



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI

UNIVERSITÉ D'ÉTAT D'HAÏTI

(UEH)

FACULTÉ D'AGRONOMIE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

(FAMV)

DÉPARTEMENT DE GÉNIE RURAL

(DGNR)

« Évaluation des potentielles causes de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre et perspective au regard de l'ODD 6 »

Mémoire de Fin d'Études

Présenté par : Djim LAPORTE

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome

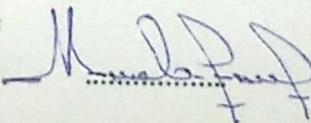
Option : Génie Rural

Avril 2022

Ce mémoire intitulé :

« Évaluation des potentielles causes de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre et perspective au regard de l'ODD 6 »

a été approuvé par le jury composé de :

| | Signature | Date |
|--|--|------------|
| Guillaume HANS, Ing-Agr., MSc Président du jury |  | 25.05.22 |
| Oreste SAINT JEAN, Ing-Agr., PhD Student Membre du jury |  | 16.05.22 |
| Montès CHARLES, Ing. Civil, MSc Membre, Conseiller Scientifique |  | 17.05.2022 |

DÉDICACES

Étant toujours vivante en moi, ce mémoire est un hommage à ma feuë mère JEAN-PIERRE Odette.

C'est un acte de reconnaissance envers nos devanciers, tous les morts qui ont travaillé et soutenu à travers les âges l'infrastructure de la science : « Ils ne peuvent plus nous décevoir. »

Une mention spéciale pour les divinités du panthéon haïtien, Legba en particulier dont j'ai appris à connaître les attributs de ma grand-mère et à travers les œuvres de LAFERRIÈRE Dany (« Pays sans chapeau » en particulier).

Ce travail est tout particulièrement dédié à :

- ✓ Moi, pour me rappeler que je ne dois cesser d'être exigeant à l'égard de ma personne et que chaque jour je suis appelé à me dépasser ;
- ✓ JOSEPH Mariella, ma grand-mère ;
- ✓ JEAN Shneidyne, ma bienaimée ;
- ✓ LAPORTE Paulette, ma tante ;
- ✓ LAPORTE Wadner, mon frère ;
- ✓ Tous ceux qui souhaiteraient l'utiliser pour mener à bon port la lutte environnementale.

REMERCIEMENTS

Je tiens solennellement à allumer une fière chandelle pour ces bonnes âmes qui m'ont d'une façon ou d'une autre soutenu dans la réalisation de ce mémoire :

- ✓ CHARLES Montès, Ing. Civil, MSc, mon ancien professeur et Conseiller Scientifique, pour m'avoir accompagné durant le processus de réalisation de ce travail. Ses orientations m'ont servi de guide au même titre que son sens critique m'a encouragé à donner le meilleur de moi-même ;
- ✓ ACA-FAMV (Association Canadienne des Anciens de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire), mon fameux mécène dont j'ai fièrement bénéficié les libéralités à travers leur programme de financement des mémoires de fin d'études des étudiants de la FAMV ;
- ✓ GONOMY Nyankona, PhD, le directeur du Département de Génie Rural ;
- ✓ JEAN Saint Phar, Ing., MSc et CÉSAR Adony, Ing-Agr., MSc, mes anciens professeurs, pour leurs incommensurables supports ;
- ✓ JUSTIN Junior, Ing. Civil et GALLIOTH Marie Ganette, Ing. Civil, pour leur disponibilité hors de prix ;
- ✓ ÉNELAS Junior Emmanuel, mon frère, l'un de mes fidèles lecteurs et correcteurs, pour son incroyable altruisme ;
- ✓ SAINT-LAURENT Adeler, Ing-Agr., MSc et LAMOUR Frantz, Ing-Agr. pour leurs critiques constructifs ;
- ✓ PALY Johnny, Ing-Agr., mon frère, pour ses conseils dès le début ;
- ✓ LEURBOURS Suzette, Ing-Agr., une sœur qui m'a bougrement supporté dans la quête des ressources documentaires ;
- ✓ CARRENAND Marie Louise et CÉLESTIN Wisner pour leur bienveillance et leur hospitalité.

Par ailleurs, je tiens à adresser un hommage à tous les professeurs de la FAMV qui ont posé des briques à mon édifice intellectuel et à mes collègues de la promotion DUNAMIS (2015-2020), particulièrement ceux du Génie Rural aux côtés desquels j'ai vécu cinq années de construction réciproque. Pour faire court, je remercie tous ceux, dont les noms ne sont pas mentionnés ici, qui m'ont prodigué un quelconque soutien.

RÉSUMÉ

La commune de Tabarre connaît un lourd problème d'assainissement. Cazeau, une localité située au nord-ouest de cette commune, est particulièrement touchée par les multiples retombées de la défaillance du réseau d'assainissement, notamment du tronçon Clercine-Cazeau de celui-ci. Ce problème impacte l'environnement immédiat du tronçon : le carrefour de Cazeau en particulier, même en saison non pluvieuse, abrite d'importantes quantités d'eaux usées. Elles y stagnent en permanence. Lors des pluies, cette localité est généralement soumise à l'inondation où les eaux remplies de débris putrescents envahissent des maisons et provoquent nombre dégâts.

Cette étude a été réalisée, dans l'intérêt : d'une part, d'apporter une contribution dans la recherche des causes structurelles et environnementales du dysfonctionnement du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement. Et, d'autre part, dans l'objectif de faire le jour sur la situation globale de l'assainissement en Haïti en s'appuyant sur le paradigme d'Agenda 2030, particulièrement sur l'ODD 6 (dans son volet « Assainissement »). Les travaux s'appuient sur une méthodologie consistant en : une approche documentaire, des entretiens semi-directifs, la détermination des caractéristiques du tronçon du réseau d'assainissement étudié, une étude de l'évolution de l'occupation du territoire et par ailleurs, une approche sur les dispositions haïtiennes en matière d'assainissement.

Les résultats sont assez concluants et ont montré que le réseau est largement dépassé par le volume maximal qu'il serait amené à évacuer : la capacité liquide ($2.79 \text{ m}^3/\text{s}$) est largement inférieure au débit de pointe du bassin versant ($20.69 \text{ m}^3/\text{s}$). Ils ont également prouvé qu'à côté de ce paramètre technique, la question de l'aménagement du territoire, la gestion des déchets au niveau de la municipalité et l'influence des situations des communes voisines (comme Delmas et Pétion-Ville) impactent tout aussi l'état du réseau d'assainissement. De surcroît, les différentes dispositions institutionnelles, législatives et socio-éducatives ont montré que c'est tout le sous-secteur de l'assainissement qui est affecté. Enfin, ces dispositions ont permis de constater que l'environnement sanitaire du pays est fragilisé et il devient d'avantage difficile de se mettre en phase à l'approche ONUisienne pour l'assainissement (pour la période 2015-2030) à travers l'ODD 6.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-------------|
| DÉDICACES | IV |
| REMERCIEMENTS | V |
| RÉSUMÉ..... | VI |
| TABLE DES MATIÈRES | VII |
| LISTE DES TABLEAUX..... | XV |
| LISTE DES FIGURES | XV |
| LISTE DES SIGLES / ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS | XVII |
| LISTE DES ANNEXES | XX |
| CHAPITRE I..... | 1 |
| 1 INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 Généralités | 1 |
| 1.2 Problématique | 2 |
| 1.3 Objectifs | 3 |
| 1.3.1 Objectif général..... | 4 |
| 1.3.2 Objectifs spécifiques | 4 |
| 1.4 Hypothèse..... | 4 |
| 1.5 Intérêt de l'étude | 4 |
| 1.6 Limitation de l'étude..... | 4 |

| | | |
|--------------------------------------|---|----------|
| 1.6.1 | Documentation | 5 |
| 1.6.2 | Méthodologie | 5 |
| 1.6.3 | Financement et équipement | 5 |
| CHAPITRE II | | 6 |
| 2 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE | | 6 |
| 2.1 | Assainissement..... | 6 |
| 2.1.1 | Assainissement conventionnel | 7 |
| 2.1.2 | Assainissement écologique | 7 |
| 2.2 | Besoins en assainissement | 7 |
| 2.3 | Classification des eaux | 7 |
| 2.3.1 | Les eaux résiduaires | 8 |
| 2.3.1.1 | Les eaux domestiques | 8 |
| 2.3.1.2 | Les eaux industrielles..... | 9 |
| 2.3.2 | Les eaux météoriques ou eaux pluviales..... | 9 |
| 2.4 | Précipitations..... | 9 |
| 2.4.1 | Débit pluvial..... | 9 |
| 2.4.2 | Ruissèlement pluvial | 10 |
| 2.4.3 | Ruissèlement urbain | 10 |
| 2.5 | Gestion des Eaux Pluviales (GEP)..... | 10 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.6 | Les systèmes de collecte et d'assainissement | 10 |
| 2.6.1 | Différents systèmes d'assainissement | 10 |
| 2.6.1.1 | L'assainissement autonome (ou individuel) | 11 |
| 2.6.1.2 | L'assainissement collectif..... | 11 |
| 2.6.1.3 | L'assainissement semi-collectif | 11 |
| 2.7 | Drainage | 11 |
| 2.7.1 | Réseau de collecte (réseau de drainage ou d'assainissement) | 11 |
| 2.7.1.1 | Systèmes fondamentaux..... | 12 |
| 2.7.1.2 | Système pseudo-séparatif..... | 12 |
| 2.7.1.3 | Système composite..... | 13 |
| 2.7.1.4 | Systèmes spéciaux | 13 |
| 2.7.2 | Composante d'un réseau d'assainissement | 13 |
| 2.7.2.1 | Réseaux d'évacuation ou Collecteurs | 14 |
| 2.7.2.1.1 | Caractéristiques géométriques d'un collecteur | 17 |
| 2.7.2.1.2 | Caractéristiques hydrodynamiques | 18 |
| 2.8 | Inondation | 19 |
| 2.8.1 | Causes des inondations | 19 |
| 2.8.1.1 | Causes naturelles..... | 19 |
| 2.8.1.2 | Causes anthropiques..... | 20 |

