différentes zones identifiées après analyse de ces critères ont été matérialisées sur la carte de zonage. Cette carte a été réalisée à partir des données d'OpenStreetMap, importées dans le logiciel QGIS pour la création des Shapefiles.

Les normes de construction ont été proposées sur la base du zonage d'assainissement précédemment établi mais également en tenant compte des critères socio-économiques. Ces critères englobent le nombre d'habitant par ménage, la consommation en eau, la capacité de financement des populations et les compétences techniques locales disponibles pour la mise en place des ouvrages d'assainissement autonome. La direction des vents dominants dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi et les dimensions moyennes minimales des parcelles dans les zones urbaines et périurbaines ont également été considérées pour proposer

la disposition, l'orientation et des caractéristiques des ouvrages d'assainissement autonomes afin de garantir le respect des distances de sécurité et l'efficacité de ces ouvrages.

Pour le dimensionnement des latrines VIP, la formule suivante a été utilisée :

$$\mathbf{Vu = Nu \times A \times T \quad (1)}$$

Avec :

- Vu : Volume utile de la fosse de la latrine en m<sup>3</sup>;
- Nu : Le nombre d'usagers ;
- A : Taux d'accumulation des boues en m<sup>3</sup>/usager/an;
- T : Temps entre deux vidanges en années.

Les formules suivantes ont été utilisées pour la détermination des volumes des fosses des ouvrages et la détermination du temps de vidange des fosses septiques.

$$\mathbf{Vu = 3 \times Nu \times R \times Q \quad (2)} \text{ (Méthode Banque Mondiale)}$$

$$\mathbf{Vu = \frac{(Nu \times Tab \times Tvid)}{\left(\frac{H_{max\text{boues}}}{H_u}\right)} \quad (3)}$$

Avec :

- Vu : Volume de la Fosse septique en Litre ;
- Nu : Nombre d'usagers potentiels ;
- R : Temps de rétention (1 jour minimum lorsque les boues sont à 2/3 du volume de la fosse) ;
- Q : Volume d'eaux usées par jour et par personne ;
- Tab : Taux d'accumulation des boues en L/usager/jour ;
- Tvid : Temps qui sépare deux vidange en année ;
- Hmax/Hu : Hauteur maximale des boues dans la fosse par rapport à la hauteur utile de la fosse avant de procéder à la vidange.

Le temps séparant deux vidanges Tvid a été déterminé en égalisant les équations (2) et (3).

Les dimensions des différents compartiments des fosses septiques ont été proposées en tenant compte de deux conditions d'efficacité que sont :

- $2 \leq \frac{L}{I} \leq 3$  Où **L** et **I** sont respectivement la longueur et la largeur de la fosse septique ;
- $L1 = \frac{2L}{3}$  Où **L** est la longueur de la fosse septique et **L1** la longueur du premier compartiment de la fosse (fosse de décantation).

Enfin, nous nous sommes référés à la norme NF EN 206-1/CN est la référence pour les bétons structuraux (et les ouvrages de génie civil) en nous basant spécifiquement sur le tableau relatif aux valeurs d'application courante. Nous avons opéré ce choix compte tenu du fait que les ouvrages d'assainissement autonome ne sont pas de gros ouvrages soumis à de grandes charges, la finalité étant d'adopter un dosage de béton optimal et d'avoir des ouvrages avec des coûts acceptables. Les valeurs d'applications courantes du béton sont présentées par le tableau 2.

**Tableau 2: Valeurs d'application courantes du béton**

Types d'ouvrages	Ciment	Gravier	Sable	Eau
Béton de propreté	150 kg	1360 kg	910 kg	85 litres
Fondation courante	300 kg	1180 kg	780 kg	150 litres
Fondation renforcée	350 kg	1100 kg	830 kg	155 litres
Dalle armée	350 kg	1125 kg	820 kg	175 litres
Béton pour linteau, poteau...	350 kg	1175 kg	680 kg	170 litres
Béton de scellement pour clôture, regard...	250 kg	1200 kg	800 kg	125 litres

### **III. RESULTATS ET DISCUSSION**

#### **1. Etat des lieux de l'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi**

##### **a. Accès aux ouvrages d'assainissement**

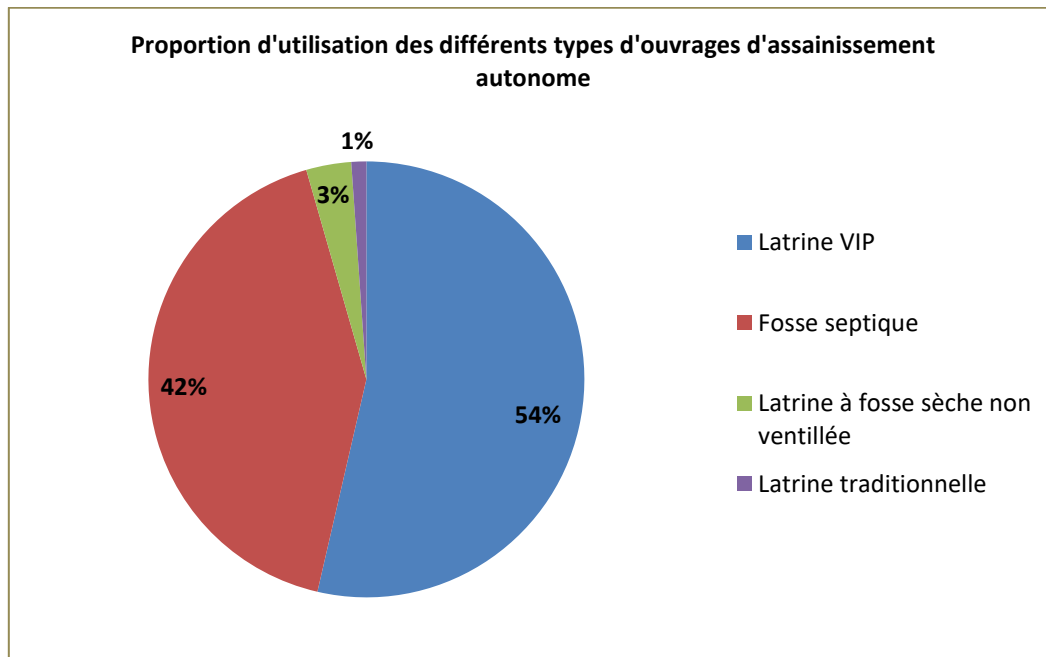
Dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi, l'assainissement individuel est pratiqué par la quasi-totalité de la population. En effet, il y a très peu de cas de réseaux d'assainissement collectif domestique dans la zone d'étude. Seuls ont été mis en place ceux de la Cité-Vie-Nouvelle et de la Cité Houéyiho à Cotonou ainsi que celui du marché aux poissons de Tokpa-Zoungo à Abomey-Calavi (SEURECA, 2014).

- Le système de la Cité Vie-Nouvelle collecte toujours les eaux vannes, de douches et de ménages, mais depuis 1996, le système rejette des eaux brutes sur la plage aux abords des habitations ;
- Le système de la Cité Houéyiho était un système séparatif menant les eaux usées à des fosses septiques communes. Il a été abandonné depuis les années 1990. Il n'a pu être maintenu opérationnel, faute de compétences et de moyens suite à la faillite des sociétés initialement gestionnaires. Les EU de certains habitants de la Cité continuent de transiter par ces ouvrages aujourd'hui abandonnés ;
- Le réseau de Tokpa Zoungo a été conçu en 2012 et est encore opérationnel malgré quelques soucis d'ensablement.

Les résultats d'enquête indiquent que 93,75% des ménages enquêtés disposent d'un ouvrage d'assainissement autonome. L'assainissement autonome est donc la règle générale dans le milieu d'étude et il est vraisemblable qu'il le restera encore longtemps compte tenu de l'inexistence d'un réseau collectif de collecte et de traitement des eaux usées et excréta et dont la mise en place n'est pas pour prévu pour un proche avenir.

L'assainissement individuel est réalisé suivant différents procédés en fonction du standing de l'habitat. Au niveau des habitations, l'élimination des excréta se fait le plus souvent par fosse septique dans les ménages de moyen et haut standing et par latrine VIP à fosse unique dans les ménages de bas standing. Les latrines à fosse non ventilée et les latrines traditionnelles sont minoritaires et représentent respectivement 3,3% et 1,11% de l'ensemble des ouvrages d'assainissement individuel recensé dans la zone d'étude.

La figure 4 présente les proportions d'utilisation des différents ouvrages d'assainissement dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi.



**Figure 4: Proportions d'utilisation des ouvrages d'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi**

L'adoption de ces ouvrages a beaucoup évolué dans le temps. En effet, les fosses septiques sont de plus en plus adoptées au détriment des latrines. C'est ce qu'indiquent les données d'enquête selon lesquelles 70,80% soit 80 sur 113 des ouvrages d'assainissement installés au cours de la dernière décennie sont des fosses septiques. A contrario, environ 2/3 des ouvrages ayant plus de dix (10) ans d'âge sont des latrines VIP.

Il est important de préciser que la répartition des ouvrages d'assainissement individuel est hétérogène. Elle ne suit aucun critère géographique ou technique mais plutôt le standing. Ainsi, dans les quartiers urbains comme la Haie Vive à Cotonou, on rencontre plus de maisons avec fosses septiques. A Cocodji et Womey à Abomey-Calavi, les latrines sont plus adoptées par les ménages (SETEM-BENIN, 2015).

Quant à la gestion des eaux grises, 68,23% des ménages disposent d'ouvrages de collecte des eaux grises, installés au sein du ménage ou à la devanture. Deux types d'ouvrages ont été recensés que sont les silos de graviers et les puisards qui sont les plus adoptés. Plus de 30% des ménages déversent toutes les eaux grises produites directement dans l'environnement.



La figure 5 présente le mode de gestion des eaux grises dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi.

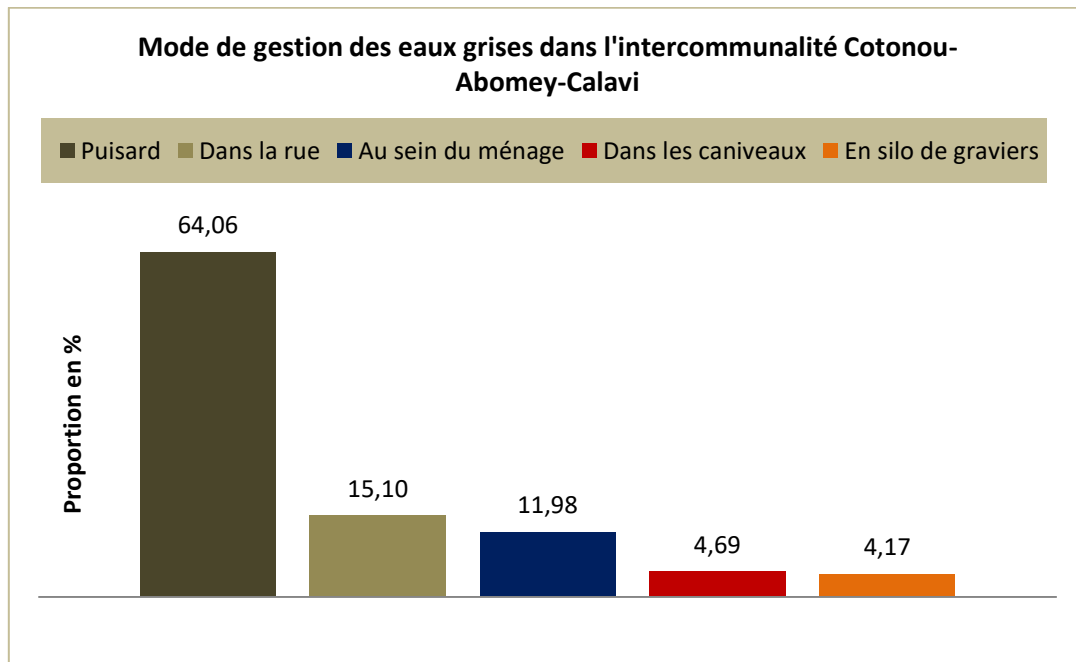


Figure 5: Mode de gestion des eaux grises dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi

Même lorsque les puisards existent, ils ne servent généralement qu'à collecter les eaux de douches. Les eaux de lessive et de cuisine, elles, sont déversées au sein des ménages, sur la voie publique ou dans les ouvrages d'assainissement pluvial lorsqu'il en existe à proximité (CIEH, 1984). Pour les ménages ne disposant pas d'ouvrages de collecte des eaux grises, ces eaux usées sont directement rejetées dans le ménage où dans certains cas, les volailles se chargent de l'élimination des résidus solides ou sur la voie publique, se constituant en gîtes larvaires de mouches et de moustiques, vecteurs de maladies qui affectent la population.

Ci-dessous, la figure 6 qui présente un exemple d'évacuation des eaux de douches sur la voie publique dans le quartier de Cocotomey, arrondissement de Godomey dans la commune d'Abomey-Calavi.



**Figure 6: Evacuation des eaux de douches sur la voie publique à Godomey**

Enfin, en ce qui concerne la gestion des eaux usées et excréta dans les lieux publics, quelques édifices publics existent à proximité des marchés et dans les écoles. Ce sont principalement des latrines VIP communautaires souvent inutilisées en raison de leur état de saleté repoussante. Certaines d'entre elles, dont les fosses ne sont que très rarement vidées sont rendues inaccessibles par les déjections qui débordent sauf dans le cas des latrines publiques payantes (CIEH, 1984). Il est certain que bon nombre de ces équipements constituent, en leur état actuel, un danger sérieux pour la santé publique. Aucune disposition n'est mis en place pour la gestion des eaux usées dans les lieux publics notamment les marchés où de grande quantité d'eaux grises sont produites et déversées dans les ouvrages de collecte d'eaux pluviales ou directement au sol dans les marchés (SEURECA, 2014).

#### **b. Dispositions constructives des ouvrages d'assainissement autonome.**

Au Bénin, l'article 12 de l'Arrêté N° 0032/MUHA/DC/SGM/DGHC/DCLR/SA du 04 Avril 2014 du Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Assainissement définissant les prescriptions minimales à observer pour la délivrance du permis de construire au Bénin stipule que les ouvrages d'assainissement autonomes doivent être implantés à deux (2) mètres au moins des limites des parcelles et à quinze (15) mètres au moins de toute source de captage d'eau de boisson (eux même situés à une distance de trois mètres des limites de la parcelle) qui ne devra pas se situer en contrebas de ces dispositifs d'assainissement.

Dans les ménages, le constat général est que ces dispositions relatives à la mise en place des ouvrages d'assainissement autonome ne sont pas respectées. En effet, 142 sur 287, soit 49,47% des fosses sont situées à une distance inférieure à 15 mètres des sources d'eau souterraine dans le ménage. Cette proximité entre source d'eau et fosse pourrait à priori s'expliquer par la superficie relativement petite des parcelles en zone urbaine et périurbaine et la disposition des ouvrages dans le ménage. Cette situation pourrait favoriser la contamination fécale des eaux de la nappe or 100% des enquêtés utilisent ces eaux de forage et/ou de puits traditionnels soit pour la consommation ou pour le lavage et les besoins domestiques ce qui les expose aux maladies hydriques. A Cocotomey, par exemple, nous avons observé dans un ménage, une latrine construite à 6,00 mètres environ du puits traditionnel dont l'eau est utilisée pour la cuisine, la consommation et les travaux domestiques (figure 7).



**Figure 7: Proximité entre la fosse d'une latrine et un puits traditionnel**

Il est donc évident qu'il y a un défaut de contrôle relatif aux dispositions prévues par cet arrêté au niveau des services étatiques ou communaux en charge de l'urbanisme d'autant plus que nous avons également pu déterminer que la majorité des latrines sont construites à une distance inférieure à deux (2) mètres des limites de la parcelle mais surtout qu'un bon nombre sont construites directement sur les limites parcellaires (figure 8).



Figure 8: Construction des latrines sur les limites parcellaire à Gbodjè (Godomey)

### c. Impacts de la mauvaise réalisation des ouvrages d'assainissement autonomes

A Godomey et à Cotonou, 15,76% des ménages enquêtés dotés de latrines dans ces zones ont signalés une inondation des fosses en saison pluvieuse. Ce résultat est confirmé par l'enquête avec les opérateurs de vidange qui ont reconnu que la saison pluvieuse est une période d'intense activité avec une augmentation importante des vidanges au niveau des fosses et des latrines. Cette situation due à la non étanchéité des fosses et au non-respect de la distance de sécurité entre le fond de la fosse et le niveau de la nappe, participe au remplissage accéléré des fosses et accroît le risque de pollution des eaux souterraine. Ces eaux sont susceptibles de polluer le sol et le sous-sol, et par la suite les eaux souterraines, en raison de leurs teneurs souvent élevées en matières organiques biodégradables et en microorganismes d'origine fécale (Hondjenou, 2019).

Des résultats d'analyses microbiologiques effectuées par le ministère de la santé en 2009 ont révélé que l'eau de boisson est contaminée par les *Escherichia coli*, les coliformes fécaux et totaux à la source. Cela explique donc le fort taux de prévalence des maladies hydrique. En effet, le taux de prévalence des maladies hydriques y est estimé à 30,37 cas pour 1000 habitants en 2017. Il apparait donc qu'elles constituent un véritable problème de santé publique d'autant plus que la norme de l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) en la matière est de 0,01 cas pour 1000 habitants (Hondjenou, 2019).

Sur le terrain, nous avons pu observer une orientation aléatoire des latrines dont bon nombre dépourvu de grille anti moustique avec des tuyaux d'aération faisant à peine vingt (20) centimètres. Ainsi, des phénomènes de prolifération de vecteurs et de dégagement d'odeurs nauséabondes ont été signalés par 52,71% des ménages. Pour faire face à ce désagrément, les ménages font recours à l'utilisation de produits chimiques en vente libre (huiles à moteur usagées, grésil, insecticides, etc.) dans les fosses et ceci, afin de détruire les nuisibles notamment les mouches, les asticots et des cafards. Outre les risques d'inflammation et l'éradication des agents qui participent à la dégradation de la fraction solides et l'épuration de la fraction liquide des boues, ceci a pour effet la modification de la composition des boues, notamment en influençant leur teneur en métaux lourds rendant les boues, même « traitées », inaptes à la valorisation agricole.