| | | |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------|
| 2.9 | Bassin Versant..... | 20 |
| 2.9.1 | Paramètres morphométriques..... | 21 |
| 2.9.2 | Temps de concentration | 21 |
| 2.9.3 | Débit de pointe | 21 |
| 2.10 | Crue..... | 22 |
| 2.11 | Période de retour | 22 |
| CHAPITRE III..... | | 23 |
| 3 | MÉTHODOLOGIE..... | 23 |
| 3.1 | Cadre physique..... | 23 |
| 3.1.1 | Présentation de la zone d'étude..... | 23 |
| 3.1.2 | Pluviométrie & Température | 24 |
| 3.1.3 | Hydrogéologie et pédologie | 25 |
| 3.1.4 | Végétation | 25 |
| 3.2 | Matériels utilisés & softwares..... | 26 |
| 3.2.1 | Matériels : | 26 |
| 3.2.2 | Softwares :..... | 26 |
| 3.3 | Méthode | 26 |
| 3.3.1 | Recherche bibliographique | 27 |
| 3.3.2 | Visite de prospection..... | 27 |

| | | |
|--------------------------|---|-----------|
| 3.3.3 | Collecte des données | 27 |
| 3.3.3.1 | Observation directe et enquête exploratoire | 28 |
| 3.3.3.2 | Enquête formelle (Entretien individuel) | 28 |
| 3.3.3.3 | Étude du fonctionnement du tronçon étudié du réseau d'assainissement | 29 |
| 3.3.4 | Conception et analyse de plusieurs cartes et graphiques | 31 |
| 3.3.4.1 | Délimitation du bassin versant de la zone d'étude | 31 |
| 3.3.4.2 | Inventaire des provenances des eaux et caractérisation du bassin versant | 32 |
| 3.3.4.3 | Évolution de l'occupation du territoire | 33 |
| 3.3.4.4 | Profil d'élévation du terrain et situation de la pente du réseau d'assainissement étudié | 33 |
| 3.3.5 | Parallèle entre la capacité de transport liquide du tronçon étudié et la demande d'évacuation de l'espace délimité | 33 |
| 3.3.5.1 | Détermination du débit de pointe..... | 33 |
| | Formules (ou méthodes de détermination) | 35 |
| 3.3.5.2 | Détermination des capacités de transport solide et liquide | 35 |
| 3.3.6 | Analyse et traitement des données | 38 |
| CHAPITRE IV | | 39 |
| 4 | RÉSULTATS ET DISCUSSIONS | 39 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4.1 | Description du site de l'étude..... | 39 |
| 4.1.1 | Caractérisation hydrologique et hydraulique | 40 |
| 4.1.1.1 | Catégorisation du bassin versant et origines des eaux | 40 |
| 4.1.1.2 | Présentation des paramètres morphologiques et topographiques du bassin versant | 43 |
| 4.1.2 | Drainage du site | 44 |
| 4.1.2.1 | Présentation du réseau d'assainissement | 44 |
| 4.2 | Présentation sommaire du problème approché | 46 |
| 4.3 | Causes du problème | 47 |
| 4.3.1 | Le défaut d'entretien du réseau d'assainissement..... | 47 |
| 4.3.1.1 | L'entretien direct..... | 47 |
| 4.3.1.2 | La problématique de la gestion des déchets..... | 49 |
| 4.3.2 | La mauvaise gestion sociale de l'environnement et du réseau | 50 |
| 4.3.3 | La dynamique de l'urbanisation actuelle | 51 |
| 4.3.3.1 | L'évolution temporelle de l'occupation de sol (1998 - 2014) | 52 |
| 4.3.3.2 | L'influence du séisme de 2010 sur l'occupation du territoire | 54 |
| 4.3.4 | La déviation du parcours naturel de plusieurs affluents d'amont | 55 |
| 4.3.5 | L'influence des bassins versants d'amont..... | 56 |
| 4.3.6 | Une modification locale du fonctionnement du réseau..... | 57 |

| | | |
|------------------------|---|-----------|
| 4.3.7 | L'importance des rejets des activités du secteur secondaire..... | 57 |
| 4.3.8 | L'incapacité du tronçon à transporter les débits pluviaux enregistrés | 59 |
| 4.3.8.1 | Les résultats des calculs hydrauliques | 59 |
| 4.3.8.1.1 | La capacité solide..... | 60 |
| 4.3.8.1.2 | La capacité liquide (Q_c)..... | 60 |
| 4.3.8.1.3 | Le débit de pointe (Q_p) du bassin versant | 60 |
| 4.4 | L'analyse des résultats obtenus..... | 61 |
| CHAPITRE V..... | | 62 |
| 5 | PERSPECTIVE AU REGARD DE L'ODD 6 DE L'ONU | 62 |
| 5.1 | Les dispositions institutionnelles et les acteurs concernés..... | 63 |
| 5.1.1 | Les acteurs nationaux..... | 63 |
| 5.1.2 | Les acteurs exogènes..... | 66 |
| 5.2 | Les dispositions législatives..... | 67 |
| 5.3 | Les dispositions socio-éducatives | 68 |
| 5.4 | L'analyse des dispositions | 69 |
| 5.4.1 | La problématique de l'aménagement du territoire et de l'assainissement ... | 69 |
| 5.4.2 | Le manque d'assistance des autorités locales vis-à-vis des municipalités... | 70 |
| 5.4.3 | La faiblesse et la vétusté des lois | 71 |

| | | |
|--------------------------|---|-----------|
| 5.4.4 | L'absence d'un cadre de prise en charge des rejets liquides des déchets solides 72 | |
| 5.4.5 | Le sous-financement du sous-secteur de l'assainissement | 73 |
| 5.4.6 | Centralisation des services d'assainissement | 74 |
| 5.4.7 | L'ineffectivité de l'approche socio-éducative..... | 74 |
| 5.5 | Une projection à l'horizon 2030 | 75 |
| CHAPITRE VI | | 78 |
| 6 | CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS..... | 78 |
| CHAPITRE VII..... | | 81 |
| 7 | RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 81 |
| ANNEXES..... | | A |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 - Détermination des paramètres : C, I et A..... | 35 |
| Tableau 2 - Pour la détermination des caractéristiques géométriques, les formules utilisées sont résumées dans le tableau suivant :..... | 37 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 - Schéma conventionnel d'un système d'assainissement, (Source : TOURABI, 2015). | 6 |
| Figure 2 - Les composantes d'un réseau d'assainissement. | 14 |
| Figure 3 - Schéma d'un collecteur perpendiculaire au milieu récepteur | 14 |
| Figure 4 - Schéma de collecteurs joints à un « émissaire » latéral au milieu | 15 |
| Figure 5 - Schéma de collecteurs avec un émissaire transversal au milieu récepteur (Source : MOKADEM, 2020)..... | 15 |
| Figure 6 - Schéma de collecteurs aménagés par zones étagés (Source : MOKADEM, 2020). | 16 |
| Figure 7 - Schéma d'un centre collecteur unique (Source : MOKADEM, 2020)..... | 16 |
| Figure 8 - Deux coupes transversales : un canal trapézoïdal et un canal rectangulaire (Source : CADOSTIN, 2019)..... | 17 |
| Figure 9 – Bassin versant topographique (Source : Syndicat du Bassin de la Sarthe)..... | 20 |
| Figure 10 - Carte de présentation de la zone d'étude..... | 24 |
| Figure 11 - Pluviométries moyennes annuelles pour la commune de Tabarre (Source : Climate-data.org). | 24 |
| Figure 12 - Températures moyennes annuelles pour la commune de Tabarre (Source : Climate-data.org). | 25 |
| Figure 13 - Carte délimitant le bassin versant étudié..... | 40 |
| Figure 14 - Carte présentant la réalité hydraulique du site étudié..... | 41 |
| Figure 15 - Carte présentant un important confluent qui affecte le fonctionnement du réseau..... | 42 |
| Figure 16 - Carte du bassin versant urbain étudié..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figure 17 – Carrefour Cazeau, intersection Boulevard 15 Octobre - Route Nationale #1. | 47 |
| Figure 18 - Tronçon qui borde l'entreprise Haojin..... | 48 |
| Figure 19 - Tronçon rempli de sédiments au niveau de..... | 49 |
| Figure 20 - Carte d'occupation de sol (OCS -Tabarre : 1998) (Source : CNIGS). | 53 |
| Figure 21 - Carte d'occupation de sol (OCS -Tabarre : 2014) (Source : CNIGS). | 54 |
| Figure 22- L'Entrée Grand Séminaire (côté ouest du réseau) sous les..... | 56 |
| Figure 23 – Carrefour Cazeau (photo prise en face de l'entreprise « Frechè Lokal) »..... | 58 |
| Figure 24 - Carte des activités générant des eaux usées sur le réseau. | 59 |

LISTE DES SIGLES / ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

| | |
|---------------------|--|
| # : | numéro |
| AFD : | Agence Française de Développement |
| ASTEE : | Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement |
| CAMEP : | Centrale Métropolitaine d'Eau Potable |
| CDC : | Centers for Disease Control and Prevention [Centre pour le Contrôle et la Prévention des Maladies] |
| CIAT : | Comité Interministériel pour l'Aménagement du Territoire |
| CNIGS : | Centre National de l'Information Géo-Spatiale |
| COOPI : | Cooperazione Internazionale [Coopération Internationale] |
| DHP : | Direction d'Hygiène Publique |
| DINEPA : | Direction Nationale d'Eau Potable Assainissement |
| EMMUS : | Enquête Mortalité, Morbidité et Utilisation des Services |
| EPA : | Eau Potable et Assainissement |
| ERU : | Eau Résiduaire Urbaine |
| GDSM : | Gestion des Déchets Solides et Ménagers |
| GPS : | Global Positioning System |
| GRET : | Groupe de Recherche et d'Échanges Technologique |
| IDH : | Indice de Développement Humain |
| INARHY : | Institut National des Ressources Hydriques |
| IRD : | Institut de Recherche pour le Développement |
| km : | kilomètre |
| m : | mètre |
| m ² /s : | mètre carré par seconde |
| m ³ /s : | mètre cube/seconde |
| MARNDR : | Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du |
| MENFP : | Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle |
| MICT : | Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Territoriales |
| MINUSTAH : | Mission des Nations Unies pour la Stabilisation en Haïti |
| mm : | millimètre |
| mm/h : | millimètre/heure |

| | |
|------------|---|
| mn : | minute |
| MPCE : | Ministère de la Planification et de la Coopération Externe |
| MSPP : | Ministère de la Santé Publique et de la Population |
| MTPTC : | Ministère des Travaux Publics, Transport et Communication |
| OCHA : | Office for the Coordination of Humanitarian Affairs [Le Bureau de la Coordination des Affaires Humanitaires] |
| ODD : | Objectif de Développement Durable |
| OIM : | Organisation Internationale pour les Migrations |
| OMD : | Objectifs du Millénaire pour le Développement |
| OMS : | Organisation Mondiale de la Santé |
| ONG : | Organisation Non Gouvernementale |
| ONQEV : | Observatoire National de la Qualité de l'Environnement et de la Vulnérabilité |
| ONU : | Organisation des Nations Unies |
| OPS : | Organisation Panaméricaine de la Santé |
| OREPA : | Offices Régionaux d'Eau Potable et d'Assainissement |
| OXFAM : | Oxford Committee for Famine Relief [Comité d'Oxford pour le Soulagement de la Famine] |
| PAM : | Programme Alimentaire Mondial |
| PEPA : | Plateforme Eau Potable et Assainissement |
| PMA : | Pays Moins Avancés |
| PNUD : | Programme des Nation Unies Pour le Développement |
| PNUE : | Programme des Nation Unies Pour l'Environnement |
| POCHEP : | Poste Communautaire d'Hygiène et d'Eau Potable |
| PVD : | Pays en Voie de Développement |
| s : | seconde |
| SIG : | Système d'Information Géographique |
| SIRV-TAB : | Systèmes d'Information sur les Ressources et les Vulnérabilités pour la gestion des crises et la gestion préventive du territoire de Tabarre |
| SMCRS : | Service Métropolitain de Collecte des Résidus Solides |
| SNEP : | Service National d'Eau Potable |
| SNGRS : | Service National de Gestion des Résidus Solides |

STEP : Station d'Épuration

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
[Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture]

UNICEF : United Nations Children's Fund [Fonds des Nations Unies pour l'Enfance]

W.C.: Water Closet [Cabinet d'Eau]

LISTE DES ANNEXES

| | |
|---|---|
| Annexe 1 – Les questionnaires d’entretien | A |
| Annexe 2 – Tableau de BONNENFANT J.-L. et de PELTIER R..... | D |
| Annexe 3 – Calcul du débit de pointe, de la pluie décennale et du coefficient de Gravelius | E |
| Annexe 4 – Critères d’interprétation D ₅ pour la détermination de la capacité solide d’un conduit d’assainissement (présentés par ASTEE en 2017, Association Scientifique et Technique pour l’Eau et l’Environnement)..... | G |
| Annexe 5 – Présentation du profil d’élévation du terrain | H |
| Annexe 6 – Quelques réseaux hydrographiques qui influencent la réalité hydrologique de la commune de Tabarre | H |
| Annexe 7 – L’allure de la pente du réseau d’assainissement..... | I |
| Annexe 8 – Données SIRV-TAB sur l’occupation du territoire à Tabarre avant et après le séisme..... | I |
| Annexe 9 – Influence de quatre ravines sur la réalité hydraulique de la commune de Tabarre | J |
| Annexe 10 – Calcul des capacités du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d’assainissement de Tabarre..... | K |
| Annexe 11 – Un aperçu de l’état du réseau au niveau de certains tronçons | L |

CHAPITRE I

1 INTRODUCTION

Dans un premier temps, il est question d'une mise en contexte. Ensuite, présenter la problématique de l'étude, les objectifs. En outre, l'hypothèse ; et enfin, l'intérêt et la limitation de l'étude.

1.1 Généralités

Abandonnées pour être reprises dans le courant du XIX^e siècle, les techniques de traitement des eaux usées étaient déjà en vogue depuis l'Antiquité chez les romains. L'implantation du premier réseau d'assainissement de la Vallée de Forum, la Cloaca Maxima, a permis à l'empire romain de l'époque de s'assurer d'un certain essor dans la gestion de la santé environnementale et d'avoir une avance sur l'Europe de quelques années d'après qui a sombré pendant près de 1 500 ans dans l'incapacité à gérer les effluents en provenance des ménages. Ce qui, subséquemment, favorisait l'incidence des maladies infectieuses, telle que le choléra, qui s'érigaient rapidement en pandémies (BARRAQUÉ, 2014).

L'Organisation des Nations Unies, de par son programme voué aux actions environnementales (PNUE) considère la question d'accès à des eaux salubres et des environnements sains pour toutes les populations comme faisant partie des droits fondamentaux de l'être humain. Elle l'inclut dans sa matrice des Objectifs de Développement Durable (l'ODD 6 en particulier). Ces objectifs visent une planète réformée à l'horizon 2030. Des mesures qui tendent à freiner la détérioration des cadres de vie des peuples qui s'alarment au regard de l'accroissement de ces chiffres : 4.2 milliards de vies triment face à un manque d'accès à des services d'assainissement gérés efficacement (OMS et UNICEF, 2019). Et sans avoir subi de traitements préalables, 80% des eaux usées sont rejetées dans l'environnement (UNESCO, 2017).

Les Pays en Voie de Développement (PVD) et les Pays Moins Avancés (PMA), à côté des Indicateurs de Développement Humains (IDH) qui se détériorent, sont les principales victimes des marasmes environnementaux. Tel est le cas d'Haïti où même dans les grandes villes et les zones périurbaines les réseaux d'assainissement (lorsqu'ils sont

présents) ne répondent pas aux besoins d'évacuation des populations : 42% de la population haïtienne n'ont pas accès à l'eau potable et 68% n'ont aucun accès à un service d'assainissement (DINEPA et al., 2009). Les problèmes liés à l'eau potable vont de pair à l'insécurité sanitaire et environnementale qui ronge la communauté haïtienne toute entière.

Collecter les eaux usées, assurer leur évacuation à travers des systèmes de drainage, leur traitement et la gestion des excréments sont tous du ressort du sous-secteur de l'assainissement. Cependant, même à Port-au-Prince, les systèmes sont caducs, voire quasi-inexistants. Des monticules de déchets se retrouvent parfois coincés dans les collecteurs et compromettent leur bon fonctionnement : d'où l'accumulation excessive d'eaux usées dans les conduits (DINEPA, 2011). Et malgré la réforme qui a été prévue pour le secteur Eau Potable et Assainissement (EPA) avec la création de la DINEPA, les problèmes de l'élimination des déchets n'ont de cesse de surgir. Ces derniers problèmes (gestion et l'élimination des déchets solides) sont remis sur le compte des municipalités et un organe déconcentré (le SMGRS remplacé par le SNGRS). Néanmoins, les difficultés pour la gestion des déchets et des eaux usées n'ont de cesse de s'accroître.

Dans cette dynamique effrénée de pollution environnementale, la Plaine du Cul-de-Sac compte parmi les régions les plus touchées. Des communes comme Tabarre, avec des localités comme Cazeau, n'en sont pas exemptes. La localité de Cazeau desservie par un tronçon du réseau d'assainissement de Tabarre fait face à de graves problèmes d'assainissement pour lesquels les retombées sont à peine estimables.

1.2 Problématique

À Cazeau, la situation se complique surtout en périodes de pluies intenses. Des inondations charriant les eaux pluviales mélangées aux déchets de diverses sortes viennent engorger les égouts. Ces eaux se déversent sur la voirie, remplissent les crevasses et parfois jusqu'à affecter la circulation au niveau de certains tronçons du Boulevard 15 Octobre. Il arrive même qu'elles transportent nombre substances organiques putrescentes et envahissent les maisons des riverains. Notamment, ceux de l'Entrée Grand Séminaire, ruelle en terre battue, qui n'est malheureusement desservie par aucun dispositif d'assainissement et qui, par contre, abrite une petite agglomération. Les questions

sanitaires et environnementales laissent donc entrevoir se compromettre l'avenir du bien-être commun.