#### **d. Gestion des boues de vidange**

96,38% des enquêtés ayant déjà effectués une vidange ont eu recours à la vidange mécanique. La vidange manuelle est rare et se pratique surtout dans les zones rurales et les quartiers précaires où les camions de vidange éprouvent des difficultés à accéder aux fosses à cause de l'étroitesse des ruelles. Dans ces cas, les ménages déversent les boues dans un trou, un cours d'eau, dans les ouvrages de collecte d'eau pluviale ou un terrain vague à proximité de la maison. Ces pratiques sont catastrophiques d'un point de vue sanitaire (contact direct des vidangeurs avec les boues fécales, dissémination de celles-ci et des agents pathogènes dans le quartier, etc.) et environnemental (Gabert J., 2018).

Les vidangeurs mécaniques intervenant dans la zone d'étude ont révélé au cours des entretiens, un certain nombre de contraintes qui entravent le bon déroulement de leur activité au sein des ménages. Il s'agit entre autres de la profondeur trop importante de certaines fosses et de la présence de déchets solides et encombrants dans les fosses ce qui rend difficile voire impossible la vidange mécanique.

Les boues, une fois vidangées, sont convoyées vers la station de SIBEAU, la seule en service actuellement et située à plus 40 kilomètres de Cotonou ou alors déversées dans la nature compte tenu de la distance importante entre la station et certaines zones desservies. En effet, la zone couvrant Abomey-Calavi, Godomey plus une partie de Cotonou ne dispose pas actuellement d'installation de traitement des boues de vidange située à une distance économiquement acceptable (20 à 25 km) ce qui accroît les rejets sauvages de boues.



La schéma de la filière d'assainissement des eaux usées et excréta dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi est présenté par la figure 9.

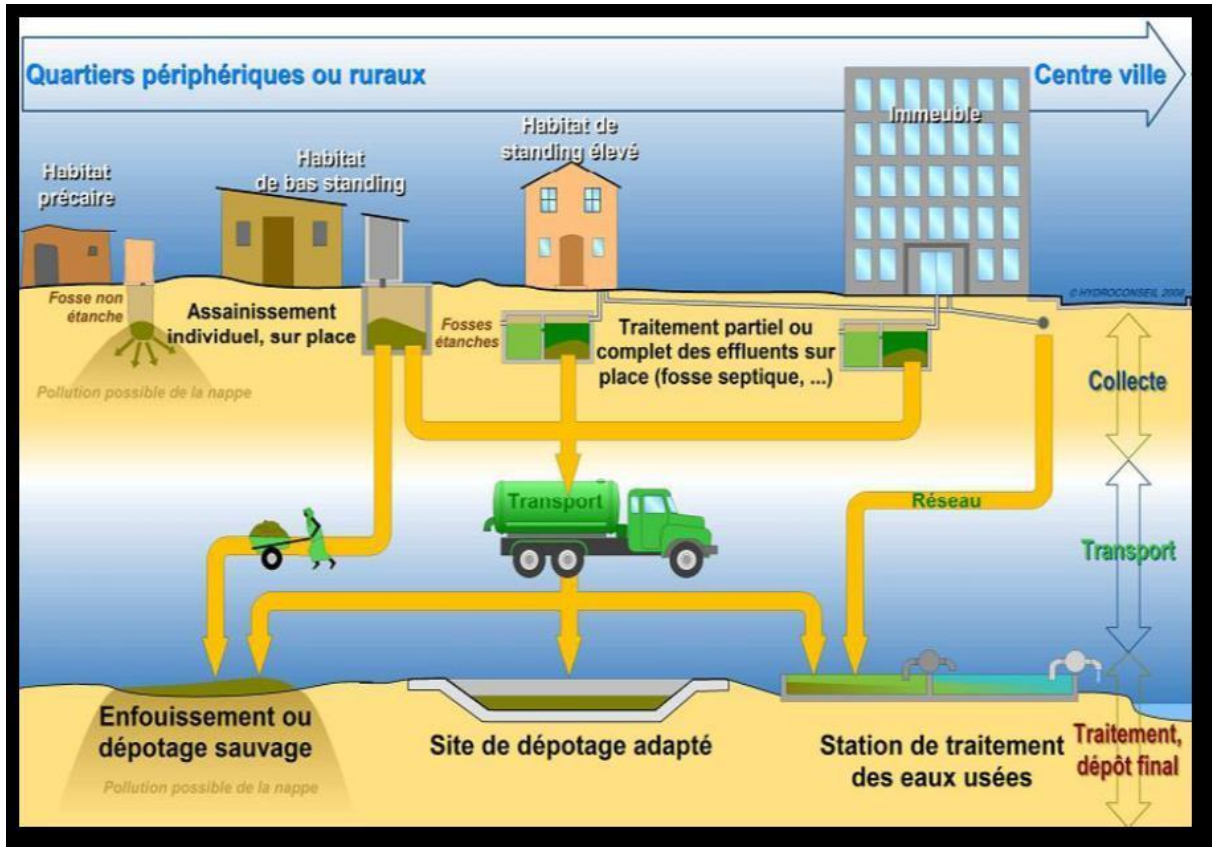


Figure 9: Filière d'assainissement des eaux usées et excréta dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi

Il faut préciser que le gouvernement en place, conscient du danger que représente la mauvaise gestion des boues de vidange et soucieux de la protection du cadre de vie et de la santé des populations, a lancé la construction de deux STBV dans le Grand Nokoué à savoir: la STBV de la zone Ouest située à Glo-Djigbé (Abomey-Calavi) qui devra couvrir la commune d'Abomey-Calavi et la plus grande partie de Cotonou Ouest puis la STBV Est pour la partie Est de Cotonou et la portion de Cotonou Ouest à proximité du Port autonome de Cotonou.

En effet, le Gouvernement a prévu dans son Programme d'Actions, un projet ambitieux ayant pour finalité, une gestion efficace et efficiente des eaux usées et des boues de vidange dans le Grand Nokoué regroupant les communes de Cotonou, de Porto-Novo, de Sèmè-Podji, d'Abomey-Calavi et de Ouidah. Avec l'appui financier de la Coopérative Allemande à travers la KfW-Entwicklungsbank, il a été engagé dans les communes d'Abomey-Calavi et de Sèmè-

Podji, la construction d'infrastructures de commodité pour le traitement des eaux usées et des boues de vidange.

La station d'Abomey-Calavi est en une filière de traitement en trois (3) grandes étapes que sont (i) un dégrillage ; (ii) un traitement primaire par lits de séchage plantés de macrophytes en 20 casiers et (iii) un traitement secondaire des eaux usées par une série de cinq (5) lagunes avant rejet strictement contrôlé suivant les normes en vigueur, dans un exutoire naturel sis à Togba. Elle a une capacité de 600 m<sup>3</sup>/jour. Celle de Sèmè-Podji a une capacité de 506 m<sup>3</sup>/j. C'est une filière de traitement sur lits de séchage non plantés. La conception de cette station a privilégié des traitements conventionnels robustes et une maintenance simple avec une option de valorisation des boues déshydratées ou leur mise en décharge.

Les ouvrages de la STBV sont essentiellement constitués de :

- 02 fosses de réception et 02 épaisseurs;
- 02 postes d'extraction des boues des épaisseurs;
- Bassins de lagunage (03 bassins anaérobies, 03 bassins facultatifs et 03 bassins de maturation)
- 105 lits de séchages;
- 01 fosse de relevage du percolât des lits de séchage;
- 01 dispositif de rejet de l'effluent dans la mer;
- Voirie et réseau d'assainissement de la station;
- 04 hangars pour le stockage des matériaux;
- Bâtiments d'exploitation (01 local bureau, 01 local technique, 01 guérite);
- 01 point d'eau (forage de 5m<sup>3</sup>/h).

Les plans des différentes stations sont présentés en annexe V et VI.

Les travaux prévus pour durer 26 mois, ont démarré le 10 février 2020 et prendront contractuellement fin le 10 octobre 2021 et sont exécutés par l'Entreprise SOGEA-SATOM.

## 2. Zonage d'assainissement

L'objectif est de déterminer les différentes zones homogènes au regard des contraintes liées à l'assainissement dans le milieu d'étude. En effet, une même localité peut regrouper différents espaces aux profils naturels et technico socio-économiques très variables. Il est primordial, lors du diagnostic, d'identifier et de regrouper les zones qui présentent des profils homogènes d'un point de vue physique, urbain et socio-économique, afin de proposer des solutions cohérentes et adaptées à celles-ci. Des recherches et de notre analyse, nous pouvons retenir ce qui suit.

### a. Critères physiques

- Niveau de la nappe

A Cotonou, la nappe phréatique se trouve à proximité de la surface du sol dont la perméabilité élevée accélère l'infiltration des eaux pluviales et usées. Les études menées dans le cadre du PDA estime que le niveau de la nappe est compris entre 0 et 4,5 mètres dans tous les arrondissements de la commune de Cotonou, à Godomey et dans la partie Est (proche du lac Nokoué) des arrondissements de Calavi Centre et Akassato. Par contre dans la partie Ouest de Calavi centre et d'Akassato, à Womey (un quartier de Godomey) ainsi que les six (06) autres arrondissements de la commune d'Abomey-Calavi (Togba, Glo-Djigbé, Ouêdo, Kpanroun, Zinvié et Hêvié), la nappe est assez profonde et son niveau varie entre 4,5 et 40 mètres avec une moyenne de 10 mètres.

- Taux d'infiltration

A Cotonou, les études de Gigg en 1984 indiquent que le taux d'infiltration à Cotonou varie de 10 à 99 mm/h et que l'arrondissement de Godomey présente les mêmes caractéristiques. Le PDA assimile la situation de la commune d'Abomey-Calavi à celle de la ville de Porto-Novo où le taux d'infiltration varie entre 2,2 et 5 mm/h selon l'étude d'assainissement de la ville de Porto-Novo en 1994.

Deux zones peuvent donc être distinguées en prenant en compte ces critères physiques : une zone avec un sol sablonneux caractérisée par une nappe affleurante et un taux d'infiltration élevé et une zone avec des terres de barre caractérisée par une nappe profonde et taux



d'infiltration relativement faible mais suffisant pour la mise en place d'un assainissement autonome.

#### **b. Critères urbains : Densité et urbanisation**

En ce qui concerne la densité de la population, dans la zone d'étude, selon les données issues du PDA, la commune de Cotonou et l'arrondissement de Godomey sont les plus denses avec une moyenne identique de 89 hab/ha. L'arrondissement de Calavi centre a une densité de 57,1 hab/ha. Les autres arrondissements de la Commune d'Abomey-Calavi, dont la densité moyenne est de 22,3 hab/ha, ont des densités variant entre 3,5 et 23 hab/ha (SETEM-BENIN, 2015). Toutefois, ces densités moyennes cachent une certaine disproportionnalité dans la répartition des ménages sur le territoire. Au sein de certains arrondissements, notamment les arrondissements ruraux de la Commune d'Abomey-Calavi, il n'existe que quelques agglomérations où les ménages sont plus ou moins regroupés laissant d'énormes zones inhabitées. Depuis 2013, la densité à Cotonou a peu évolué mais la ville remplit ses vides où parfois quelques constructions neuves plus grandes viennent remplacer de vieilles maisons. Quoi qu'il en soit, les densités restent bien inférieures à 160 hab/ha au-delà de laquelle l'assainissement individuel est déconseillé. (J. & Desille D., 2012)

La principale caractéristique urbanistique dans les arrondissements de Calavi et surtout de Godomey est la perte des agencements urbains orthogonaux. Les implantations de l'habitat semblent être spontanées et très peu régulées dans l'espace. Un gaspillage de l'espace urbain paraît être une constante de la Commune en général (SETEM-BENIN, 2015). Que ce soit à Cotonou ou à Abomey-Calavi, l'espace minimale ( $2-20\text{m}^2$ ) requis pour l'assainissement individuel est disponible au sein des parcelles dont les superficies moyennes dans la zone d'étude varient entre 350 à 500  $\text{m}^2$ . L'état de la voirie est également favorable à l'assainissement individuel sauf dans quelques rares quartiers de la Commune d'Abomey-Calavi où il y a une étroitesse particulière de certaines rues, conséquence de l'implantation spontanée et peu régulée des habitats dans la zone.

#### **c. Critères Socio-économiques**

La consommation d'eau unitaire, peu importe la source d'eau varie peu dans les localités de la zone d'étude. En 2013, elle variait entre 42 et 76 l/j/personne. Les prévisions d'ESEM et SEURECA dans le Plan Directeur d'Assainissement situent la consommation unitaire ou

spécifique à 69 l/j/personne à Cotonou et à 56 l/j/personne dans la commune d'Abomey-Calavi.

Les compétences locales pour la construction des ouvrages d'assainissement individuel existent. Aussi lors des enquêtes, il ressort que les populations ont la volonté d'aller vers des ouvrages améliorés et conformes et peuvent mobiliser les ressources financières pour le faire. De tout ce qui précède, nous avons pu définir trois zones différentes en termes d'assainissement résumées dans le tableau 3.

**Tableau 3: Caractéristiques des différentes zones d'assainissement**

Zones identifiées	Profondeur de la nappe	Type de sol	Capacité d'infiltration	Densité	Accès à l'eau
<b>Zones urbaines et périurbaines</b>					
<b>Zone A :</b> Cotonou-Godomey Akassato Est-Calavi Est	-	+	+	++	+++
<b>Zone B :</b> Womey-Akassato Ouest-Calavi Ouest	+++	+++	++	++	++
<b>Zone rurale</b>					
<b>Zone C :</b> Kpanroun-Hêvié-Zinvié- Togba-Ouêdo-Glo- Djigbé	+++	+++	++	+++	-

- : Mauvais + : Passable ++ : Bon +++ : Très Bon.

La figure 10 présente la carte de zonage d'assainissement de la zone de l'étude.

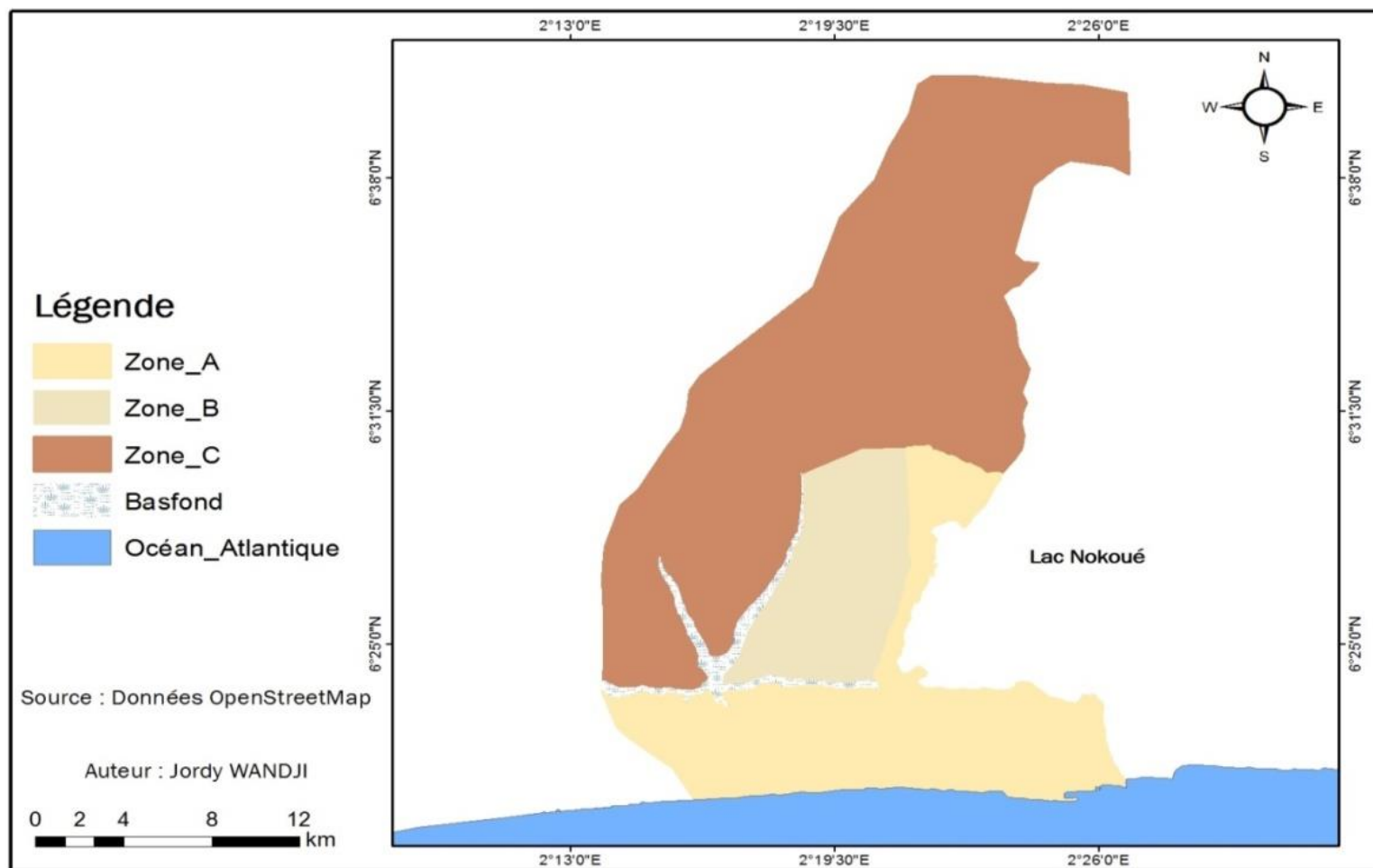


Figure 10: Carte du zonage d'assainissement du milieu d'étude

### **3. Proposition de normes techniques d'amélioration des ouvrages d'assainissement individuel**

Sur la base de l'état des lieux et du zonage ci-dessus effectué, nous proposons diverses normes techniques adaptées pour une amélioration de la situation qui prévaut. Ces propositions couvrent divers aspects et partant de la situation de départ pour proposer des solutions pour l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonomes dans la zone de Cotonou-Ouest.