Zone de faible altitude, Cazeau se situe au bout d'une longue chaîne et reçoit une bonne partie des eaux pluviales, des déchets et des sédiments provenant d'amont. Arrivées au niveau de Cazeau, les eaux, ne pouvant pas être entièrement transportées par le réseau, se retrouvent piégées et stagnent. Des flaques bourbeuses prennent alors naissance. Et la Plaine du Cul-de-Sac, étant le théâtre des forages et des puits destinés aux activités humaines, il est légitime de conjecturer sur de potentielles contaminations de la nappe dont les profondeurs oscillent dans les moins de 50 mètres.

En dépit des interventions répétées effectuées au niveau du réseau d'égouts, la situation ne semble pas moins différente. Car, même après des pluies de courte durée la zone est sujette à des inondations. Par ailleurs, certains tronçons du réseau reçoivent en permanence d'importantes quantités d'eaux, ce, dû aux stations lave-auto (car wash) qui bordent le canal récepteur d'eaux usées et y déversent leurs rejets de lavage. De plus, l'usine à Glace Pingouin et la compagnie de distribution d'eau potable « Frechè Lokal » se situant près de la Route Nationale # 1 comptent également pour une part considérable dans ces rejets.

En effet, le carrefour de l'intersection de la Route Nationale # 1 et le Boulevard 15 Octobre qui débouche sur Cazeau, avec un lac d'eaux usées en permanence, demeure un coin d'inquiétudes environnementales et surtout sanitaires. De ce fait, pour tenter d'apporter lumière sur les causes de ce problème, le fonctionnement du tronçon concerné du réseau d'assainissement, le paquet technique mis en place et tant d'autres paramètres sont remis en cause. Et de la poursuite de cette étude vient l'intérêt de soulever cette question : « Quelles sont les potentielles causes de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre ? »

1.3 Objectifs

Comme pour tout travail scientifique, cette étude s'articule autour de deux types d'objectifs :

1.3.1 Objectif général

Contribuer à l'évaluation des origines de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre pour l'amélioration de la situation environnementale de la population de Tabarre et la condition globale du sous-secteur de l'assainissement.

1.3.2 Objectifs spécifiques

Appelés à servir de support d'orientation pour atteindre l'objectif général de cette étude, ils s'élaborent comme suit :

1. Délimiter l'espace sous étude et inventorier les provenances des eaux ;
2. Étudier la structure technique et l'état fonctionnel du tronçon étudié du réseau d'assainissement ;
3. Établir un parallèle entre la capacité de transport liquide du tronçon et la demande d'évacuation de l'espace délimité ;
4. Analyser la dynamique d'occupation de sol pour la commune de Tabarre.

1.4 Hypothèse

Adoptée sur base d'analyses, découlant de théories, qui pourraient déboucher sur des potentielles causes de la problématique soulevée, elle s'énonce de la façon suivante : « Le problème d'assainissement constaté à Cazeau surtout lors des épisodes pluvieux peut être expliqué par le sous-dimensionnement du réseau d'assainissement. »

1.5 Intérêt de l'étude

Cette étude fait avant tout état d'un problème qui demeure jusqu'à présent un sentier battu en Haïti. Plus particulièrement, elle consiste en un diagnostic, un jalon posé pour attirer l'attention sur le problème d'assainissement global de la commune de Tabarre en portant l'intérêt sur ce tronçon qui présente des signes assez évocateurs. D'autre part, elle pourra servir de puits de données pouvant faciliter et orienter les autorités vers les causes structurelles de la problématique de l'assainissement sur tout le territoire du pays.

1.6 Limitation de l'étude

Elle concerne trois piliers fondamentaux pour la réussite de cette étude : La documentation, la méthodologie, le facteur financier et la limite technique.

1.6.1 Documentation

L'une des limites auxquelles font face ceux qui s'engagent dans une démarche de recherche en Haïti est le lourd problème de données qui y est inhérent. Il est né non seulement d'une insuffisance de production, mais aussi d'une privatisation de certaines sources ou des documents (même au niveau des institutions habilitées à en fournir, les responsables présentent une certaine réticence à livrer les informations et les documents qu'ils détiennent).

Malheureusement, les résultats et données de certaines recherches ne sont pas accessibles même à ceux qui souhaiteraient les prolonger ou tenter de corriger certains gaps. Il devient donc difficile d'avoir une revue de littérature assez riche et détaillée avec des informations locales sur les problématiques abordées. En effet, c'est ce qui explique le fait que la majorité des documents consultés dans le cadre de cette étude proviennent des sources extérieures.

1.6.2 Méthodologie

D'une part, l'étude est engagée dans une approche plutôt réduite par rapport à l'étendue de la problématique de l'assainissement dans la commune de Tabarre. Alors, il s'avère important que d'autres études viennent dans le prolongement celle-ci, ce, pour avoir une vision plus intégrale de la défaillance de ce réseau d'assainissement.

D'autre part, la pente du conduit étant méconnue (y compris la pente motrice qui est la pente de la ligne d'énergie) ; alors pour le calcul de son débit capable c'est la pente du terrain est considérée. Vu qu'il s'agit d'un écoulement gravitaire, la pente de l'ouvrage serait de toute façon plus faible que celle-ci. Alors, bien que le résultat obtenu pour le débit soit surévalué, il n'empêche pas l'atteinte de l'objectif spécifique concerné voire la vérification de l'hypothèse. Car, en dépit de la surévaluation de la pente du tronçon étudié le débit capable obtenu est très faible par rapport au débit de pointe du bassin versant.

1.6.3 Financement et équipement

Le manque de ressources financières et techniques a complexifié la matrice des contraintes. Par exemple : Vu l'état du conduit, l'on devrait disposer d'un GPS différentiel pour la détermination de la pente réelle du conduit. D'où cette limite méthodologique.

CHAPITRE II

2 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette section est destinée à passer en revue des études, des articles, des ouvrages et tout autre document dans lesquels les sujets traités et les concepts développés ont été acceptés par la littérature scientifique pour le domaine d'assainissement en particulier.

2.1 Assainissement

L'assainissement est par définition l'ensemble des techniques de collecte, de transport et, éventuellement, de traitement par moyen d'épuration d'eaux usées et pluviales avant leur évacuation dans le milieu naturel (MOKADEM, 2020).

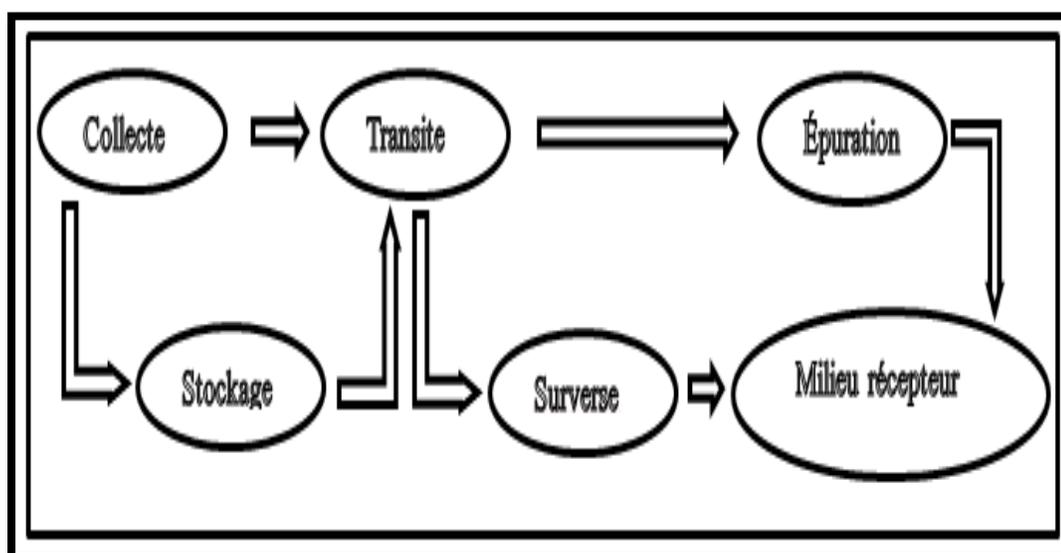


Figure 1 - Schéma conventionnel d'un système d'assainissement, (Source : TOURABI, 2015).

La mise en place des services d'assainissement est généralement orientée suivant deux sortes de préoccupations :

- Se prémunir des maladies liées à la pollution des eaux ;
- Protéger l'environnement des différentes formes de pollution susceptibles d'en découler.

Suivant deux approches différentes, deux modèles d'assainissement sont définis :

2.1.1 Assainissement conventionnel

Il s'agit de collecter les différentes catégories d'eaux usées (eaux vannes, eaux grises et eaux industrielles) dans le but de les débarrasser d'une partie plus ou moins importante des polluants qu'elles renferment avant de les envoyer vers le milieu récepteur (DJARIRI, 2009). C'est l'approche la plus courante.

2.1.2 Assainissement écologique

Il convient de combiner l'assainissement, la production agricole et la protection de l'environnement pour assurer le bien-être et la sécurité alimentaire des peuples. Cette approche consiste à considérer les déchets comme des ressources à mettre en valeur dans les processus de production tout en protégeant les écosystèmes.