#### **a. Disposition et Orientation des ouvrages au sein des ménages**

La bonne disposition des ouvrages au sein du ménage est nécessaire pour assurer le respect des distances de sécurité. Cette disposition doit tenir compte de la parcelle elle-même mais également des parcelles environnantes pour garantir et maximiser sur l'ensemble du lot et au sein de chaque parcelle un écart latéral de 15 mètres obligatoire entre les fosses et les points d'eau. Les ouvrages devront être implantés à l'entrée des ménages pour respecter l'habitude des populations mais aussi pour faciliter la vidange. Toutefois, ces ouvrages devront être implantés au moins à 2 mètres de la clôture, de même que les sources d'eau qui, elles, doivent être implantés au moins à 3 mètres des limites de la parcelle comme l'exige la réglementation béninoise.

Dans notre milieu d'étude et au Bénin de façon générale, les parcelles loties dans les zones urbaines et périurbaines sont généralement de forme rectangulaire avec des superficies minimales de 350 mètres carré pour des dimensions moyennes de 20 mètres sur 17,5 mètres. En disposant les fosses et les sources d'eau sur les diagonales des parcelles, une distance de sécurité de 15,55 mètres sera respectée et encore plus entre un point d'eau quelconque du lot de parcelles et la fosse de la maison voisine. Les figures 11,12 et 13 présentent cette disposition.

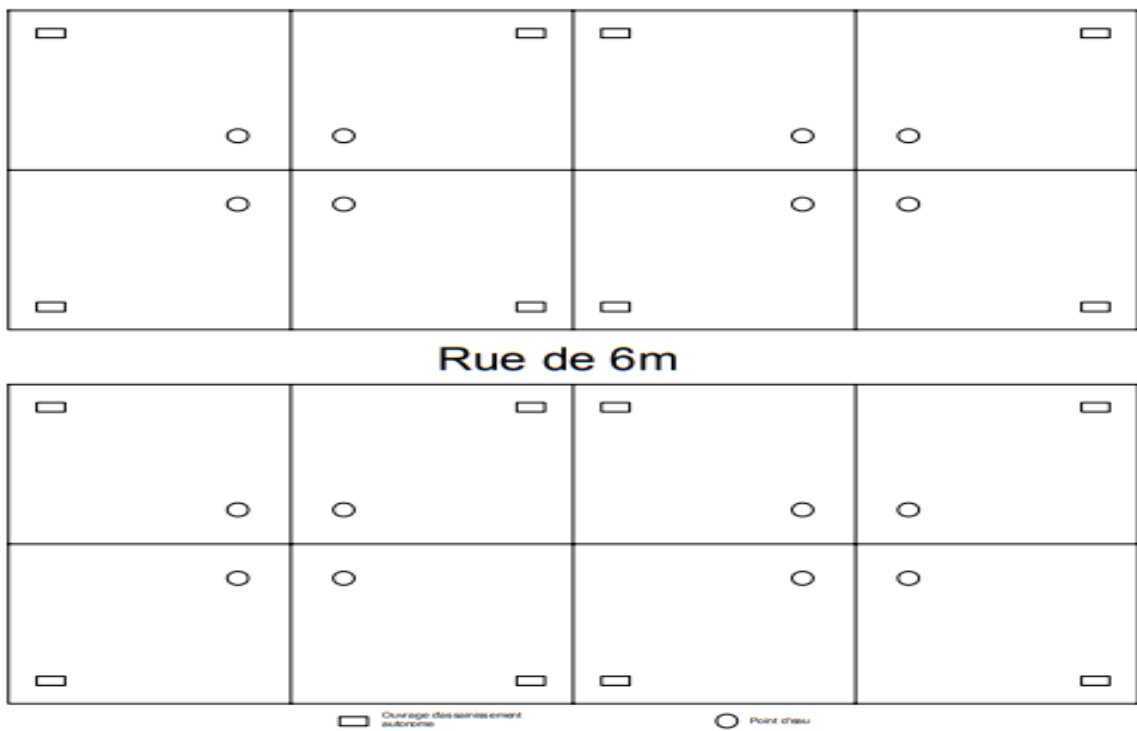


Figure 12: Disposition des ouvrages d'assainissement par rapport aux points d'eau au sein des ménages dans le lot de parcelles

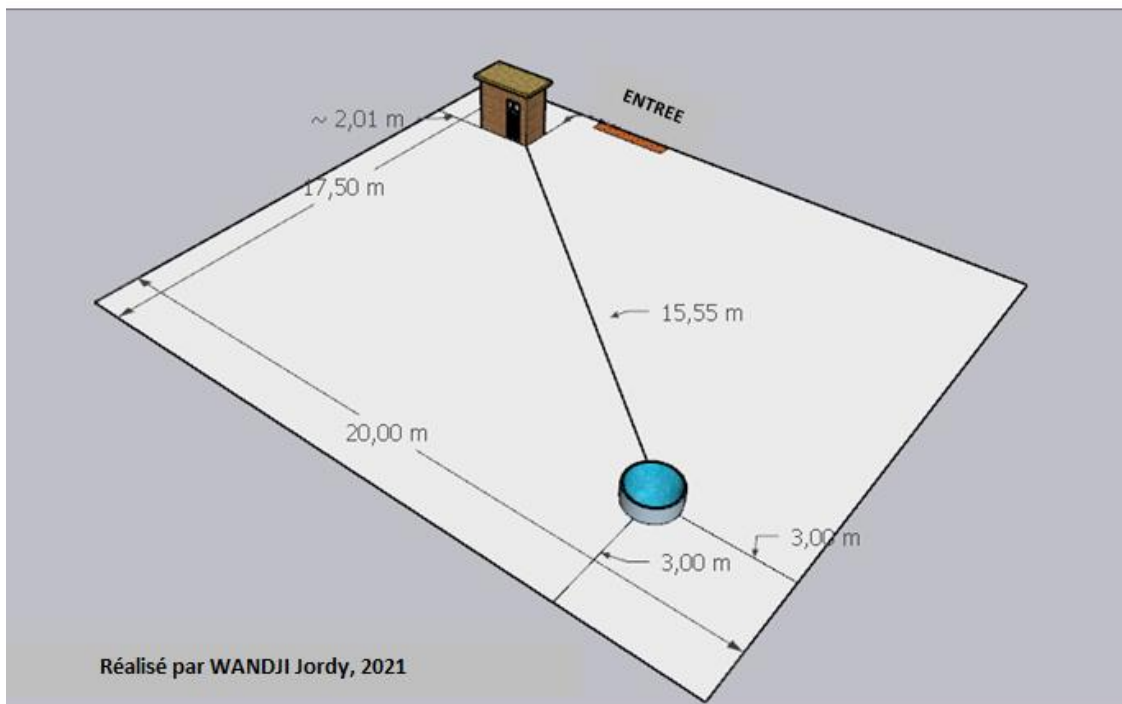


Figure 11: Vue en 3D de la disposition des toilettes VIP par rapport à une source d'eau au sein d'un ménage

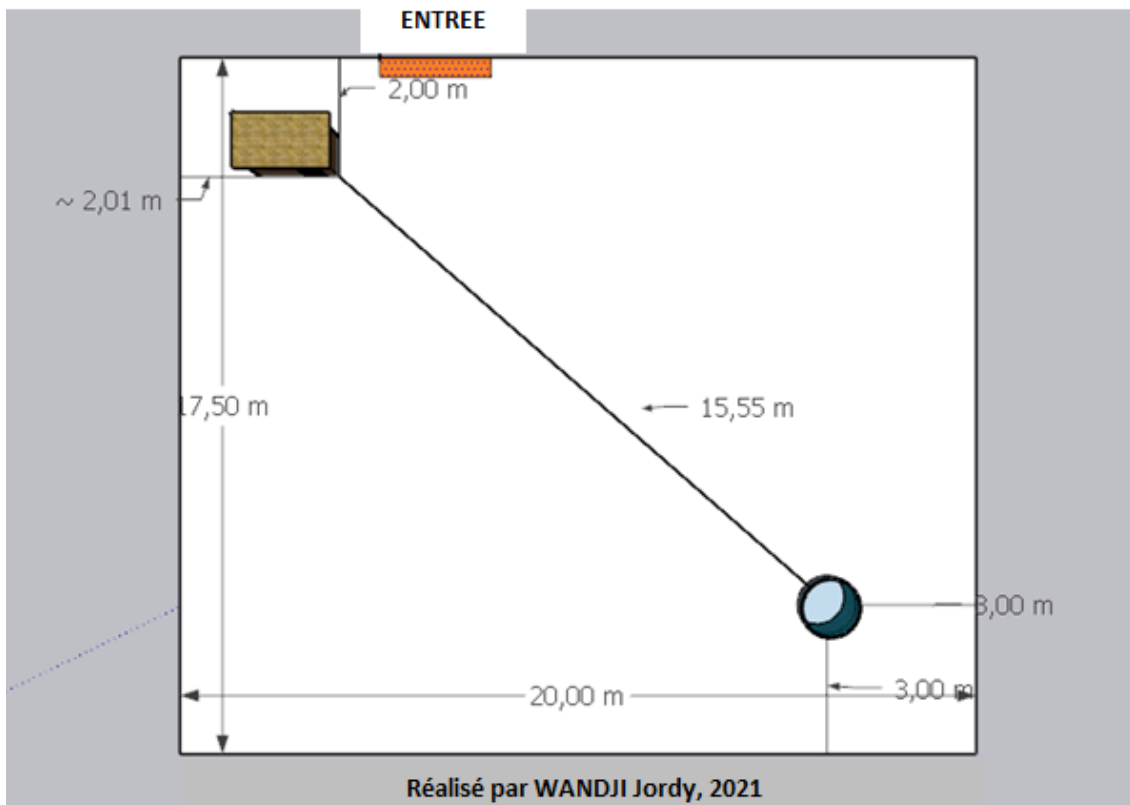


Figure 13: Vue en 3D de la disposition des toilettes VIP par rapport à une source d'eau au sein d'un ménage

Cependant l'orientation des latrines, en particulier des latrines VIP, est aussi importante que leur disposition au sein de la parcelle. En effet, le bon fonctionnement des latrines VIP repose sur la ventilation qui est assurée par l'existence d'un courant d'air permanent. Pour cela, il est indispensable qu'une ouverture soit créée au niveau supérieur de la superstructure et face au vent dominant. Malheureusement, la direction du vent n'est pas prise en compte dans la conception des ouvrages d'assainissement autonome. Le constat lors des observations sur le terrain indique que les latrines sont construites et orientées de façon aléatoire ce qui justifierait que 64% des ménages ayant des latrines ont signalé le dégagement d'odeur nauséabonde. La direction du vent est un paramètre important dont la prise en compte permet de réaliser des ouvrages performants et sécurisés. D'après les données de l'ASECNA, dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi, les vents dominants proviennent de la direction Sud-Ouest. Ainsi donc il est recommandé que les ouvertures des latrines VIP à construire tiennent compte de ce paramètre. Ces ouvertures seront donc orientées face à la direction Sud-Ouest.

## **b. Proposition de caractéristiques techniques des ouvrages d'assainissement autonome**

Pour améliorer la situation qui prévaut actuellement dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi en matière d'assainissement autonome, sur la base du zonage précédemment établi et sur les données dont nous disposons, les dispositions constructives qui suivent sont proposées. Ces dispositions et normes techniques de construction sont assez transversales et prennent en compte, les caractéristiques des fosses et de la superstructure, les matériaux de construction ainsi que les règles générales d'utilisation. L'objectif est de permettre la conception d'ouvrages sécurisés, durables et adaptés aux conditions locales.

### **i. Cas des latrines VIP**

La latrine VIP représente, 53,61% des ouvrages d'assainissement individuel adopté dans la zone d'étude ce qui en fait l'ouvrage d'assainissement le plus utilisé dans l'intercommunalité. Le constat général est que ces latrines sont mal construites avec des choix de construction aléatoire qui ne permettent pas la protection de l'environnement et de la santé des utilisateurs.

La latrine VIP est une amélioration de la latrine traditionnelle construit de sorte à créer un courant d'air et de chasser les odeurs et les gaz contenus dans la fosse vers l'extérieur au niveau du toit et de réduire ainsi les nuisances. Elle est caractérisée par une superstructure qui constitue un écran pour l'utilisateur (protection contre les intempéries et préservation de l'intimité de l'utilisateur) et une infrastructure comportant une fosse couverte par différents types de dalles à savoir la dalle de vidange amovible couvrant un compartiment de fosse, la dalle d'aération (portant l'évent), la dalle de défécation (portant le trou de défécation) et dalle de couverture simple (Franceys & Pickford, 1995).

Les entretiens avec les maçons locaux ont révélé que le dimensionnement de la latrine VIP ne suit généralement aucune règle technique. Il est dicté par la disponibilité en espace c'est-à-dire la surface disponible après l'implantation des bâtiments sur la parcelle. La surexploitation de l'espace et la mauvaise réalisation peuvent justifier la nécessité de les vidanger régulièrement ou le fait que dans certains ménages, la latrine se situe à moins de 5 mètres du puits.

La latrine VIP bien construite, présente quelques avantages que sont : l'absence d'odeurs nauséabondes dans la cabine, la lutte contre la présence des mouches et autres vecteurs avec leur piégeage par le tuyau de ventilation. Mais ces avantages ne sont pas systématiques, elles dépendent d'un certain nombre de dispositions à prendre aussi bien dans la réalisation de l'ouvrage que dans son utilisation.

- **Normes techniques à respecter**

- Infrastructure : La fosse

Dans la zone A, partie vulnérable de la zone d'étude, les données d'enquêtes ont révélées que 15,76% des ménages ont indiqués que la fosse des latrines s'engorgeaient d'eau en saison pluvieuse. Bien que cette proportion parait faible, les conséquences sur le plan environnemental et sanitaire sont graves car c'est un phénomène qui favorise la contamination des nappes qui sont exploitées par environs trois quarts des ménages à travers les puits traditionnels et les forages pour la consommation, le lavage, la vaisselle et autres besoins domestiques.

Pour y remédier, deux mesures techniques seront combinées : La surélévation et l'étanchéité de l'ouvrage. Ce serait donc des **latrines à fosse unique étanche ventilée et surélevée**.

La surélévation (déjà pratiqué par certains ménages notamment dans quelques zones basses de Cotonou) permet d'augmenter et de respecter la distance de sécurité de 3 mètres entre le fond de la fosse et la nappe. L'étanchéité de fond sera assurée par une dalle de fond en béton armé dosé à  $350 \text{ kg/m}^3$  pour éviter le remplissage de la fosse avec l'eau de nappe (par le phénomène de remonté capillaire) ou alors que les liquides de la fosse ne s'infiltrant dans le sol. Les fers de 8 seront utilisés. L'écartement entre les fers sera de 15 centimètres. Les fers (horizontaux et verticaux) sont attachés entre eux par des fils de fer recuit doublés.

La réalisation de la dalle de fond doit suivre les étapes suivantes :

- L'excavation de la partie dédiée à la réalisation de la latrine ;

Dans les localités particulièrement vulnérables de la zone A (Minontin, Agla, Fidjrossè, Togbin, et certaines portions des quartiers de Cococodji et Cocotomey), la latrine sera construite hors sol donc une fouille de 30 cm sera effectuée pour la réalisation de la dalle de fond. Par contre dans les autres parties de cette zone où la nappe est plus basse (4 à 4,50



mètres), une fouille allant jusqu'à un (1) mètre de profondeur peut être réalisée avant l'implantation de la dalle de fond. Ensuite, il faudra :

- Ajouter 20 centimètres de gravats dans la partie excavée et y ajouter 5 centimètres de sable après compactage ;
- Mettre du papier polyéthylène sur la couche de sable et placer ensuite le coffrage sur l'ensemble avant de procéder au coulage de la dalle (épaisseur 30 centimètres).

A Minontin, Agla, Fidjrossè, Togbin, et certaines portions des quartiers de Cococodji et Cocotomey, les parties latérales doivent être en béton dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$  de 15 centimètres d'épaisseur. Par contre dans les autres localités de la zone A, les parties latérales de la fosse seront construites en parpaings pleins de 15 centimètres d'épaisseur. La hauteur de la fosse, qui doit reposer sur la dalle de fond, ne doit excéder 1,50 mètre revanche comprise.

Afin de réduire considérablement les mouvements latéraux des eaux usées dans le sol (cas des fosses surélevées) ou vers l'extérieur (cas des fosses hors sol), il est impératif de crépir les deux faces de la fosse en utilisant un enduit au ciment enrichi au sikalatex, toujours pour assurer l'étanchéité.

Dans la zone B, les conditions physiques sont plus favorables à la réalisation d'une latrine VIP. Ainsi, la surélévation des latrines ne sera pas nécessaire compte tenu du niveau de la nappe et du taux d'infiltration relativement faible du sol. L'infrastructure peut donc être entièrement enterrée avec une profondeur maximale de 1,80 mètre, revanche comprise. Toutefois l'étanchéité du fond sera aussi imposée dans cette zone compte tenu de la présence de nombreux forages de la Société Nationale des Eaux du Bénin. Dans ce cas, la dalle de fond sera en béton armé dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$ . Des fers de 8 seront utilisés avec des écartements (horizontal et vertical) de 20 centimètres. Les parties latérales doivent être revêtues avec des parpaings de 15cm ou en terre cuite et doivent être également crépir mais l'utilisation du sikalatex ne sera pas exigée.

Les tableaux 4 présente les caractéristiques de l'infrastructure.

**Tableau 4: Caractéristiques des fosses des latrines VIP**

<b>Caractéristiques de l'infrastructure-Latrines VIP</b>			
<b>Dalle de fond/épaisseur</b>	<b>Parties latérales</b>	<b>Hauteur (m)</b>	<b>Disposition</b>
<b>Zone A (Minontin, Agla, Fidjrossè, Togbin, Cococodji Fanji, Tokpa et Cocotomey Sédjè)</b>			
Béton armé 350 kg/m <sup>3</sup> , 15 cm	Béton Non armé, 250 kg/m <sup>3</sup> de 15cm	1,50	Hors sol/ Surélevée
<b>Zone A</b>			
Béton armé 350 kg/m <sup>3</sup> , 15 cm	Parpaings 15cm plein Crépir avec du mortier enrichir au sikalatex	1,50	Hors sol/ Surélevée
<b>Zone B</b>			
Béton armé, 250 kg/m <sup>3</sup> , 15 cm	Parpaings 15cm plein	1,80	Enterré

Quant aux dimensions de l'infrastructure, elles dépendent essentiellement du nombre d'utilisateurs et de la durée de remplissage qui ne doit ni être trop court ni trop longue. Dans la zone d'étude, aucun paramètre n'est pris en compte dans le dimensionnement des ouvrages, le plus important étant d'obtenir le temps de vidange le plus long possible ce qui justifie des fosses de très grande profondeur (entre 3 voire 4 mètres dans la zone A et allant jusqu'à 10 mètres dans les localités de la zone B). Dans les lieux publics, il est proposé des latrines communautaires à double fosse alternante et qui devront respecter les mêmes règles techniques en fonction de la zone d'implantation. Le tableau 5 présente les recommandations relatives aux dimensions de la fosse :

**Tableau 5: Dimensions proposées des fosses des latrines VIP en fonction du nombre d'utilisateurs**

<b>Critères de dimensionnement</b>			
Taux d'accumulation des boues	0,060m <sup>3</sup> /personne/an		
Temps de vidange	04 ans		
<b>Dimensions de la fosse</b>			
Nombre de cabine	02	02	02
Nombre d'usagers	<b>08</b>	<b>12</b>	<b>20</b>

Longueur utile de la fosse	2,00m	2,20m	2,20m
Largueur utile de la fosse	0,90m	1,10m	1,50m
Profondeur y compris revanche de 0,30m	1,30m	1,50m	1,75m

Avec ces modèles, le temps de vidange variera en fonction du nombre réel de personne dans le ménage et de leurs habitudes (nettoyage anal, ajout de cendre...) et ne sera pas inférieure à quatre ans sans toutefois trop excéder cinq ans. Les latrines communautaires seront dimensionnées sur la base du nombre potentiels d'utilisateurs et suivant les mêmes recommandations faites ci-dessus.

- o La superstructure

La cabine doit reposer sur les dalles de couverture qui devront être en béton armé de **10** centimètres d'épaisseur. Elle peut être construite en parpaings creux de 10 ou 15 cm d'épaisseur ou avec des matériaux locaux (terre cuite par exemple) en fonction de la capacité financière, tant qu'ils garantissent la solidité et la durabilité de la superstructure. L'espace utile à l'intérieur doit permettre à l'utilisateur de s'accroupir sans gêne, en faisant face à la porte. Les dimensions minimales recommandées sont **0,80m/1,00m/2m**. Elle doit comporter sur la partie supérieure de la porte une ouverture faisant face aux vents dominants. Dans notre cas, les latrines feront donc face à la direction Sud-Ouest.

La cabine doit obligatoirement porter l'évent (scellé à la dalle par un mortier de ciment) qui doit être situé le long du mur le plus exposé au rayonnement solaire. Lors de nos observations, les conduites d'aération sont toutes en tube PVC mais malheureusement ne sont dotées de grilles anti moustique, pire certaines conduites d'aération ne dépassent le toit que d'à peine 20 centimètres.

Pour une bonne aération garantissant le bon fonctionnement de la latrine, le diamètre de l'évent doit être supérieur ou égale à 100 millimètres et son extrémité dégagée, placée à au moins 50 centimètres au-dessus du toit afin de permettre un appel d'air et dotée d'une grille anti moustique (Tilley E. & Lüthi, 2008). Les figures 14,15, 16 et 17 présentent les modèles de latrine VIP respectivement pour les zones A et B.

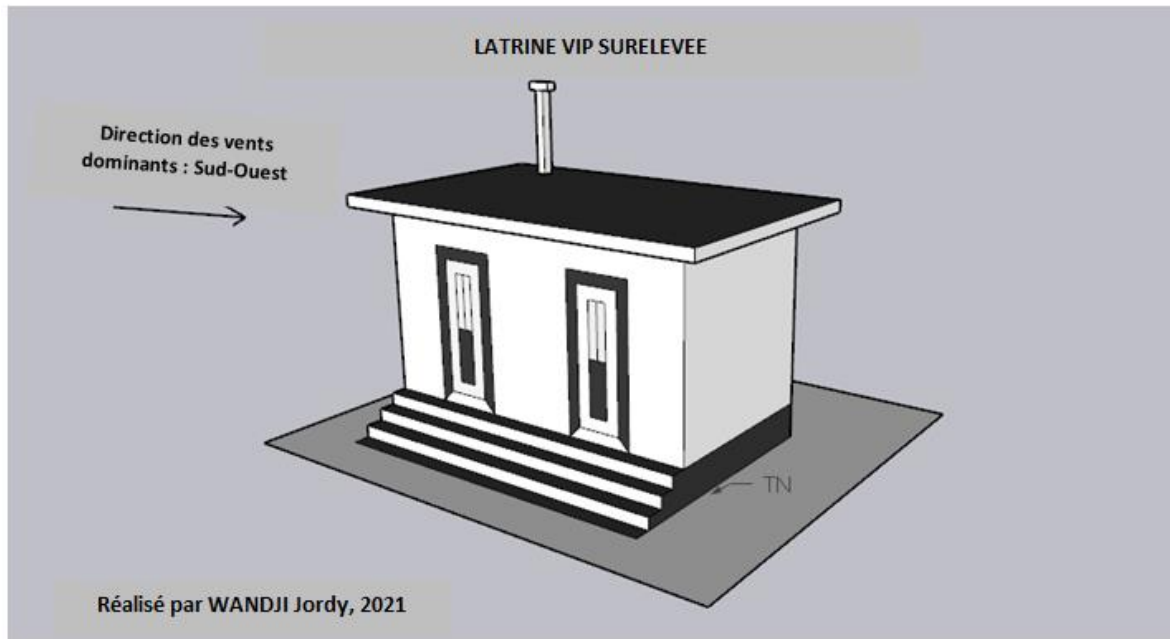


Figure 14: Schéma 3D d'une latrine VIP surélevée adaptée pour la zone A

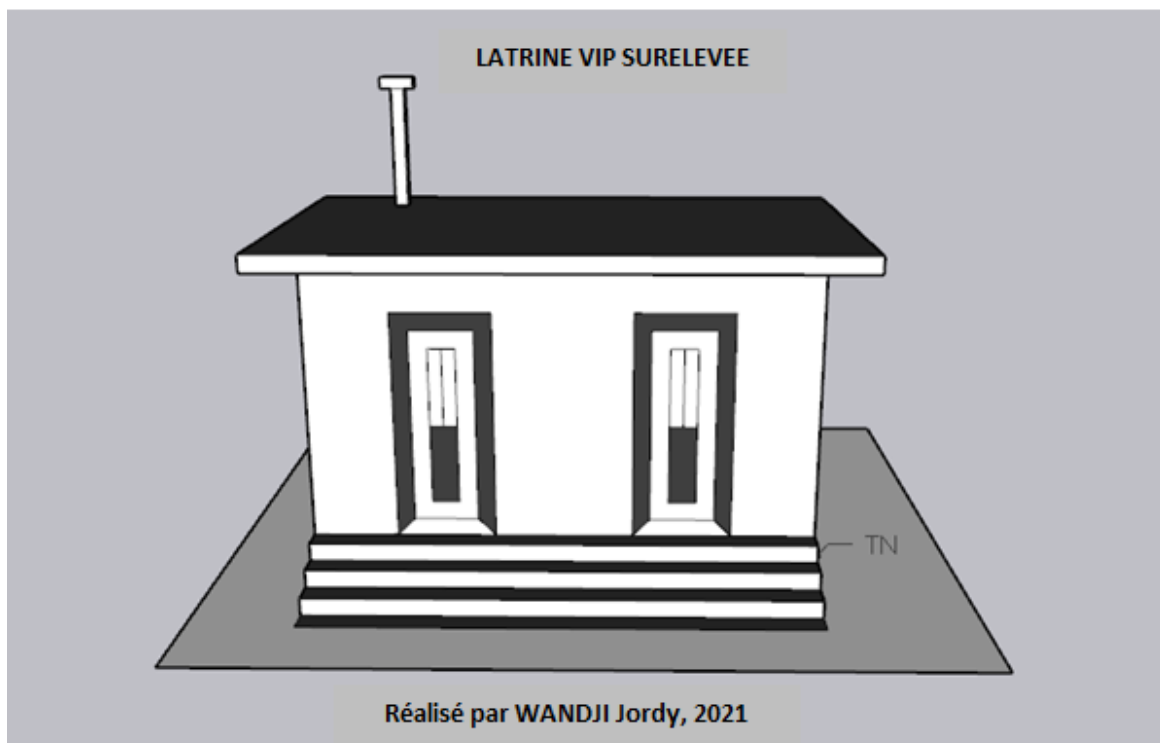


Figure 15: Schéma 3D vu de face d'une latrine VIP adaptée à la zone A

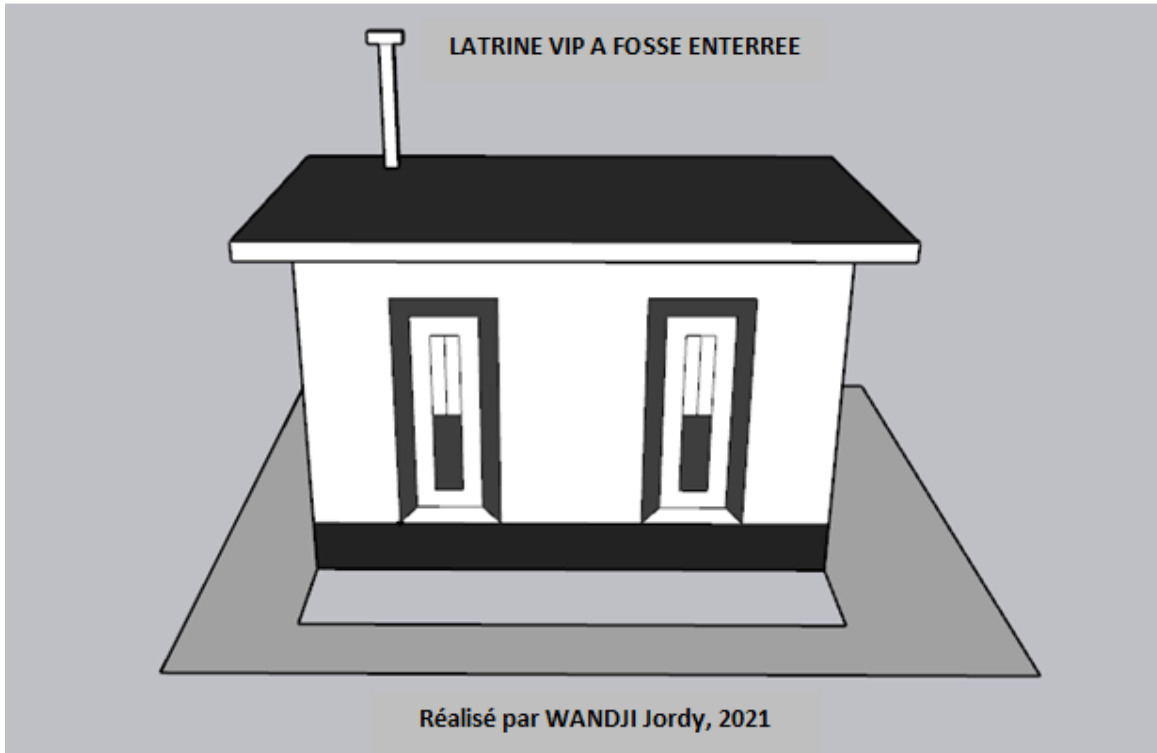


Figure 16: Schéma 3D d'une latrine VIP adaptée à la zone B

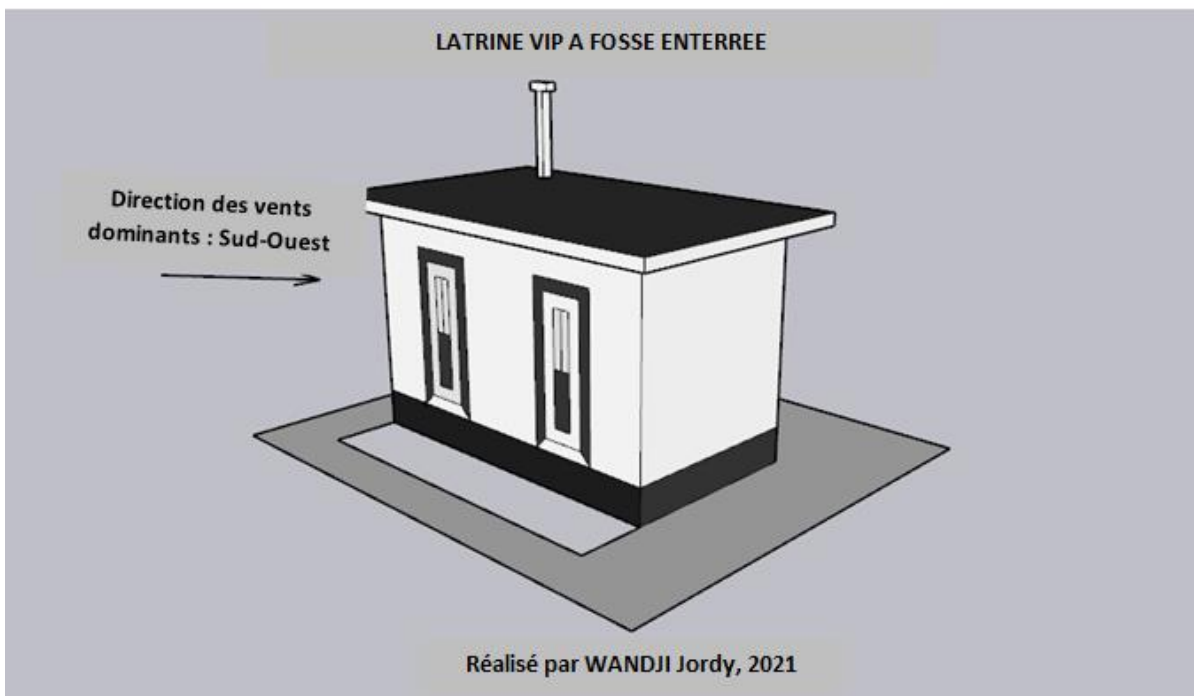


Figure 17: Schéma 3D vu de face d'une latrine VIP adaptée à la zone B

○ Règles générales d'utilisation

L'efficacité de la latrine dépend également de l'usage qu'en font les utilisateurs. Cela impactera sur son fonctionnement mais également sur le confort de l'utilisateur. Il est important de :

- Réduire l'apport d'eau et de désinfectant dans la fosse tout en lavant régulièrement le sol ;
- Ne pas jeter les ordures ménagères dans la fosse car cela rend difficile la vidange mécanique ;
- Garder le trou de défécation fermé ;
- Inspecter régulièrement le grillage moustiquaire et les dalles couverture ;
- Garder la superstructure propre et s'assurer que toute la famille utilise la latrine.

ii. Cas des fosses septiques

Il s'agit des WC avec chasse d'eau. Les matières fécales déposées à l'intérieur sont chassées à l'extérieur avec de l'eau dans un ouvrage à deux compartiments (la fosse de décantation et la fosse de fermentation) et muni d'un filtre biologique (fosse de filtration). La décantation permet de séparer les particules dont la densité est différente de celle de l'eau et la fermentation des boues décantées et accessoirement du liquide qui se produit dans le second compartiment conduit à une destruction et à une liquéfaction partielle des composés organiques dégradables et donc à une diminution de la masse des boues et de la matière organique contenue dans les eaux usées (MECV, s. d.).

Le volume de chaque compartiment est fonction du nombre d'utilisateurs. De forme rectangulaire, la fosse septique a un fond étanche pour éviter toutes remontées d'eau de la nappe dans les compartiments. Un tuyau PVC conduit l'eau du premier compartiment au deuxième et enfin vers le filtre biologique. Ce dernier est souvent rempli de charbon pour favoriser un traitement biologique de l'effluent avant son rejet dans une fosse aménagée communément appelée puisard (SEURECA, 2015). La fosse septique fonctionne en anaérobie, ce qui favorise la dégradation des germes pathogènes au fil du temps. Bien réalisée, elle fonctionne 5 à 8 ans avant d'être vidangée. Le puisard situé en aval du système reçoit directement les eaux grises et les eaux noires traitées venant du filtre biologique pour leur infiltration (DHAB, 2010).

Dans la zone d'étude, les entretiens avec les maçons locaux et nos observations nous indiquent que la réalisation des fosses septiques est globalement maîtrisée en ce qui concerne la connaissance des différents compartiments et l'étanchéité.

- Caractéristiques techniques des fosses septiques

En général, la conception d'une fosse septique ne diffère pas beaucoup d'une zone à une autre. Dans la zone d'étude, dans certaines localités de la zone A (Minontin, Agla, Fidjrossè, Togbin, et certaines portions des quartiers de Cococodji et Cocotomey), il faudra nécessairement opter pour des parties latérales de la fosse en béton non armé dosé à 250 kg/m<sup>3</sup> posées sur la dalle de fonds réalisée en béton armé de 350 kg/m<sup>3</sup>. Dans la zone B et les autres localités de la zone A, la dalle de fond sera également en béton armé dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> et les parties latérales en parpaings pleins de 15 centimètres d'épaisseur et crépir.

Aussi, au niveau de la dalle de fond, une pente descendante vers l'entrée est souhaitable pour deux raisons. D'une part, l'accumulation des boues est plus importante au voisinage de l'entrée, d'où la nécessité d'une plus grande profondeur. Ensuite, la pente favorise le mouvement des boues vers l'entrée lors des vidanges. Le deuxième compartiment aura un radier plat alors que le premier aura un radier en pente de 1 sur 4 vers l'entrée. Pour le calcul du volume de la fosse, on fera comme si le radier était plat à partir de son plus haut niveau, ce qui fait que la pente donnera à la fosse un volume légèrement plus grand (Franceys & Pickford, 1995).