En effet, les rejets surtout domestiques ne sont pas directement envoyés vers le milieu récepteur. Ils sont recueillis, traités et valorisés dans l'agriculture pour l'approvisionnement des plantes en nutriments et en matières organiques (DJARIRI, 2009).

2.2 Besoins en assainissement

Chaque année, les maladies diarrhéiques tuent environ 1.8 million de personnes : 90% sont des enfants de moins de 5 ans et 88% sont liées à des conditions d'insalubrité et la non potabilité des eaux de boisson (OMS ; citée dans DJARIRI, 2009).

En Haïti, 68% de la population n'ont accès à aucun service d'assainissement (DINEPA et al., 2009). Les services d'assainissement des agglomérations sont surplombés par l'augmentation de la densité des populations.

S'agissant d'assainissement, dans le contexte de cette étude, il est important de catégoriser les eaux de pollution en fonction de leurs caractéristiques afin de pouvoir déceler les dommages dont elles pourraient être à la base.

2.3 Classification des eaux

Du point de vue de l'assainissement, elles sont généralement classées en deux catégories (MOKADEM, 2020) :

- Les eaux résiduaires :

- Les eaux domestiques,
- Les eaux industrielles ;
- Les eaux météoriques ou pluviales.

2.3.1 Les eaux résiduaires

Les Eaux Résiduaires Urbaines (ERU) communément appelées « eaux usées » sont généralement des eaux polluées dérivées des activités humaines.

Suivant les directives du Conseil des Communautés Européennes (1991), les Eaux Résiduaires Urbaines sont constituées des eaux usées ménagères ou des eaux usées ménagères mélangées aux eaux de ruissellement et/ou aux eaux industrielles.

Les eaux résiduaires peuvent provenir de divers secteurs comme l'industrie, l'artisanat... Et suivant leurs origines, leurs constituants chimiques diffèrent et peuvent avoir différents impacts sur les milieux récepteurs (DORLÉON, 2013).

Dans la littérature, les différentes catégories d'eaux usées sont rencontrées sous plusieurs dénominations : eaux grises, eaux noires... en fonction de leur provenance et de certains critères bien spécifiques comme la difficulté à éliminer certaines de leurs substances polluantes... Leurs origines permettent de les classer en : eaux domestiques et eaux industrielles.

2.3.1.1 Les eaux domestiques

Ces eaux sont généralement sources de pollution d'origines organiques. Elles regroupent :

- **Les eaux ménagères**, souvent appelées « eaux grises », proviennent des activités qui requièrent l'utilisation de détergents et se trouvent dans les lavoirs, les cuisines... Elles sont essentiellement chargées de graisses, de débris organiques, de matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes...
- **Les eaux vannes**, provenant des salles de bain, plus particulièrement des toilettes (urinoirs, W.C.), sont généralement chargées d'azote organique, de matières grasses hydrocarbonées provenant des substances utilisées dans l'hygiène corporelle, de microorganismes fécaux...

2.3.1.2 Les eaux industrielles

Ces sont des eaux utilisées dans l'objectif d'alimenter une machine de production industrielle généralement mise en branle à des fins commerciales.

Les composantes des eaux industrielles varient en fonctions des types d'industries, des matières premières utilisées, etc. Elles peuvent contenir des substances toxiques, des matières azotées et phosphorées, des hydrocarbures, des métaux lourds...

2.3.2 Les eaux météoriques ou eaux pluviales

Ce sont des eaux provenant des précipitations liquides d'eaux atmosphériques. Comme les eaux résiduaires, elles peuvent être sources de pollutions :

- Dans l'air à partir des gaz dissous : gaz carbonique, diazote, oxyde d'azote, oxyde de soufre... et autres aérosols ;
- Pendant leur ruissellement sur des toits, des chaussées... elles peuvent se charger en métaux lourds (cadmium, plomb, zinc...), s'imprégner de graisses, de carburants...

Le ruissellement et l'érosion des surfaces urbaines sont également considérés comme des sources de contamination assez importantes des eaux. Donc, les eaux pluviales peuvent également représenter un danger pour les milieux récepteurs et la survie des organismes qu'ils abritent.

2.4 Précipitations

Les précipitations sont des phénomènes météorologiques qui résultent de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. Cette dernière devenant trop lourde tombe sous l'effet de la pesanteur : sous des formes solides (neige) dans les régions tempérées et sous des formes liquides (pluie) dans les régions tropicales et tempérées (CADOSTIN, 2019). Elles se caractérisent par une grande variabilité dans le temps et dans l'espace (MOKADEM, 2020).

2.4.1 Débit pluvial

C'est le volume d'eau de pluie qui tombe sur une surface par unité de temps. Ce volume d'eau peut être soit infiltré, soit ruisselé ou évaporé. Pour l'assainissement, c'est la partie ruisselée qui est le plus souvent considérée.

2.4.2 Ruissèlement pluvial

Le ruissèlement pluvial correspond à l'écoulement gravitaire de l'eau de pluie à la surface du sol. Il obéit aux caractéristiques topographiques du terrain et l'ampleur des activités humaines notamment les pratiques culturelles et les conditions d'aménagement de l'espace.

2.4.3 Ruissèlement urbain

Le ruissèlement urbain se rapporte à l'écoulement pluvial en milieu urbain influencé ou encore renforcé par les aménagements imperméabilisant le sol et limitant l'infiltration. Cela entraîne généralement des débordements dans les réseaux d'assainissement pluviaux et/ou unitaires (MEDD ; cité dans PALY, 2021).

2.5 Gestion des Eaux Pluviales (GEP)

Elle consiste en la façon les eaux météoriques sont collectées, transportées, éventuellement traitées et évacuées ou utilisées pour satisfaire des besoins comme par exemple l'apport en eau aux cultures...

2.6 Les systèmes de collecte et d'assainissement

Depuis leurs lieux de production, les eaux usées sont transportées dans des conduits qui assurent leur cheminement jusqu'aux milieux récepteurs. Cet assemblage de conduits juxtaposés en réseaux forme un système : système de collecte et d'assainissement.

S'agissant d'établir un système d'assainissement pour une agglomération donnée, l'on doit s'assurer qu'il réponde aux exigences suivantes :

1. Permettre une évacuation optimale et empêcher la stagnation des eaux pluviales afin de freiner l'inondation ou encore la submersion des zones habitées ;
2. Assurer l'élimination des agents polluants des eaux grises et des eaux vannes par un système de transit vers la STEP (station d'épuration).

2.6.1 Différents systèmes d'assainissement

Ils sont catégorisés en fonction de la façon dont on fait l'usage : usage individuel, collectif ou semi-collectif.

2.6.1.1 L'assainissement autonome (ou individuel)

Dans les zones rurales très éloignées où les habitats ne peuvent pas se relier aux réseaux publics, les eaux usées sont recueillies dans des « fosses septiques » ou des « fosses toutes eaux ».

Il est fréquent de retrouver dans la littérature des vocables tels que : « assainissement autonome individuel » qui est une autre façon de qualifier l'assainissement privé ou propre à un particulier et « assainissement autonome public », qui renvoie à un service public mais, étant isolé du champ d'affectation du grand système collectif, est desservi par son propre système.

2.6.1.2 L'assainissement collectif

Dans les zones urbanisées, les ménages sont desservis par un seul et même grand système public à travers lequel la totalité des eaux usées sont transportées.

2.6.1.3 L'assainissement semi-collectif

Se trouvant à cheval sur les deux systèmes précités, ce système, appelé également « réseau de petit diamètre », prévoit la récupération des effluents des fosses septiques des installations autonomes (individuelles) qui seront par la suite acheminées vers une station d'épuration (STEP) pour un traitement plus avancé.

2.7 Drainage

Le drainage se rapporte à l'ensemble des opérations tendant vers l'évacuation des excès d'eau ou de sel contenus dans la couche superficielle d'un terrain (CADOSTIN, 2019). Les eaux sont transportées à travers des réseaux de collecte.

2.7.1 Réseau de collecte (réseau de drainage ou d'assainissement)

Ces réseaux de collecte ou réseaux d'égouts sont classés en fonction des catégories d'eaux usées dont ils assurent le transport. Ce sont :

1. Systèmes fondamentaux ;
2. Système pseudo-séparatif ;
3. Système composite ;
4. Systèmes spéciaux.

2.7.1.1 Systèmes fondamentaux

1. Système séparatif ;
2. Système unitaire ;
3. Système mixte.

❖ *Le système séparatif*

Il est subdivisé en :

1. Réseau d'égouts sanitaire (ou domestique)
2. Réseau d'égouts pluvial

Ce type de système permet de faire une séparation étanche entre les eaux pluviales et les eaux domestiques (eaux vannes et eaux grises). Un réseau spécifique est responsable de l'évacuation des eaux domestiques (et éventuellement des effluents provenant des industries...) et un autre, pour le transport des eaux météoriques (ou encore eaux pluviales) qui proviennent particulièrement des pluies et de la fonte des neiges (FALL et DIALLO, 2009).

❖ *Le système unitaire*

Pour ce genre de système, toutes les eaux quelles que soient leurs origines sont directement conduites et évacuées via le même réseau. Ce type réseau est souvent équipé d'un déversoir (déversoir d'orage) qui en cas d'orage assure par surverse le rejet d'une partie des eaux reçues dans le milieu récepteur (TOURABI, 2015).

❖ *Le système mixte*

Ce système réunit dans un même réseau une combinaison des systèmes séparatif et unitaire.

2.7.1.2 Système pseudo-séparatif

Ce type de système renvoie à un réseau appartenant à un système séparatif (c'en est une variante) qui, à part des effluents domestiques, assure l'évacuation de la partie des eaux pluviales qui proviennent des ménages :

- Un même réseau reçoit à la fois les eaux usées domestiques et une partie des eaux météoriques (celles en provenance des toits, des fondations, des drains...)

- Et un autre collecte essentiellement les eaux pluviales provenant des chaussées, des bassins versants...

2.7.1.3 Système composite

Variante du système séparatif avec des structures permettant de drainer partiellement les eaux météoriques très polluées vers un réseau d'eaux usées pour être traitées avant leur évacuation dans le milieu (TOURABI, 2015).

2.7.1.4 Systèmes spéciaux

Les eaux usées sont transportées suivant les principes de l'écoulement en charge.

Ils sont de deux types :

- **Système sous pression sur tout le parcours** : sur tout le parcours, le réseau fonctionne en charge de façon continue ;
- **Système sous dépression** : l'eau est drainée dans un réseau mis en dépression.

2.7.2 Composante d'un réseau d'assainissement

Ces composantes sont :

- **Les dispositifs ou équipements de collecte des eaux** ;
- **Les dispositifs de transport** : les conduits enterrés aménagés en réseaux ramifiés appelés « réseaux d'égout » ;
- **Les éventuels équipements de relevage** des effluents ;
- **Les dispositifs de traitement** des eaux usées (station d'épuration) ;
- **Le milieu récepteur (cours d'eau, mer, lac...)** : pour le rejet des effluents traités ou non traités.

Les types de dispositifs de collecte retrouvés dans un réseau d'assainissement :

- **Les égouts locaux** : desservent un petit nombre de ménages ou de rues ;
- **Les collecteurs** : sortes de conduits qui peuvent être sanitaires, unitaires, pseudo-séparatifs ou pluviales recevant les eaux usées provenant de divers autres conduits de dimensions inférieures ;
- **L'intercepteur** : c'est un conduit qui fait la jonction entre des collecteurs et la station d'épuration ;

- **L'émissaire** : reçoit les eaux usées traitées ou non, puis les achemine vers le milieu récepteur.

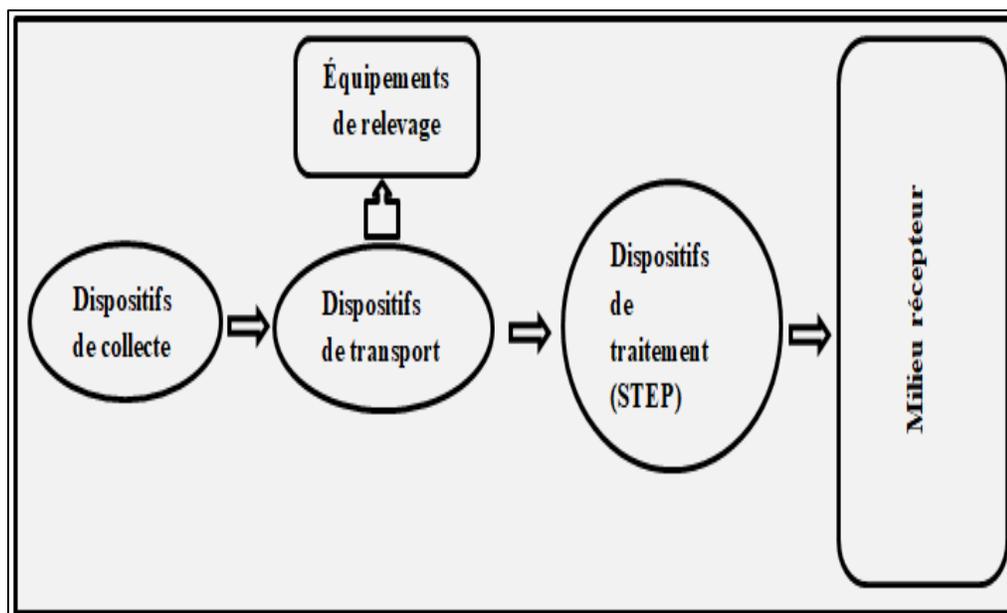


Figure 2 - Les composants d'un réseau d'assainissement.

2.7.2.1 Réseaux d'évacuation ou Collecteurs

Ils diffèrent suivant le système choisi et se rapprochent généralement des modèles ci-dessous (MOKADEM, 2020) :

- ❖ *Collecteur perpendiculaire au milieu récepteur* :

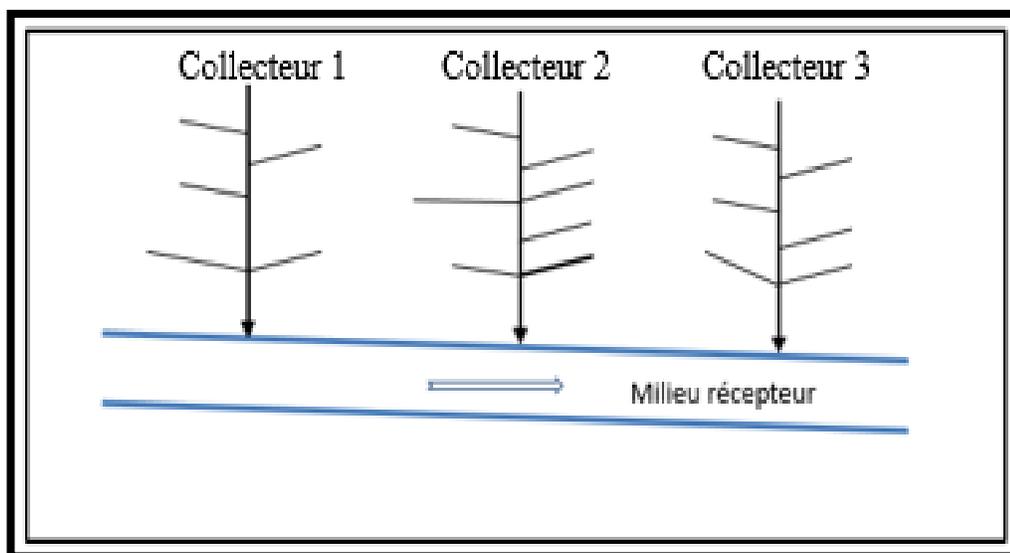


Figure 3 - Schéma d'un collecteur perpendiculaire au milieu récepteur (Source : MOKADEM, 2020).

❖ *Collecteurs joints à un « émissaire » latéral au milieu récepteur :*

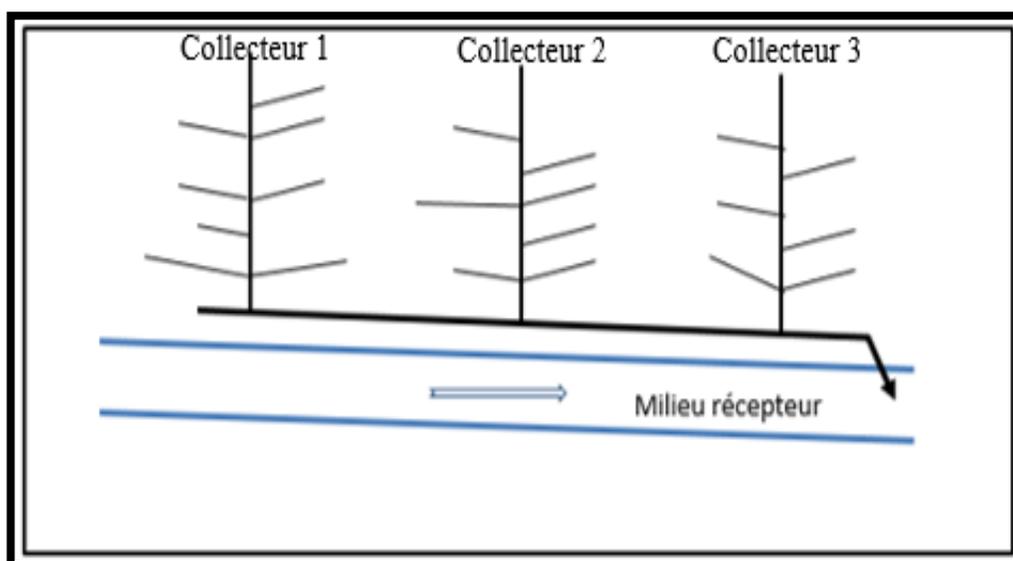


Figure 4 - Schéma de collecteurs joints à un « émissaire » latéral au milieu récepteur (Source : MOKADEM, 2020).