La fosse septique sera couverte avec une dalle en béton armé de 10 centimètres d'épaisseur capable de résister à toute charge qui pourrait lui être imposée. On utilisera des plaques amovibles au-dessus de l'entrée et de la sortie.

A l'entrée de la fosse, les eaux noires doivent entrer dans la fosse en perturbant le moins possible les liquides et les solides que la fosse contient déjà. Les chasses et les turbulences diminuent l'efficacité de la sédimentation et peuvent provoquer l'entraînement par les effluents d'une quantité importante de matières solides. Les chasses de WC et la vidange des éviers et des baignoires provoquent une augmentation rapide du débit, dont on peut limiter les effets en utilisant des tuyaux de drainage de grand diamètre (100-120 mm) et en leur donnant une pente réduite d'environ 1/60 à l'approche du premier compartiment de la fosse septique.

Pour la séparation et le passage des liquides du premier au second compartiment, une cloison composée de deux trous doit être installée à 2/3 de la longueur totale de la fosse. La figure 18 présente une cloison de séparation et le trou de communication entre les deux compartiments d'une fosse septique en construction dans la zone d'étude.



**Figure 18: Positionnement du trou de communication entre les compartiments de la fosse septique**

Sur cette image, on remarque que le trou de communication est situé à 15 centimètres à peine de la dalle de fond et donc dans la zone d'accumulation des boues ce qui aura pour conséquence le passage des eaux chargés en particules solides vers le second compartiment. Au bout d'une ou deux années de fonctionnement, la fosse sera totalement inefficace.

La bonne disposition des trous (ouverture de passage) est aussi un facteur qui influence l'efficacité et le bon fonctionnement de l'ouvrage. Pour cela, la cloison de séparation devra en comporter deux (02) sur la largeur afin de permettre une bonne répartition du débit. Ces trous seront ouverts à 0,90 mètre du radier de la fosse, en dessous de l'écume et au-dessus de la zone de sédimentation. A la sortie, pour les fosses de moins de 1,20 mètre de largeur, un déflecteur en tôle galvanisée, en ciment armé ou en amiante-ciment doit être installé devant la tubulure de sortie. En effet, avec un déflecteur situé au-dessus de la sortie, il y a moins de risque que les boues soient remises en suspension et emportées hors de la fosse. Pour les fosses de plus de 1,20 mètre de large, on peut utiliser un déversoir sur toute la largeur, qui permettra un débit régulièrement réparti sur toute cette largeur. L'installation d'un pare-écume plongeant dans la fosse empêche l'écume de passer par-dessus le déversoir.



- Dimensionnement des fosses septiques

L'un des problèmes majeurs liés à cet ouvrage est son dimensionnement, base de son efficacité. En effet, s'il est vrai que les maçons ont une bonne connaissance des différents compartiments, il est également ressorti de nos entretiens qu'ils maîtrisent que très peu les règles spécifiques liés à chaque compartiment afin que l'ouvrage joue réellement le rôle pour lequel il est réalisé.

Avant de faire des propositions d'amélioration, rappelons qu'en République du Bénin, en 2012, le Ministère de la santé a défini des volumes pour chaque compartiment de l'ouvrage en fonction du nombre d'usagers. La détermination de ces volumes a été faite selon la Méthode de la Banque Mondiale qui tient compte du nombre d'usagers (N), du Temps de rétention (R) et du Volume d'eau usée par jour et par usager (Q).

La réglementation béninoise exige que soient admises à l'entrée de la fosse, que les eaux noires. Les eaux grises seront directement envoyées vers le puisard en aval. Pour cela, il a été retenu **Q= 16 l/jour/usager** (eau vanne) et **R= 10 jours** (pour une meilleure sédimentation)

Le tableau 6 présente les volumes des fosses septiques ainsi que les dimensions par compartiments en fonction du nombre d'usager recommandés par la norme béninoise.

**Tableau 6: Norme du Ministère de la Santé relative aux dimensions des fosses septiques**

Nombre d'usagers	Volume (m3)			Dimensions (m)						
	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 3	Fosse 1		Fosse 2		Fosse 3		Hauteur
<b>5 EH</b>	1,00	1,00	0,45	-	-	-	-	-	-	1,20
<b>10 EH</b>	2,00	2,00	0,90	1,50	1,40	1,40	1,20	-	-	1,20
<b>20 EH</b>	4,00	4,00	1,80	2,30	1,80	2,30	2,00	-	-	1,20
<b>40 EH</b>	8,00	8,00	3,60	3,40	2,00	3,40	3,00	-	-	1,20
<b>60 EH</b>	12,00	12,00	5,90	3,40	3,00	3,40	3,30	-	-	1,20

**Source :** Rapport d'Activité, SEURECA 2015

Pour qu'une fosse soit réellement septique, des études menées Franceys, Pickford et Reed, approuvées par l'OMS en 1995, indiquent qu'un certain nombre de dispositions constructives doivent être prises notamment en ce qui concerne les dimensions de la fosse. à le but étant d'aboutir à une distribution égale du débit, sans secteurs morts et sans «court-circuit», c'est-à-dire, sans que le courant qui arrive ne traverse brutalement la fosse en moins de temps que la

durée de rétention. Pour plus d'efficacité, il est impératif d'éviter la remise en suspension et l'entraînement des matières sédimentées et des matières flottantes.

Pour cela, les conditions d'efficacité suivantes doivent être respectées.

- La longueur L de la fosse septique doit valoir 2 à 3 fois sa largeur l ;

$$2 \leq \frac{L}{l} \leq 3$$

- Pour une fosse à deux compartiments, la longueur L1 du premier compartiment doit représenter les 2/3 de la longueur L de la fosse (L étant la somme des longueurs des compartiments 1 et 2). En général, la profondeur ne devra pas dépasser la longueur totale ;

$$L1 = \frac{2L}{3} ; L2 = \frac{L}{3}$$

- La profondeur du liquide depuis le fond de la fosse jusqu'à la hauteur de la tubulure de sortie ne doit pas être inférieure à 1,2 m ; une profondeur de 1,5 m est préférable. En outre, on laissera une revanche de 0,3m entre le niveau du liquide et le couvercle de la fosse.

Outre ces conditions à respecter pour assurer l'efficacité de la fosse, il est important que la largeur soit d'au moins 0,60m, espace minimal pour que les maçons ou les vidangeurs puissent travailler. Cependant, lorsque nous analysons les recommandations de la norme du Ministère de la Santé, aucune des conditions relatives aux dimensions des compartiments n'est respectée.

Dans la logique de l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonomes, sans remettre en cause les volumes recommandés des fosses septiques en fonction du nombre d'usagers, de nouvelles dimensions des compartiments (longueur, largeur, hauteur) qui puissent respecter les conditions d'efficacité sont proposées dans le tableau 7.

Tableau 7: Caractéristiques techniques des fosses septiques

NU (EH)	Fosse de décantation et de fermentation							Fosse de filtration				Temps de vidange		
	Vol F (m <sup>3</sup> )	L (m)	l (m)	L/l	H= hu + r (m)	L1 (m)	L2 (m)	Vff (m <sup>3</sup> )	LFf (m)	lFf (m)	HFf (m)	Tab	Hmax/Hu	Tv (année)
5	2,00	2,00	0,85	2,35	1,50	1,35	0,65	0,45	0,75	0,60	1,00	0,04	0,60	6
10	4,00	2,60	1,30	2,00	1,50	1,75	0,85	0,90	1,30	0,70	1,00	0,04	0,60	6
20	8,00	4,00	1,65	2,42	1,50	2,65	1,35	1,80	1,65	1,10	1,00	0,04	0,60	6
40	16,00	5,50	2,45	2,24	1,50	3,10	1,60	3,60	2,45	1,45	1,00	0,04	0,60	6
60	24,00	6,65	3,00	2,22	1,50	4,00	2,00	5,90	3,00	2,00	1,00	0,04	0,60	6

- **NU** : Nombre d'usagers en Equivalent Habitant (EH) ;
- **Vol F** : Volume de la fosse (Fosses 1 et 2) en m<sup>3</sup> ;
- **L** : Longueur de la fosse en mètre (m) ;
- **l** : Largeur de la fosse en mètre (m) ;
- **H** : Hauteur de l'ouvrage, revanche r (0,30m) compris en mètre (m) ;
- **L1**: Longueur du compartiment 1 en mètre (m) ;
- **L2**: Longueur du compartiment 1 en mètre (m) ;
- **Vff** : Volume de la fosse de filtration en m<sup>3</sup> ;
- **LFf** : Longueur de la fosse de filtration en mètre (m) ;
- **lFf** : Largeur de la fosse de filtration en mètre (m) ;
- **HFf** : Hauteur de la fosse de filtration en mètre (m) ;
- **Tab** : Taux d'accumulation des boues dans la fosse en m<sup>3</sup>/an/personne
- **Hmax/Hu** : Grandeur exprimant le niveau maximal des boues dans la fosse avant la vidange ;
- **Tv** : Temps entre deux vidanges en année.

Les figures 19 et 20 présentent des vue en 3D d'une fosse septique.

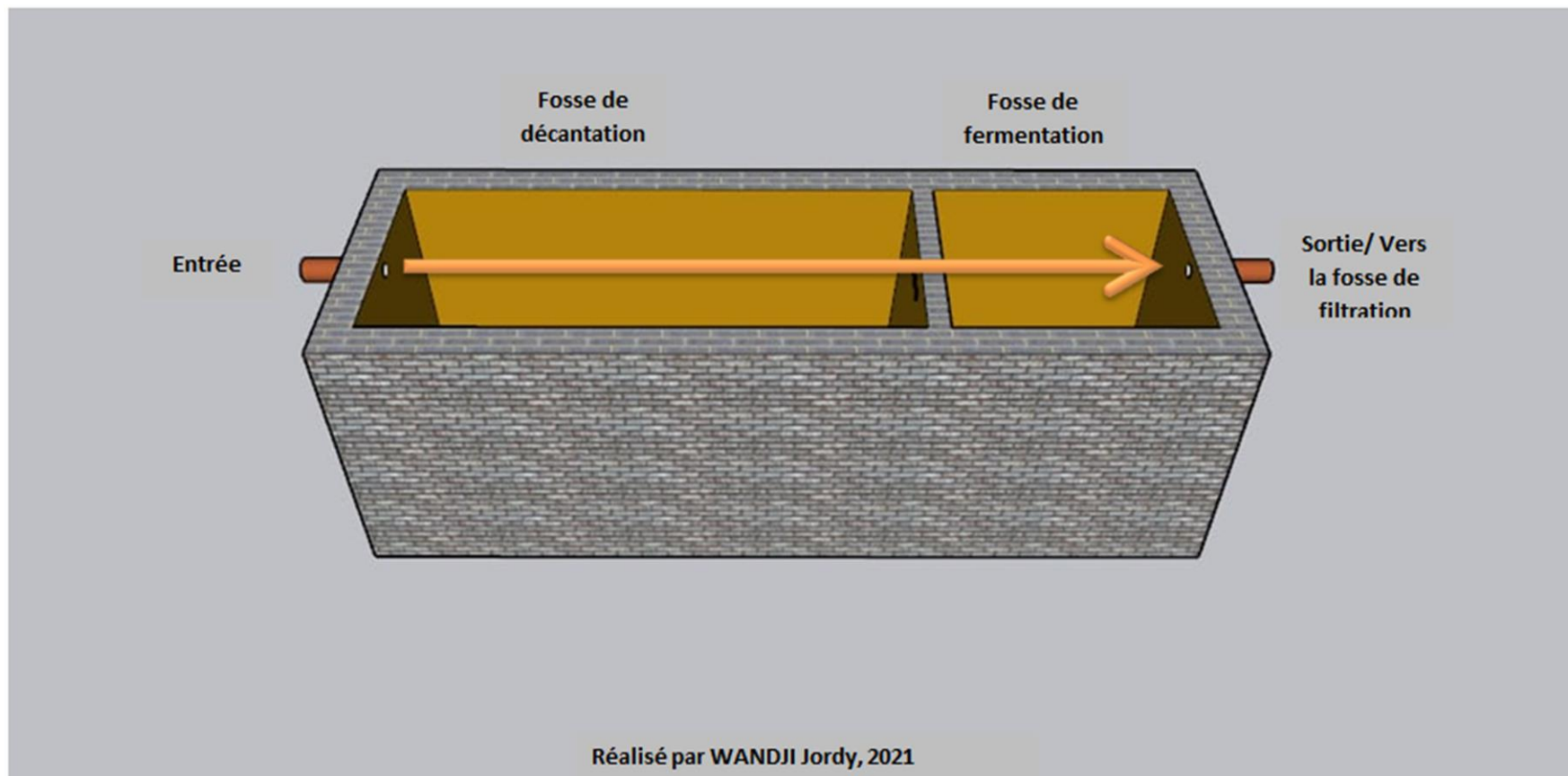


Figure 19: Schéma 3D d'une fosse septique

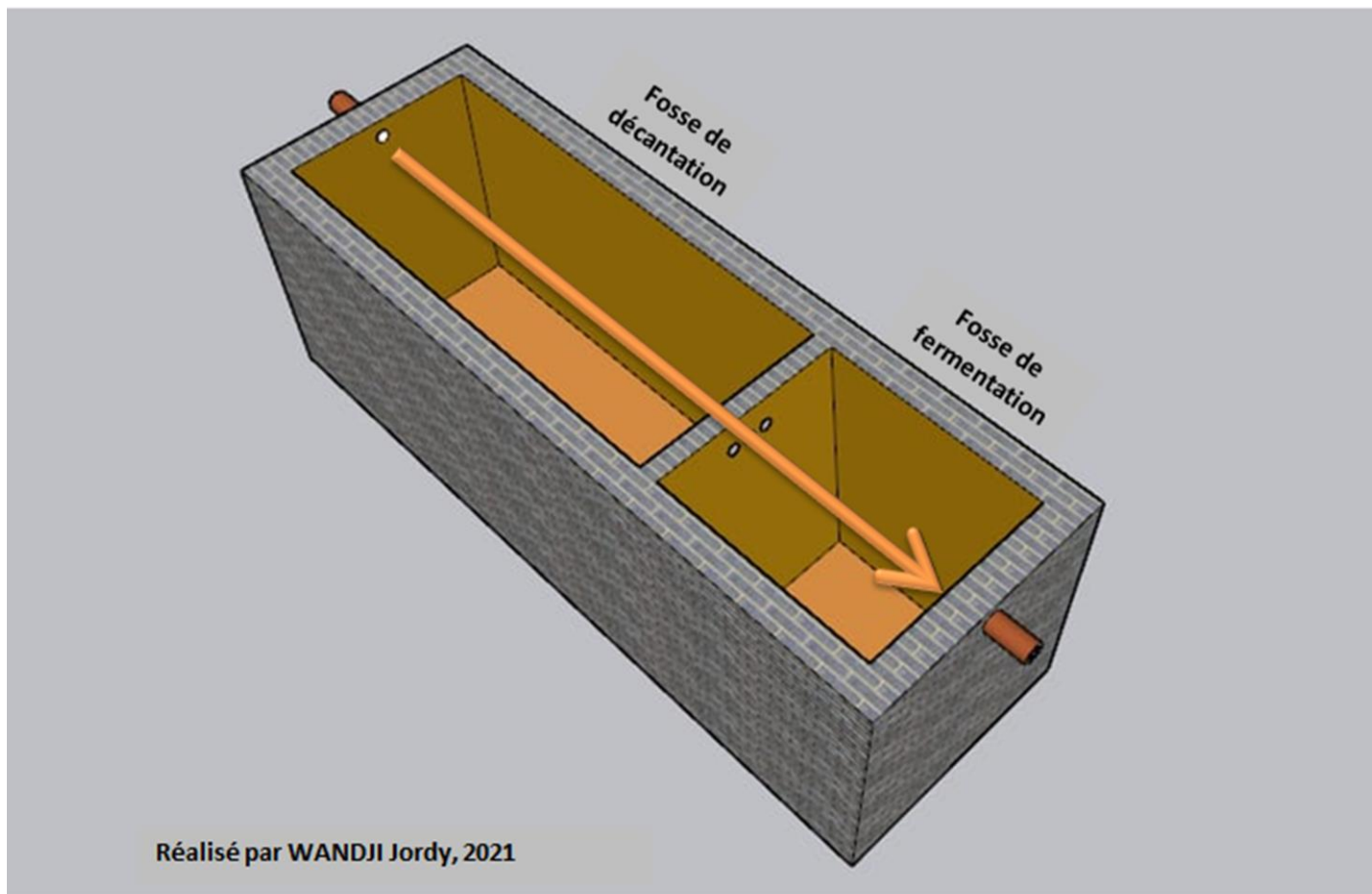


Figure 20: Schéma 3D d'une fosse septique vu de haut

La figure 21 présente la coupe latérale présentant le fonctionnement d'une fosse septique.

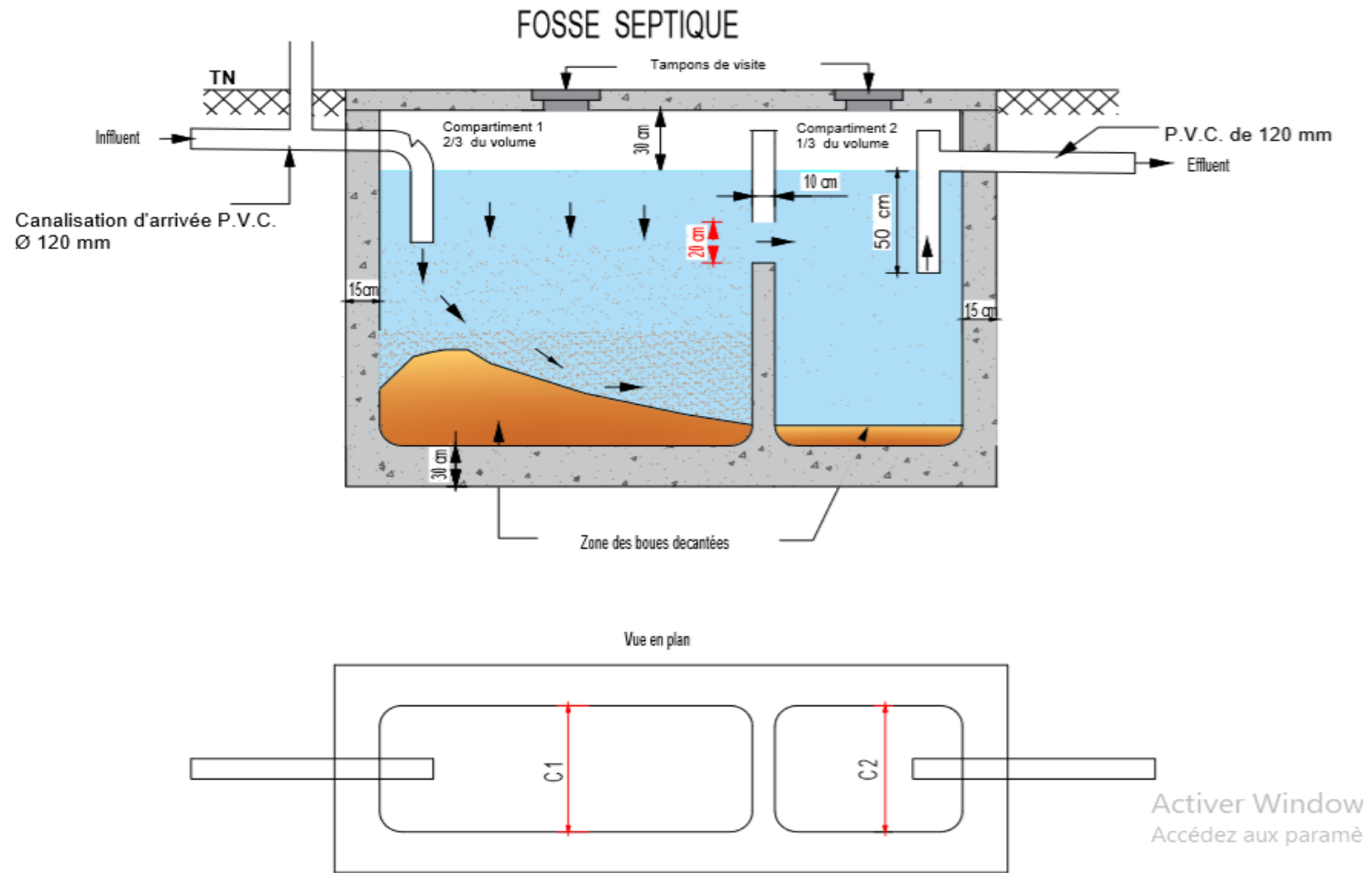


Figure 21: Coupe d'une fosse septique présentant son fonctionnement

iii. Cas des latrines Traditionnelles et des latrines à fosse sèche non ventilée

Ces types de latrines sont très peu utilisés dans la zone d'étude et ne représentent que 4,44% de l'ensemble des ouvrages recensés. Ces latrines ont été recensées dans la commune d'Abomey-Calavi précisément dans les arrondissements de Calavi centre et de Godomey (Womey).

La réalisation des latrines traditionnelles doit être interdite dans les zones urbaines et périurbaines pour des questions de sécurité sur le plan sanitaire et environnemental. En effet ce type de latrines est dangereux d'utilisation. Sur le plan sanitaire, elle est très malodorante et attire les mouches et autres vecteurs de maladies qui se reproduisent dans la fosse.

Il serait aisé et bénéfique de transformer les latrine à fosse sèche non ventilée existantes en latrines VIP afin de réduire les nuisances olfactives. Pour cela, il faudrait ajouter un évent et créer une ouverture sur la superstructure face au vent dominant.

Pour toute nouvelle construction, à défaut de fosse septique et éventuellement de latrine ECOSAN, les latrines VIP doivent être imposées.

iv. Cas des ouvrages de gestion des eaux grises

- **Au sein des ménages**

Les eaux grises sont les eaux générées par la cuisine, la vaisselle, la lessive ainsi que les douches. Les eaux grises représentent la plus grande partie des eaux usées produites par les ménages (J. & Desille D., 2012). Elles peuvent contenir des traces d'excréta et donc des pathogènes. Moins dangereuses pour la santé que les boues de vidange, elles représentent toutefois un risque et il est donc préférable de filtrer ces eaux et/ou de les déverser dans des endroits hors de portée (surtout des enfants). De manière générale, il s'agit d'éviter le ruissellement et la stagnation de ces eaux sur des surfaces accessibles.

Dans la zone d'étude, 68,23% des ménages dispose d'ouvrage de collecte des eaux grises. Il s'agit pour la plupart de puisards installés au sein du ménage mais aussi souvent à la devanture des maisons, dans lesquels, seules les eaux de douche et parfois de cuisine sont

collectées. Les eaux de lessive et de cuisine, dans les ménages possédant des latrines sont presque toujours déversées dans la nature (au sein du ménage, dans la rue ou dans les caniveaux). Les raisons qui expliquent cette pratique se retrouvent dans la méconnaissance des risques encourus, le manque de moyens et d'infrastructures, la facilité et les habitudes. Il est utile de rappeler que la récolte des eaux de douches dans les fosses est déconseillée pour la quasi-totalité des systèmes d'assainissement des excréta.

Au vue de la situation socio-économique des ménages dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi, la gestion des eaux grises nécessite des infrastructures individuelles de collecte, de traitement et d'infiltration simple et bon marché. Pour réduire au maximum les coûts de l'installation, il faut utiliser des matériaux "locaux" de seconde main. Nous proposons deux solutions que sont l'amélioration des puits perdus ou puisards déjà largement utilisés par les ménages et les puits d'infiltration avec silo de pneus usagés pour les ménages les plus démunis (DHAB, 2010).

#### ○ **Puisard**

Dans la zone A comme dans la zone B, les puisards doivent être de forme circulaire, revêtus avec des parpaings d'épaisseur 15 centimètres pour forcer l'eau à s'infiltrer à une certaine profondeur afin d'augmenter la distance de filtration et diminuer le risque sanitaire. La surface du puisard doit être importante pour faciliter l'infiltration des eaux. A cet effet, la norme béninoise préconise un diamètre maximal de 1,50 mètre et une profondeur de deux (2) mètres.

La filtration des eaux sera assurée par un ensemble de matériau. Ainsi, le fond de l'ouvrage sera garni de matériaux grossiers de diamètre compris entre 60 à 120 millimètres (Des gravats par exemple). Par-dessus seront disposées des couches de gravier et de sable de 30 centimètres d'épaisseur chacune. L'utilisation du charbon est également envisageable. Contrairement à ce qui est proposé, les puisards, sur le terrain, ne sont que de simples fosses dans lesquelles les eaux usées sont infiltrées sur le sol directement vers la nappe. Il est donc impératif que ces dispositions soient prises pour rendre ces ouvrages sécuritaires.

L'ensemble sera recouvert par une dalle en béton munie d'un tampon permettant les visites d'entretien. La conduite débouchant dans le puisard doit être en PVC de diamètre comprise entre 50 et 75 millimètres et avancée d'au moins 30 centimètres pour permettre une



répartition homogène des eaux sur les matériaux de filtration dans le puisard (Pierre B. & Vincent R., 2014).

La figure 22 présente la coupe transversale d'un puisard ainsi que les matériaux de traitement constitutifs.

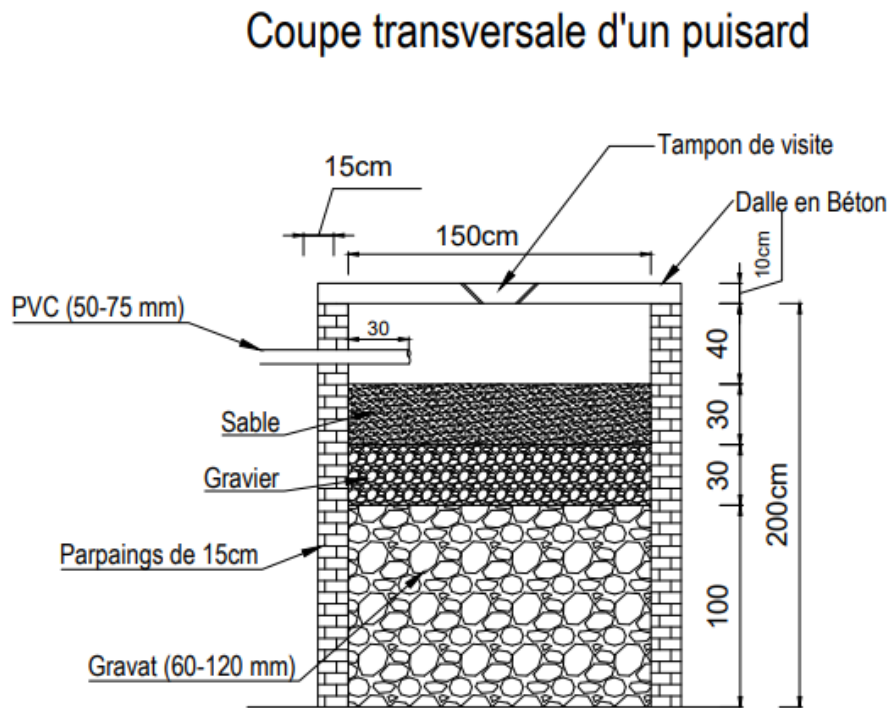


Figure 22: Coupe transversale d'un puisard

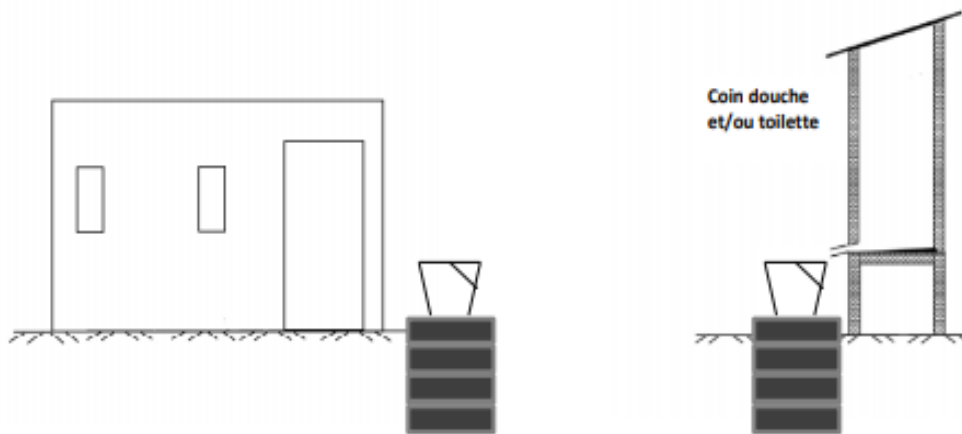
#### ○ Puits d'infiltration avec silo de pneus usagés

C'est un dispositif ouvert, bon marché est bien adapté aux réalités des populations les plus démunies de la zone d'étude. Les coûts sont considérablement réduits car il peut être réalisé par les usagers eux même mais aussi parce que les investissements liés à la conduite, au revêtement de la fosse sont éliminés. Cet « ouvrage » fonctionne suivant le même principe que les puisards sauf qu'au lieu de parpaings pour assurer l'étanchéité sur les parties latérales de la fosse, ce sont des pneus usagés qui sont utilisés, perforés sur les faces et superposés les uns sur les autres pour former un silo à l'intérieur duquel on dispose des matériaux de filtration (Grossiers, graviers, sable et ou charbon) sur lequel on fait percoler l'eau. Le massif filtrant se chargera alors de réduire la charge de pollution organique et de pathogènes.

L'adoption de ce dispositif présenterait un double avantage écologique car permet non seulement l'assainissement individuel des eaux usées mais aussi la réutilisation des pneus usagés qui pour l'heure constitue encore un problème auquel les pays en voie de développement comme le Bénin n'ont pas encore trouvé de solution durable.

Quelle que soit la zone, les ouvrages doivent être implantés à l'intérieur des ménages, à deux (2) mètres des limites de la parcelle et assez éloigné d'une source d'eau souterraine s'il en existe dans le ménage. Pour cela nous recommandons que les dispositifs de gestion des eaux grises soient installés près des latrines ou fosses septiques tout en respectant un écart latéral d'au moins un (1) mètre entre ouvrages.

Aussi, pour le bon fonctionnement de ces dispositifs que les eaux de vaisselle et de cuisine soient débarrassées de matières grossières en amont avant d'être envoyées sur le massif filtrant pour éviter le colmatage rapide. La figure 23 présente le dispositif de puits d'infiltration en silo de pneus usagés.



Source : Institut Fédéral Suisse des Sciences et Technologies de l'Eau, 2014

**Figure 23: Schéma descriptif du puits d'infiltration avec un silo de pneus usagés**

- **Dans les marchés**

Du point de vue de l'assainissement, les marchés représentent des espaces où de façon occasionnelle ou permanente des quantités importantes d'eaux usées sont produites à partir des activités commerciales et artisanales.

Si les toilettes publiques sont présentes, l'assainissement des eaux grises produites dans le marché est inexistant excepté le cas très spécifique du marché de Tokpa-Zoungo (Abomey-Calavi) qui dispose d'un réseau et d'une station d'épuration par lagunage. Ceci génère une situation comparable mais en plus aigu à celle des eaux grises domestiques souvent évacuées sans précaution sur la voie publique.

Dans les marchés de la zone d'étude, ces eaux sont déversées, quand il y en a, dans les caniveaux pluviaux qui sillonnent les allées et rejoignent sans traitement le milieu naturel ou sont simplement rejetés sur le sol nu à quelques pas des points de vente où ils formeront souvent des flaques stagnantes (SEURECA, 2014).

A l'instar de celui de Tokpa-Zoungo les marchés devraient se voir doter d'un réseau d'assainissement de type semi-autonome au sein duquel les eaux usées produites seront collectées, traitées, infiltrées ou envoyées vers le milieu récepteur. Cette nécessité est comprise par l'actuel gouvernement en place qui a entrepris en 2019 la construction de 35 marchés modernes urbains et régionaux.

### **c. Estimation des coûts des ouvrages d'assainissement**

Le coût étant un facteur important de l'adoption des ouvrages, nous avons procédé à une estimation des coûts afin de déterminer une fourchette de prix pour chaque type d'ouvrage.

Dans la zone A, le coût des latrines VIP (surélevée et étanche) est estimé à 242.500 F CFA pour huit (8) usagers permanents. Dans la zone B, le coût est estimé à 191000 F CFA. Cependant, ces coûts sont variables en fonction des matériaux de construction et des dimensions de l'ouvrage (la peinture et le revêtement éventuel en carreaux ne sont pas pris en compte. Le tableau 1 et 2 en annexe 11 de ce document présentent les devis estimatifs de la latrine VIP en zone A et B. Cette estimation est proche de celle effectuée par l'IRC en 2011 dans le cadre de l'étude sur le coût des latrines au Burkina-Faso qui évalue à 255290 F CFA le prix unitaire pour une latrine améliorée en milieux urbain.

En ce qui concerne les fosses septiques, elles sont plus coûteuses et sont évaluées à 406500 F CFA. Les détails des estimations sont présentés dans le tableau 3 en annexe 11 de ce document.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude dont l'objectif est de contribuer à l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonomes dans l'intercommunalité de Cotonou-Abomey-Calavi a révélé que 93% des ménages ont accès à des ouvrages d'assainissement individuel, majoritairement des latrines VIP et des fosses septiques mal conçues, orientées et disposées au sein des ménages ce qui impacte négativement sur l'environnement, les ressources en eau souterraine et la santé des populations. La situation relative aux eaux grises est encore plus alarmante puisque les ouvrages lorsqu'ils existent au sein des ménages ne servent qu'à infiltrer les eaux grises sans en assurer le traitement.

Le zonage basé sur les critères physiques, urbains et socioéconomiques a permis d'identifier deux zones d'assainissement en milieu urbain et périurbain. La zone A, celle qui borde l'océan atlantique caractérisée par une nappe affleurante et où il serait indispensable d'assurer la surélévation et l'étanchéité des ouvrages d'assainissement autonome et la zone B dont les caractéristiques sont plus favorables à l'assainissement autonome. La présence des forages de la SONEB dans cette zone impose l'étanchéité des ouvrages dont la profondeur ne doit excéder 1,80 mètre.

Compte tenu de la direction des vents dominants, les latrines VIP seront orientées suivant la direction Sud-Ouest. De même, pour assurer le bon traitement des eaux usées avant leur infiltration, il est impératif que de nouvelles dimensions soient appliquées aux différents compartiments des fosses en fonction du nombre d'utilisateurs.

Cependant, la mise en œuvre des solutions proposées nécessitera la contribution de toutes les parties prenantes. Les autorités communales seront en particulier au cœur des actions à mener. Afin de réussir le programme d'amélioration des ouvrages d'assainissement autonome et plus globalement la gestion des excréments et eaux usées domestiques, les actions suivantes doivent être mises en place :

- **Un plan de communication et de sensibilisation :** Il s'agira de sensibiliser les populations et les acteurs communaux sur l'importance de l'assainissement. Il doit viser à :
  - susciter la demande en ouvrages améliorés auprès des ménages ;
  - sensibiliser les utilisateurs à la bonne utilisation et l'entretien des ouvrages ;

- sensibiliser les usagers aux bonnes pratiques d'hygiène en mettant un accent particulier sur le lavage des mains.

Le lavage des mains avec du savon est une solution efficace pour réduire l'incidence des maladies comme la diarrhée, mais également des maladies respiratoires (pneumonie par exemple) donc toute intervention en assainissement devrait donc inclure un volet sur le lavage des mains. Il faudrait donc pour cela, des campagnes de sensibilisation efficaces pouvant amener les populations à faire évoluer leurs pratiques et à adopter le lavage des mains avec du savon à des moments clés de la journée : après être allé aux toilettes, avant de manger, etc. Elles peuvent également renforcer les pratiques de prévention en période ou saison épidémique de maladies oro-fécales (choléra, dysenterie, etc.). L'école, les marchés, la Radio, la Télévision et les réseaux sociaux (notamment Facebook et Whatsapp) sont des canaux particulièrement pertinents pour ces messages. Par ailleurs, ces campagnes doivent inciter les ménages à installer un dispositif de lavage des mains dans leur maison (à proximité des toilettes par exemple). De toute évidence, la situation sanitaire liée à la COVID-19 a contribué à l'adoption du lavage des mains par la population en générale.