❖ *Collecteurs avec un émissaire transversal au milieu récepteur :*

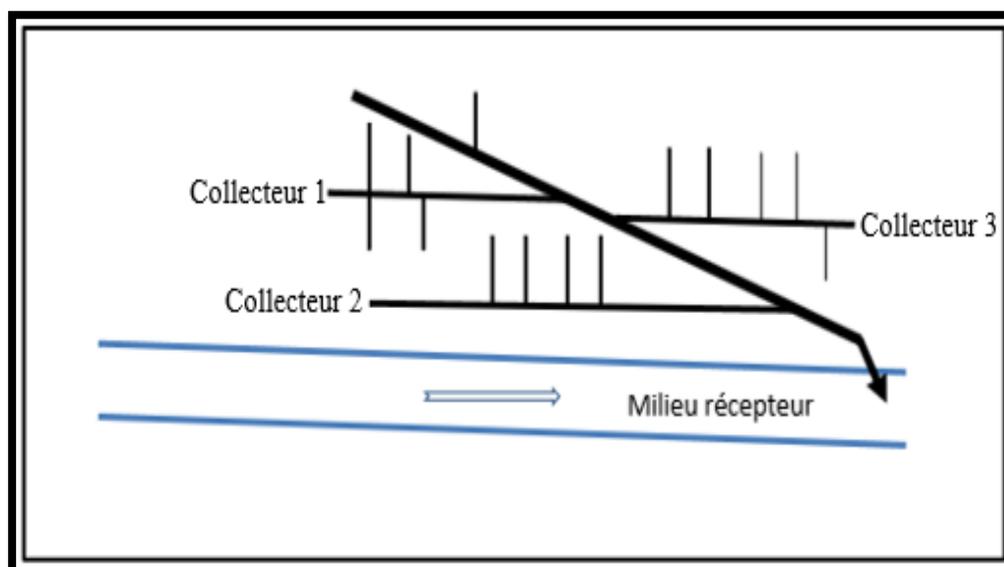


Figure 5 - Schéma de collecteurs avec un émissaire transversal au milieu récepteur (Source : MOKADEM, 2020).

❖ *Collecteurs aménagés par zones étagées :*

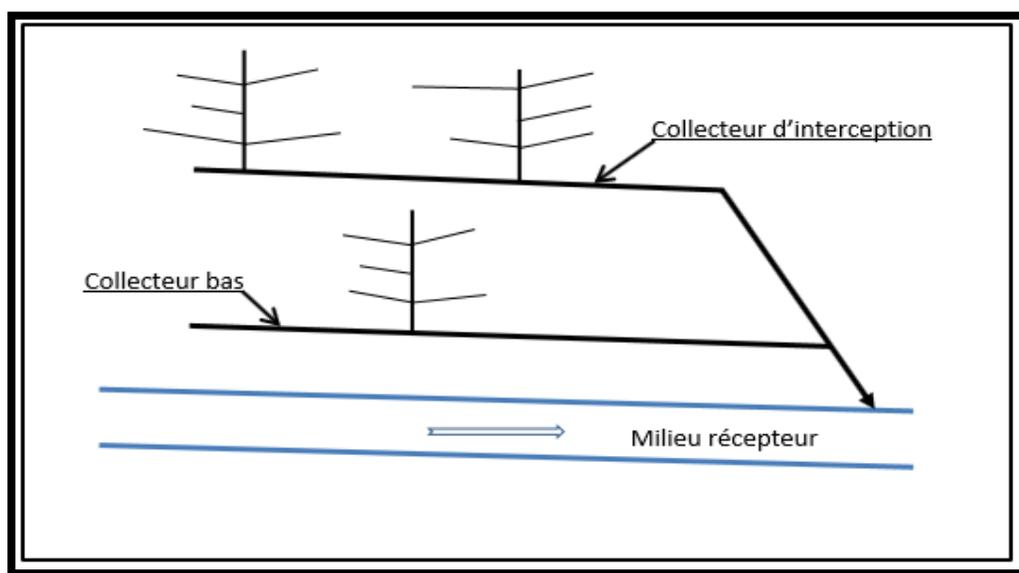


Figure 6 - Schéma de collecteurs aménagés par zones étagés (Source : MOKADEM, 2020).

❖ *Centre collecteur unique :*

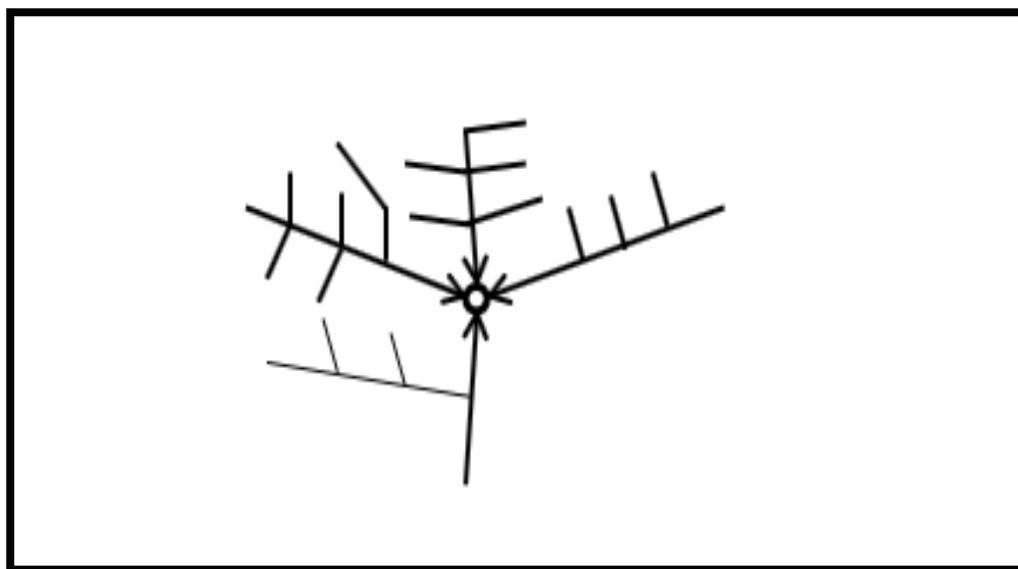


Figure 7 - Schéma d'un centre collecteur unique (Source : MOKADEM, 2020).

2.7.2.1.1 Caractéristiques géométriques d'un collecteur

Si on considère une coupe transversale d'un canal, on pourra identifier ces caractéristiques géométriques :

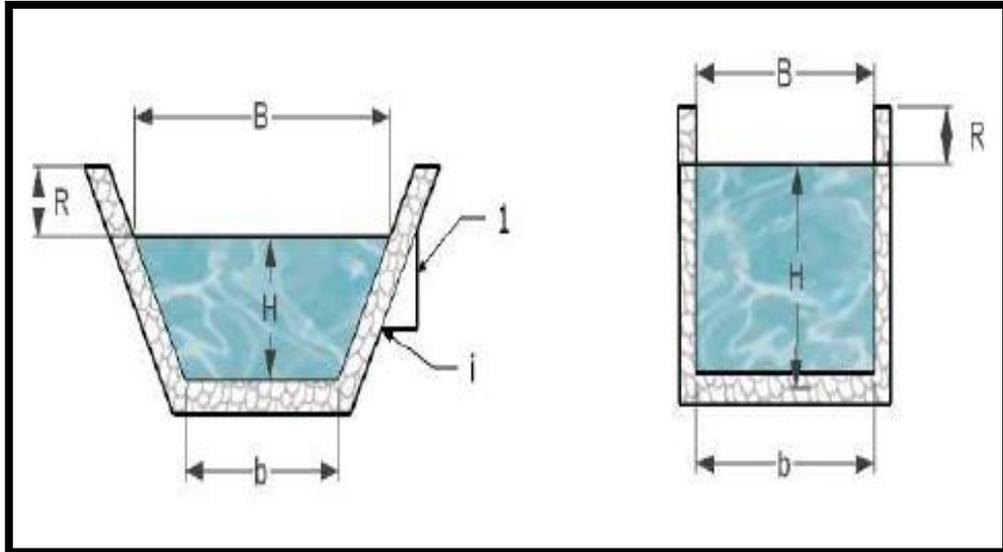


Figure 8 - Deux coupes transversales : un canal trapézoïdal et un canal rectangulaire (Source : CADOSTIN, 2019).

❖ Grandeurs invariables :

- **La largeur du fond (ou largeur au radier) (b)** est la largeur à la base du canal (exprimée en mètre) ;
- **La pente du talus (i)** : c'est le déplacement horizontal pour une grandeur unitaire du talus.

N.B. : cette pente est nulle dans le cas d'un canal de forme rectangulaire ;

- ❖ **La largeur en gueule (B)** (exprimée en mètre) : c'est la largeur mesurée à la partie supérieure du canal. Elle peut être obtenue en utilisant la formule suivante : $L = b + 2 i y$ (Équation 1) ;
- ❖ **La largeur au miroir ou largeur au plan d'eau (L)** : c'est la largeur en mètre à la surface libre de l'eau dans un canal. $B = b + 2 i y$ (Équation 2) ;
- ❖ **La hauteur du tirant d'eau (y)** : c'est la hauteur de l'eau dans le canal exprimé en mètre (m) ;

- ❖ **La surface ou la section mouillée (S)** : c'est la section droite du fluide en mouvement (exprimée en mètre carré). Elle peut être calculée par la formule suivante : $S = by + i_t y^2$ (Équation 3) ;
- ❖ **Le périmètre mouillé (p)** (en mètre) : c'est le profil transversal de la paroi qui est en contact avec le fluide. Il peut être calculé par la formule suivante : $P = b + 2y\sqrt{1 + i_t^2}$ (Équation 4) ;
- ❖ **Le rayon hydraulique (R_h)** : relation entre l'aire mouillée et le périmètre mouillé. Dans le cas des formes très évasées on peut l'assimiler à la profondeur hydraulique. La formule permettant son calcul est la suivante : $R_h = \frac{S}{P} = \frac{by + i_t y^2}{b + 2y\sqrt{1 + i_t^2}}$ (Équation 5) ;
- ❖ **Profondeur hydraulique (D)** : c'est la relation entre l'aire mouillée et la largeur supérieure du canal en mètre : $D = \frac{S}{B} = \frac{by + i_t y^2}{b + 2i_t y}$ (Équation 6) ;
- ❖ **La revanche ou bord libre (R)** : exprimée en mètre (m), c'est la distance verticale ou la hauteur comprise entre la surface libre de l'eau et le bord du canal. La revanche doit tenir compte de la montée du niveau d'eau dans le canal due à la pluie, aux obstacles et autres. Dans le cadre de ce travail, on adopte une revanche de 30 % par rapport à la hauteur de l'eau (y) dans le canal. Donc la hauteur de la revanche (R) sera déterminée par la formule : $R = 0.3y$ (Équation 7) ;
- ❖ **Hauteur du canal (H)** : c'est la hauteur du tirant d'eau (y) additionnée à la revanche (R). Elle est obtenue par la formule suivante : $H = y + R$ (Équation 8) (PIZZARO ; cité dans CADOSTIN, 2019).