- **Un plan de formation des acteurs communaux** (les services municipaux, les élus, les maçons locaux) : Présenter les types d'ouvrages d'assainissement disponibles, la façon de les réaliser, leur disposition et orientation dans les ménages, leur coût approximatif ainsi que les règles d'utilisation et d'entretien.
- **La mise en place de la réglementation communale spécifique:** Les exécutifs municipaux doivent mettre en place une réglementation communale relative aux ouvrages d'assainissement individuel, basée sur le code d'hygiène publique et adoptée par arrêté municipal. Cette réglementation permettra de rechercher et de verbaliser les infractions. Les services déconcentrés du ministère de la Santé et du Ministère de Cadre de Vie peuvent appuyer les communes dans ce sens.
- **L'adoption d'une politique de gestion des ouvrages publics :** La gestion des infrastructures publiques d'assainissement doit être confiée à des personnes physiques qui assureront leur entretien. La gestion sera établie sur la base d'un contrat signé avec l'autorité municipale propriétaire des ouvrages. Tout usager des ouvrages devra payer une somme dont le montant est défini de commun accord avec l'autorité communale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Banque Mondiale. (2012). L'Afrique peut-elle se permettre de manquer les Objectif de Développement du Millénaire pour l'assainissement ? Analyse de la situation de l'hygiène et de l'assainissement dans 32 pays africains (p. 58).
- CIEH. (1984). Conception générale des systèmes d'assainissement urbains dans un contexte africain : Aspects techniques.
- Cyriaque Dégbey, Michel Makoutode, Edgard-Marius Ouendo, Benjamin Fayomi, & Christophe De Brouwer. (2008). La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. *Environnement, Risques & Santé*, 7(4), 279-283. <https://doi.org/10.1684/ers.2008.0158>
- DHAB,. (2010). Appui à la maîtrise d'ouvrage communale, Guide d'élaboration et de mise en œuvre du Plan d'Hygiène et d'Assainissement Communal.
- Franceys & Pickford. (1995). Guide de l'assainissement individuel. Organisation Mondiale de la Santé.
- Gabert J. (2018). Momento de l'assainissement : Mettre en oeuvre un système d'assainissement complet, durable et adapté (Gret).
- Hondjenou, M. (2019). Facteurs associés à la qualité des eaux consommées dans la Commune d'Abomey-Calavi au Sud du Benin en Afrique de l'Ouest. *European Scientific Journal*, 15(30), 57-71.
- INSAE. (2011). Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des ménages (Rapport d'activité 2ème Edition; p. 171).
- INSAE. (2013). Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (p. 102) [Rapport définitif]. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique.
- J., G., & Desille D. (2012). Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide. Programme Solidarité Eau (Ps-Eau).
- JMP. (2017). Progrès en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène : Mise à jour 2017 et évaluation des Objectifs de Développement Durable (p. 66) [Rapport annuel].
- Kajyibwami J. (2017). Modèle de gestion durable des boues de vidange dans la ville de Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso [Mémoire de Master]. Institut International d'Ingénierie, de l'Eau et de l'Environnement.

- Koanda H. (2006). Vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne : Approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange [Thèse de Doctorat]. EPFL Suisse.
- MECV. (s. d.). L'assainissement individuel : Principes et techniques actuelles. Orleans Cedex.
- OMS. (2017). Rapport biennal des activités de l'OMS dans la région africaine (p. 92) [Rapport définitif]. Bureau Régional de l'Afrique.
- Pierre B. & Vincent R. (2014). Solutions techniques et bonnes pratiques d'assainissement : Guide pour le quartier périphérique de Nouakchott basé sur une étude menée dans les quartiers de Tezaha et tarhil. Programme Solidarité Eau (Ps-Eau).
- pS-Eau. (2016). Les services d'eau et d'assainissement dans les objectifs de développement durable.
- Rea, L. M., & Parker, R. (1997). Designing and Conducting Survey Research : A Comprehensive Guide (4th edition). Josey-Bass Publishers.
- SETEM-BENIN. (2015). Etude de faisabilité en vue de la construction d'une station de traitement des boues de vidange à Abomey-Calavi (p. 59) [Rapport définitif]. SONEB.
- SEURECA. (2014). Rapport de la Mission d'élaboration des plans directeurs d'assainissement des eaux usées de la conurbation de Cotonou, Abomey-Calavi, Sèmè-Podji et de la ville de Porto-Novo (p. 281) [Rapport d'Activité A : Collecte de Données de base - Diagnostic de la Situation Actuelle]. AGETUR.
- SEURECA. (2015). Rapport de la Mission d'élaboration des plans directeurs d'assainissement des eaux usées de la conurbation de Cotonou, Abomey-Calavi, Sèmè-Podji et de la ville de Porto-Novo (p. 226) [Rapport d'Activité B: Etablissement des données de base, des critères de conception, de dimensionnement et de coûts.]. AGETUR.
- Tchabi, & Toussou. (2017, octobre). Caractérisation du contenu pollinique de l'atmosphère de la Commune d'Abomey-Calavi de 2015 à 2017. European Scientific Journal.
- Tilley E. & Lüthi. (2008). Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement (Eawag, p. 157). Dübendorf.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Cadre logique

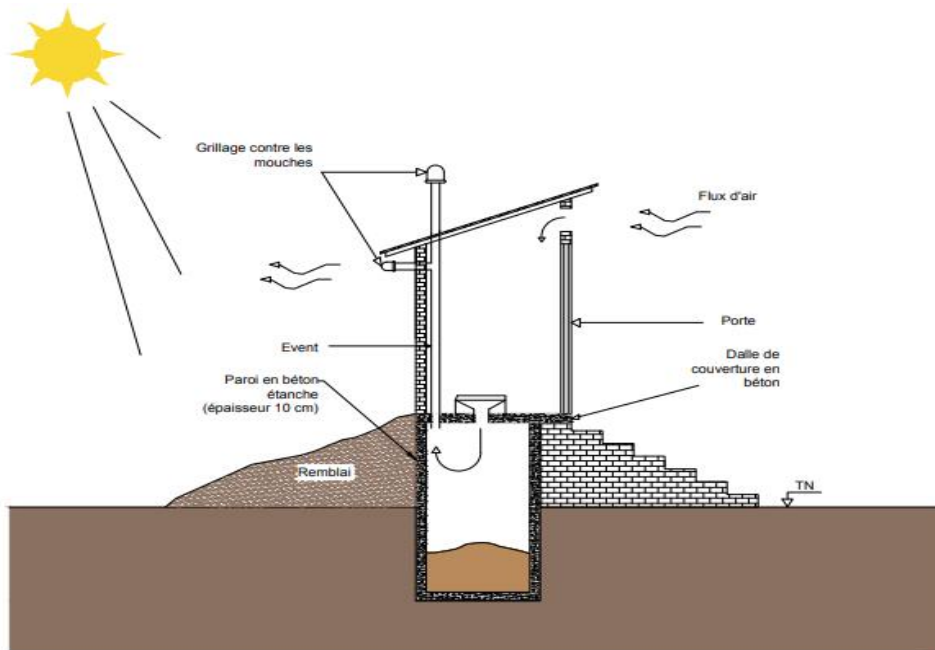
Objectifs spécifiques	Activités	Méthodologie	Outils	Résultats attendus	Hypothèses de réussite	
Faire le diagnostic des ouvrages d'assainissement autonome existants dans les localités de la zone Ouest ;	Evaluer le taux de couverture des OAA et identifier les ouvrages les plus adoptés par les ménages	Recherche documentaire	Internet ; Fiche d'enquêtes et d'entretiens (KoBoCollect et KoBoToolbox) ;	Le taux de couverture en OAA dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi est connu ; Les OAA les plus adoptés par les ménages sont identifiés.	Bonne connexion internet ; Fiabilité des données d'enquête ; Disponibilité des différents acteurs (Ménage, autorités communales, maçons locaux et vidangeurs) et leur entière collaboration.	
	Analyser les dispositions prévues par les textes en vigueur et Identifier les dispositions constructives adoptées par les ménages dans la mise en place des OAA	Observation directe	Enquêtes et entretiens	Rapports et Décrets		Les dispositions constructives prises par les ménages dans la réalisation des OAA sont connues ;
	Identifier les impacts liés à la mauvaise réalisation des OAA	Prise de photo		Grille d'observation		Les impacts engendrés par la mauvaise réalisation et le non-respect des mesures préconisées sont identifiés
Faire le zonage d'assainissement de l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi ;	Analyser les critères de chaque partie de la zone d'étude et faire le regroupement des zones similaires	Recherche documentaire ; Observation directe.	PDC PDA Rapports	Le zonage d'assainissement est fait.	Bonne connexion internet ; Disponibilité des documents	



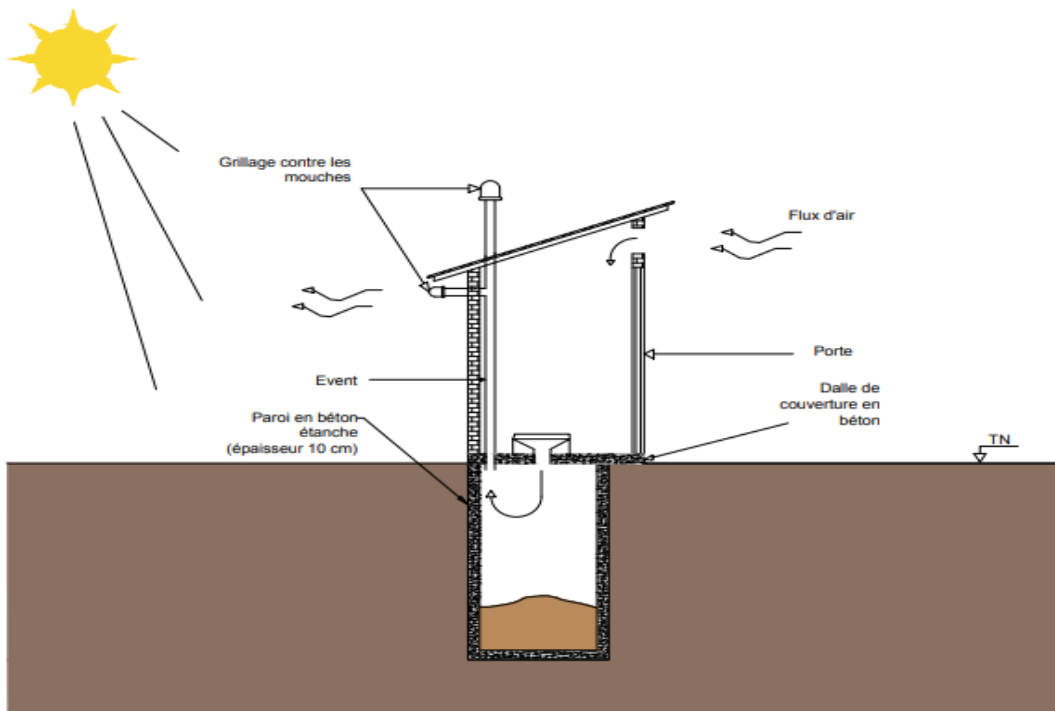
			ArcGIS, Google Earth et Google Maps		
Proposer des normes de construction à appliquer par types d'ouvrages et par localité.	Recommander une orientation et une disposition des OAA au sein des ménages en fonction de la direction du vent et de l'espace au sein des ménages	Lecture de documents scientifique (mémoire, thèses, articles...);  Analyse des résultats d'enquêtes	Fiche d'enquête Internet Rapports AutoCAD ArchiCAD SketchUp Pro	Un nouveau positionnement des OAA est proposé	Accessibilité aux rapports des Ministères en charges de l'assainissement et de la Santé ;  Bonne connexion internet ;
	Proposer des dimensions pour chaque type d'ouvrage en fonction de la zone d'assainissement et du nombre d'utilisateurs			De nouvelles dimensions garantissant l'efficacité des OAA sont proposées	
	Proposer des caractéristiques pour les types de matériaux à utiliser pour la construction des OAA pour chaque zone d'assainissement			Des caractéristiques pour les types de matériaux à utiliser pour la construction des OAA pour chaque zone d'assainissement sont proposées	

## Annexe 2 : Coupes des modèles de latrine VIP en fonction de la zone

### Zone A

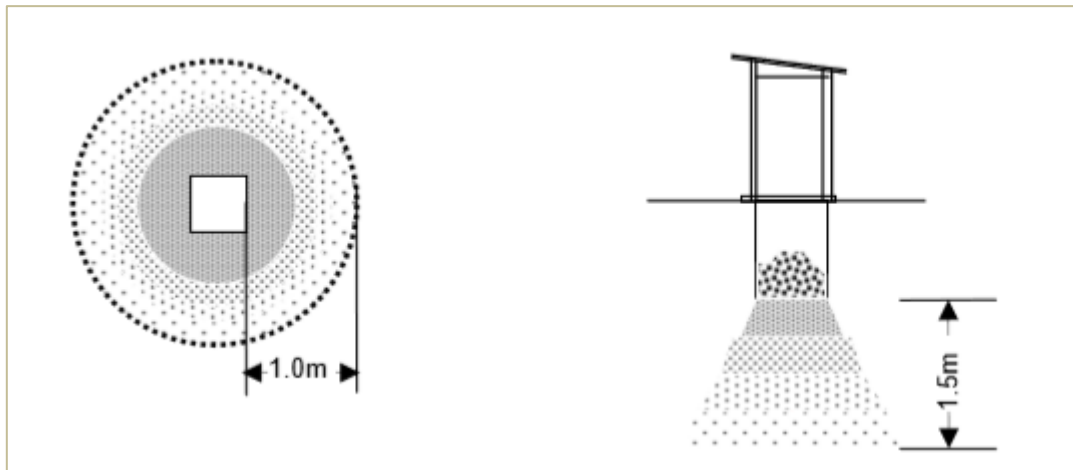


### Zone B

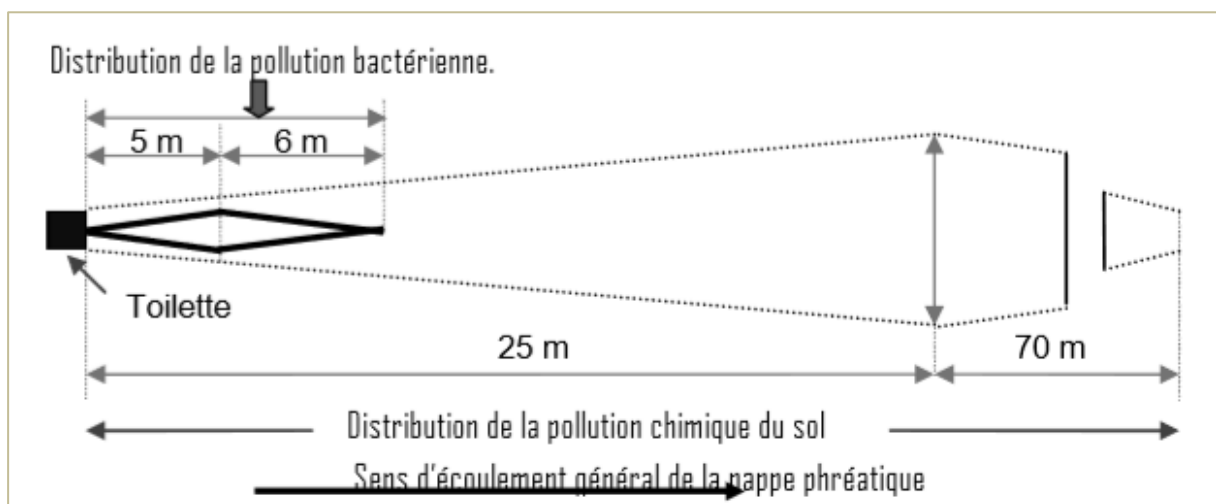


### Annexe 3 : Distribution des pollutions bactérienne et chimique dans le sol à partir d'une latrine

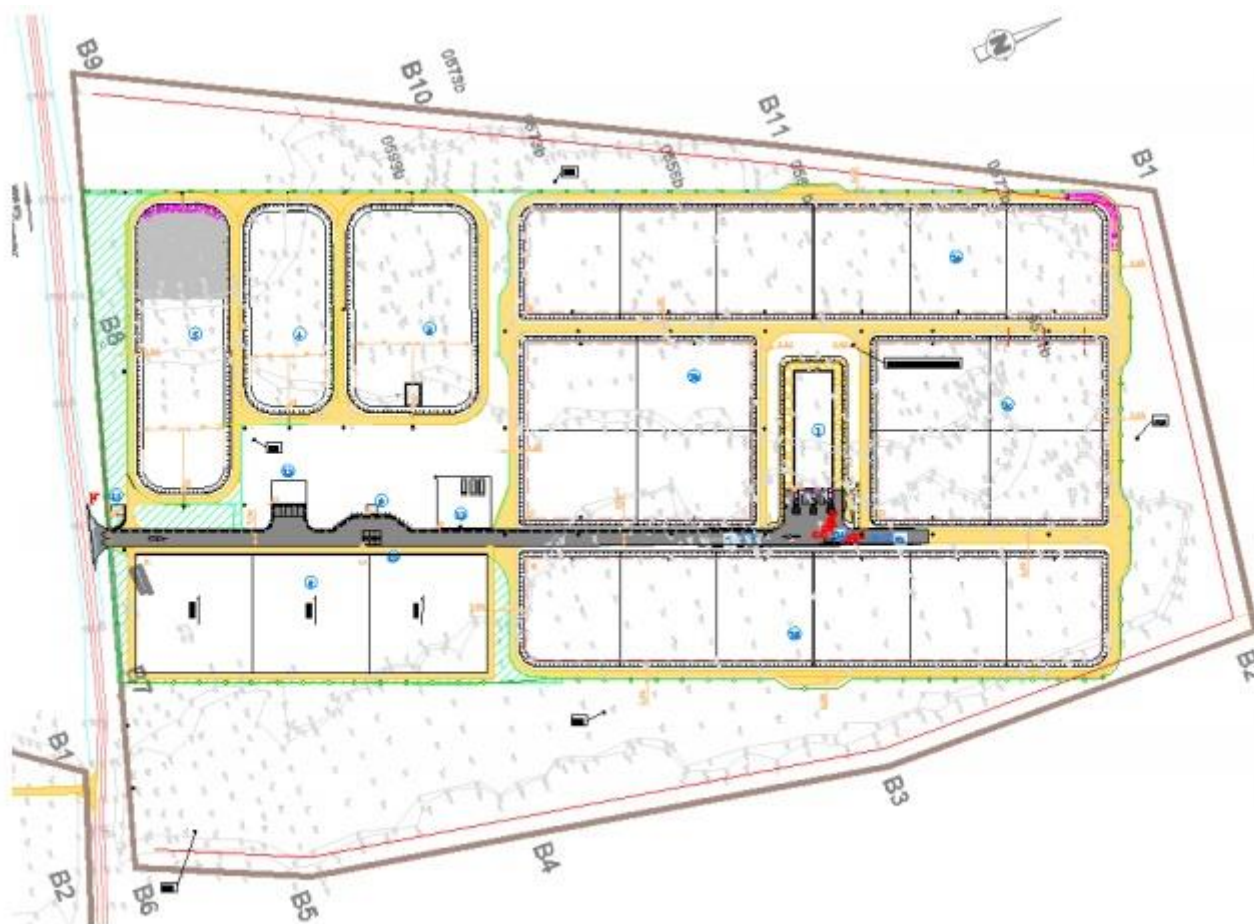
- Distribution et migration verticales de la pollution dans le sol



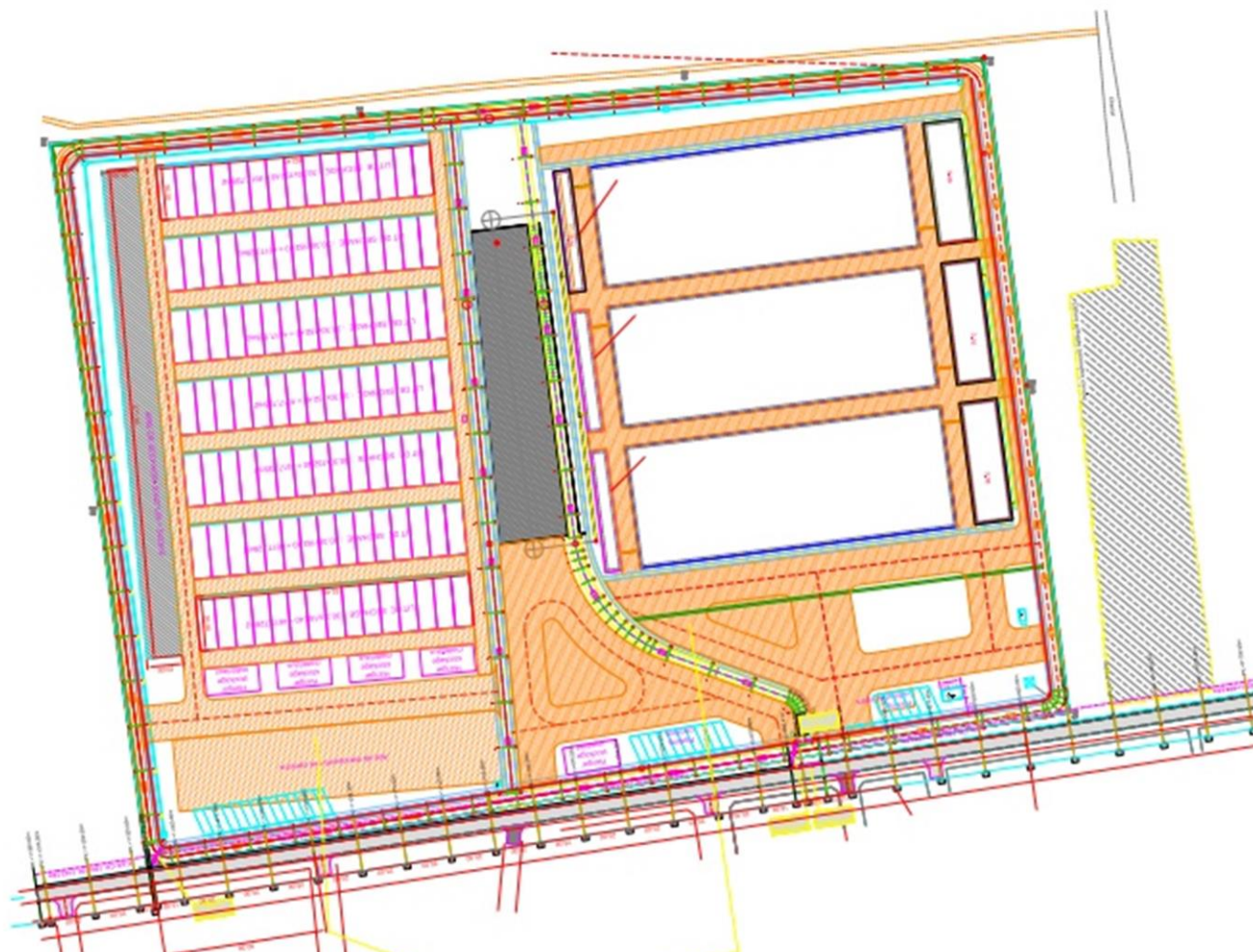
- Distribution et migration horizontales de la pollution dans le sol



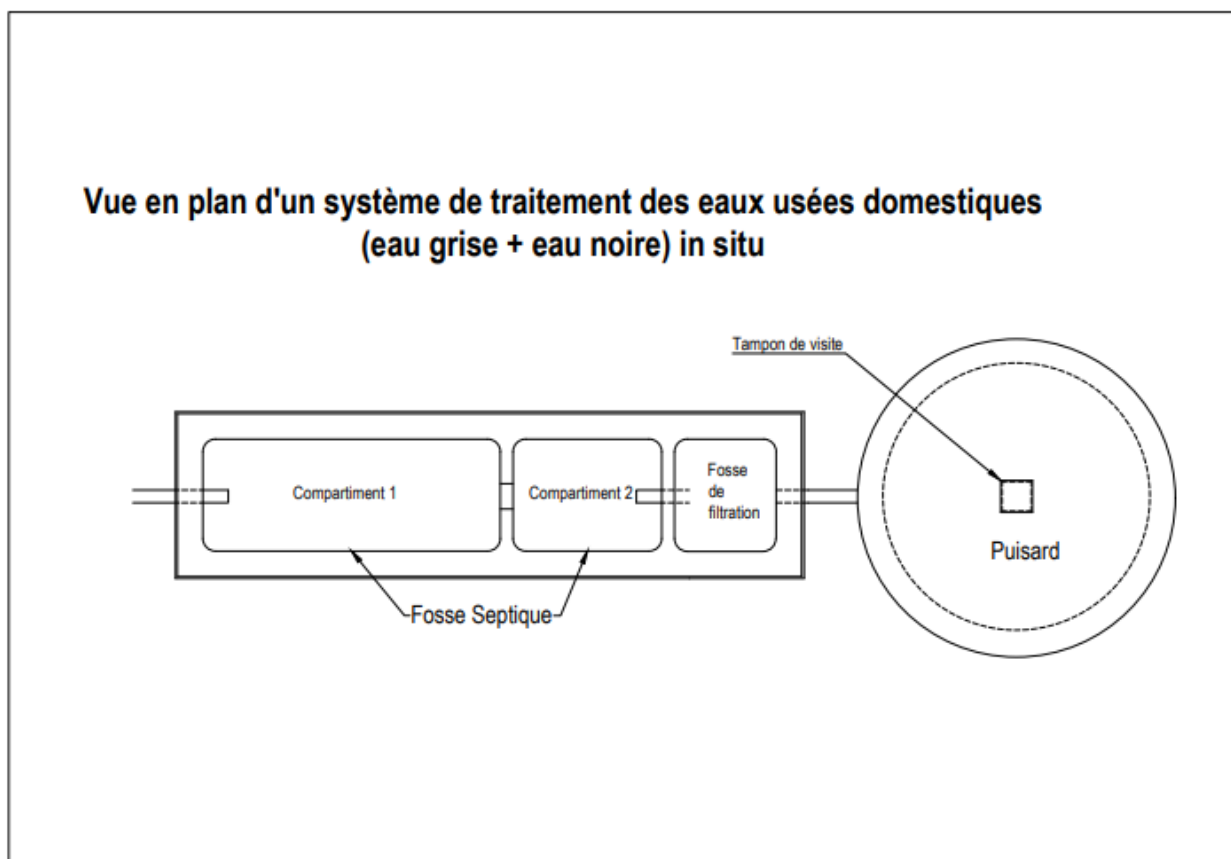
#### Annexe 4 : Plan de la STBV d'Abomey-Calavi



**Annexe 5 : Plan de la STBV de Sèmè-Podji**



**Annexe 6 : Vue en plan d'un système complet de fosse septique pour le traitement in situ des eaux usées domestiques**



## Annexe 7 : Questionnaire d'enquête Ménage

### QUESTIONNAIRE MENAGE: Amélioration des ouvrages d'assainissement autonome dans l'intercommunalité Cotonou-Abomey-Calavi

Date

yyyy-mm-dd

---

Arrondissement

- Arr 5 - Cotonou
- Arr 7 - Cotonou
- Arr 9 - Cotonou
- Arr 12 - Cotonou
- Arr 13 - Cotonou
- Godomey
- Abomey-Calavi

Le ménage dispose-t-il de toilettes fonctionnelles ?

- Oui
- Non

Si OUI, quel type de toilette?

- Latrine traditionnelle
- Latrine VIP
- ECOSAN
- TCM
- WC Raccordé à fosse septique

Depuis quand disposez vous de cet ouvrage?

- Inconnue
- 1-10ans
- Plus de 10ans

Disposez vous d'un ouvrage de collecte des eaux grises (Cuisine, douche, lessive)?

- Oui
- Non



**Si Non, où rejetez vous les eaux grises?**

- Dans la fosse des toilettes
- Dans la rue
- Dans les caniveaux
- Au sein du ménage

**Si Oui, lequel?**

- Puisard
- Silo de gravier

**Toutes les eaux grises sont-elles collectées dans cet ouvrage?**

- Oui
- Non

**Si Non, quelles eaux collectez-vous dans cet ouvrage?**

- Eaux de douche
- Eaux de douche et de lessive
- Eaux de douche et de cuisine
- Eaux de lessive et de cuisine

**Avez-vous une source d'eau dans le ménage ?**

- Oui
- Non

**Si OUI, laquelle ?**

- Puits traditionnel
- Forage
- Soneb

**Si Puits ou Forage, à quelle distance environ se situe t-elle de la fosse ?**

- Moins de 15m
- Entre 15 et 30m
- Plus de 30m

**L'eau est elle destinée à la consommation?**

- Oui
- Non



Contribution à l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonome dans les milieux urbains et périurbains de l'intercommunalité Cotonou Abomey-Calavi au Bénin.

**Avez-vous déjà procédé à la vidange de la fosse ?**

- Oui
- Non

**Si Oui, quel type de vidange ?**

- Vidange mécanique
- Vidange manuelle

**A quelle fréquence faites-vous la vidange ?**

- Inconnue
- 0-3ans
- 3-5ans
- Plus de 5ans

**Il y a-t-il une prolifération des mouches au niveau de la fosse?**

- Oui
- Non

**Il y a-t-il engorgement d'eau dans la fosse des toilettes en saison pluvieuse ?**

- Oui
- Non

**Il y a-t-il dégagement d'odeurs nauséabondes ?**

- Oui
- Non

**Si OUI, que faites-vous pour y remédier ?**

- Ajout de cendre
- Ajout de produits chimiques (Grésil, Huiles usagées, insecticides)
- Rien

## **Annexe 8 : Guide d'entretien vidangeurs**

### **GUIDE D'ENTRETIEN VIDANGEUR : COTONOU-ABOMEY-CALAVI**

#### **Identification de l'enquêteur :**

Nom & Prénom(s) :

Date :

#### **Identification du vidangeur :**

Nom & Prénom(s) :

1. Quel est le Nom de votre structure ?
2. Dans quelle zone intervenez-vous ?
3. Quel type de vidange pratiquez-vous ?
4. Depuis quand exercez-vous cette activité ?

#### **Informations sur l'activité de vidange**

1. Combien de vidange faites-vous en moyenne par mois ?
2. Quel est le coût moyen de la vidange en fonction des types d'ouvrages ?
3. Quels sont les matériels de travail dont vous disposez ?
4. Où déversez-vous les boues vidangées ? (Pourquoi/A quel tarif ?)
5. Faites-vous partie d'une association de vidangeurs ? Si Oui, quelle est le nom de cette association et quels sont les avantages d'en être membre ?
6. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de cette activité ?

## Annexe 9 : Guide d'entretien Maçons locaux

### GUIDE D'ENTRETIEN MAÇONS LOCAUX : COTONOU-ABOMEY-CALAVI

#### Identification de l'enquêteur :

Nom & Prénom(s) :

Date :

#### Identification de l'enquêté :

Nom & Prénom(s) :

Quel est le nom de votre structure ?

Depuis quand exercez-vous ce métier ?

#### Informations sur les dispositions constructives des ouvrages d'assainissement autonome

1. Sur quelles bases dimensionnées-vous les ouvrages d'assainissement autonomes ?
2. Comment se fait le choix de l'emplacement des ouvrages ?
3. Quelles dispositions prenez-vous pour surmonter les contraintes physiques du milieu ?
4. Sur quelle base est orienté l'évent des latrines VIP ?
5. Les fosses septiques sont-elles divisées en compartiments ?
6. Si Oui, combien ?
7. Comment identifier vous le point de séparation de la fosse en compartiments ?
8. Où installez-vous le trou de communication entre compartiments ?

## **Annexe 10 : Guide d'entretien Autorités Communales**

### **GUIDE D'ENTRETIEN AUTORITES COMMUNALES**

#### **Identification de l'enquêteur :**

Nom & Prénom(s) :

Date :

#### **Identification de l'enquêté :**

Nom, Prénom(s) & Fonction :

Depuis quand occupez-vous ce poste ?

#### **Informations relatives à l'implication de la mairie dans la mise en place des OAA**

1. La mairie dispose-t-elle d'instruments juridiques et réglementaires qui encadrent le choix et la construction des ouvrages d'assainissement autonomes ?
2. Si Oui, lesquels ?
3. Quelle est la procédure pour la délivrance d'un permis de construire ?
4. Toutes les dispositions prévues par les Code de l'Hygiène publiques et reprises dans le décret portant délivrance du permis de construire au Bénin sont-elles respectées en ce qui concerne les ouvrages d'assainissement autonomes ?
5. Si Oui, quels sont les moyens de contrôle ?
6. Comment gérez-vous les non conformités ?
7. Quel est le taux de délivrance du permis de construire dans la commune ?
8. Quel est le sort réservez aux constructions sans permis de construire ?

## Annexe 11 : Devis estimatifs des ouvrages d'assainissement autonome

- Latrine VIP Zone A

Devis estimatif d'une latrine VIP étanche / 8 usagers en zone A				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (F CFA)	Montant (F CFA)
Ciment	u	15	3500	42000
Fer de 6	U	3	3500	10500
Fil d'attache	U	1	1000	1000
Tôles	U	6	6500	39000
Porte	U	1	25000	20000
Brique creuse	U	180	250	45000
Planche	U	3	2500	7500
Gravier	m <sup>3</sup>	-	15000	15000
Sable	m <sup>3</sup>	-	10000	10000
Tuyau PVC 100	u	1	5000	5000
Grillage	m <sup>2</sup>	1	1000	1000
Pointe	Kg	1	1500	1500
Main d'œuvre ferrailleur	-	1	10000	10000
Manœuvre	-	2	5000	10000
Main d'œuvre maçon	-	1	25000	25000
<b>Total</b>				<b>242500</b>

- Latrine VIP Zone B

Devis estimatif d'une latrine VIP étanche / 8 usagers en zone B				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (F CFA)	Montant (F CFA)
Ciment	U	5	3500	17500
Fer de 6	U	1	3500	3500
Fil d'attache	U	1	1000	1000
Tôles	U	6	6500	39000
Porte	U	1	25000	20000
Brique creuse	U	220	250	55000
Planche	U	3	2500	7500
Sable	m <sup>3</sup>	-	10000	10000
Tuyau PVC 100	u	1	5000	5000
Grillage	m <sup>2</sup>	1	1000	1000
Pointe	Kg	1	1500	1500
Manœuvre	-	2	5000	10000
Main d'œuvre maçon	-	1	20000	20000
<b>Total</b>				<b>242500</b>

Contribution à l'amélioration des ouvrages d'assainissement autonome dans les milieux urbains et périurbains de l'intercommunalité Cotonou Abomey-Calavi au Bénin.

- Fosse septique

Devis estimatif d'une fosse septique/ 10 usagers				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (F CFA)	Montant (F CFA)
Ciment	U	40	3500	140000
Fer de 6	U	7	6500	45500
Fil d'attache	U	3	1000	3000
Fer de 8	U	2	6000	12000
Planche	U	6	2500	15000
Gravier	m <sup>3</sup>	-	40000	40000
Briques pleines	U	40	300	12000
Sable	m <sup>3</sup>	-	25000	25000
Tuyau PVC 100	U	2	3000	6000
Pointe	Kg	2	1500	3000
Main d'œuvre ferrailleur	-	1	15000	15000
Manœuvre	-	2	20000	40000
Main d'œuvre maçon	-	1	50000	50000
<b>Total</b>				<b>406500</b>

## Annexe 12 : Quelques photos illustratives



Evacuation des eaux usées domestiques (eaux de lessive) sur la voie publique à Cocotomey, Novembre 2020



Puisard installé à la devanture de la concession à Minontin, Octobre 2020



Fosse septique en construction avec deux compartiments de volume égal à Godomey, Octobre 2020



Latrine VIP surélevée à Gbodjè, Octobre 2020



Puits d'infiltration en silo de gravier utilisé pour la collecte et l'infiltration des eaux usées domestiques à Womey, Novembre 2020