2.7.2.1.2 Caractéristiques hydrodynamiques

Les caractéristiques hydrodynamiques sont les suivantes :

- ❖ **Le débit (Q)** : c'est le volume d'eau qui traverse une section transversale d'un canal par unité de temps. Il s'exprime en mètre cube par seconde (m³/s) pour les

gros débits et en litre par seconde (l/s) pour les petits débits. Pour la calculer, on utilise la formule suivante : $Q = S \cdot V$ (Équation 9) ;

- ❖ **La pente du canal (I)** : c'est le rapport entre la différence de niveau entre le point le plus élevé et le point le bas du canal et la distance qui les sépare. En d'autres termes c'est l'inclinaison du canal ;
- ❖ **Le coefficient de rugosité (n)** : c'est la résistance qu'offre les parois et/ou la surface du canal à l'écoulement ;
- ❖ **La vitesse (V)** est le rapport entre la distance parcouru par une particule de fluide d'un canal et le temps que met cette particule pour parcourir cette distance. Elle s'exprime en mètre par seconde (m/s) (PALY, 2021).

Lorsque le collecteur est dépassé par les quantités d'eaux qu'il reçoit, il est fréquent qu'il ait inondation.

2.8 Inondation

L'inondation, c'est un phénomène naturel par lequel des surfaces habituellement émergées subissent temporairement la submersion (TORTEROTOT ; cité dans CADOSTIN, 2019).

Trois paramètres qui déterminent l'importance d'une inondation :

- La hauteur de l'eau ;
- La vitesse du courant ;
- La durée de la crue.

2.8.1 Causes des inondations

Quoiqu'elles soient connues comme des catastrophes naturelles, les causes des inondations, quant à elles, peuvent être d'origines multiples.

2.8.1.1 Causes naturelles

Ces causes sont liées aux phénomènes naturels comme les aléas climatiques et les phénomènes météorologiques. D'autres facteurs comme la topographie, la géologie, la morphologie... peuvent se révéler importants lors de la détermination des causes naturelles des inondations.

2.8.1.2 Causes anthropiques

Ces causes résultent des interventions directes ou indirectes de l'homme sur l'environnement. Elles sont directes dans le sens où l'homme agit directement sur les paramètres générateurs d'inondations comme : l'imperméabilisation des sols, la réduction du couvert végétal... Néanmoins, ces causes peuvent aussi découler de situations intermédiaires comme l'émission de gaz à effet de serre qui pourraient générer la fonte des glaciers (telles les banquises) provoquant la remontée des océans, cours d'eau, etc.

Ce phénomène est fortement influencé par l'activité hydrologique des bassins versants.

2.9 Bassin Versant

Un bassin versant est un espace physique où toutes les eaux sont drainées vers un exutoire commun.

Pour THIBAUT (1997), un bassin versant donné comprend un réseau d'évacuation des eaux météoriques et des surfaces aptes à contribuer, par ruissèlement des eaux pluviales, à son alimentation.

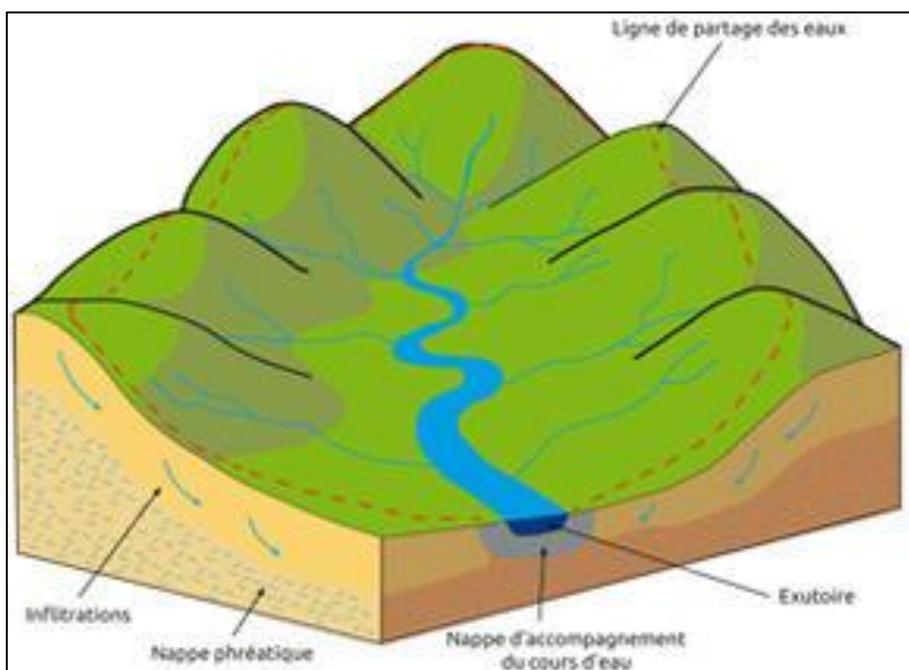


Figure 9 – Bassin versant topographique (Source : Syndicat du Bassin de la Sarthe).

Ils sont catégorisés en :

- **Bassins versants topographiques** : ce sont des bassins versants de surface dont il est possible d'observer les formes et, de façon distincte, les réseaux hydrographiques, les lignes de partage des eaux... L'écoulement au niveau de ces bassins versants est déterminé par la topographie.
- **Bassins versants urbains** : couramment appelés, « bassins hydrauliques », ce sont des types de bassins versants de surface. Sauf que pour ces derniers il n'y a pas de lignes de partage des eaux. La circulation est influencée par l'anthropisation, c'est-à-dire par la façon dont les hommes aménagent les espaces urbains. Par exemple : la mise en place des infrastructures routières...
 - **Ligne de partage des eaux** : c'est une ligne qui sépare deux ou plusieurs réseaux hydrographiques. C'est une ligne définie la limite entre les bassins versants.
- **Bassins versants hydrogéologiques** : ce sont des bassins versants formés de réseaux souterrains. Les eaux circulent à travers les fissures et suivant la disposition stratigraphique du terrain.

2.9.1 Paramètres morphométriques

Ce sont des paramètres physiques qui caractérisent un bassin versant. Les plus importants sont :

- La superficie (A) ;
- La forme (déterminée à l'aide du Coefficient de Gravelius ou Indice de compacité de Gravelius) (K_G) ;
- L'altitude ;
- Le relief (déterminé par l'indice de pente global) (I_g).

2.9.2 Temps de concentration

C'est le temps que met une particule d'eau pour parcourir la distance du point le plus éloigné de l'exutoire pour parvenir jusqu'à celui-ci.

2.9.3 Débit de pointe

Au cours ou après un épisode pluvieux, le débit de pointe correspond au débit maximal observé (France Terme, 2000).

2.10 Crue

Une crue correspond à une remontée brusque du niveau d'un cours d'eau et en même temps l'augmentation de son débit (LAFRANCE ; cité dans PALY, 2021).

2.11 Période de retour

Une période de retour correspond à une durée théorique moyenne qui sépare deux occurrences d'un événement similaire (MOKADEM, 2020).

CHAPITRE III

3 MÉTHODOLOGIE

Aux fins de suivre la démarche décrite via les objectifs spécifiques fixés dans le cadre de cette étude, par la suite, atteindre l'objectif principal et, enfin, tester l'hypothèse de départ, une méthodologie a été adoptée. Elle présente une description spécifique au champ d'intervention de la réalité de l'espace d'étude, des matériels utilisés et de la méthode suivie.

3.1 Cadre physique

Dans cette partie est faite la présentation des paramètres géographique et des conditions physiques influençant le réseau d'assainissement étudié.

3.1.1 Présentation de la zone d'étude

Cazeau se situe sous la latitude de 18°35'16.14" Nord et la longitude 72°16'8.21" Ouest. Étant localisée dans la grande Plaine du Cul-de-Sac, elle a une faible élévation par rapport au niveau de la mer : 26 mètres (soit une altitude de 85.30 pieds) (**Source** : Google Earth Pro, 2021).

Cazeau est une localité de la 4^e région Bellevue 3 située au nord de Tabarre (une commune de la vaste Plaine du Cul-de-Sac). Elle se situe au nord-ouest de cette région et est dominée par la route Nationale # 1 et le Boulevard 15 Octobre qui la relie à Clercine. C'est dans ce segment du réseau d'assainissement de Tabarre que cette étude a été réalisée. Le tronçon en question s'étend du carrefour de Clercine au carrefour de Cazeau (intersection Boulevard 15 Octobre - Route Nationale #1).

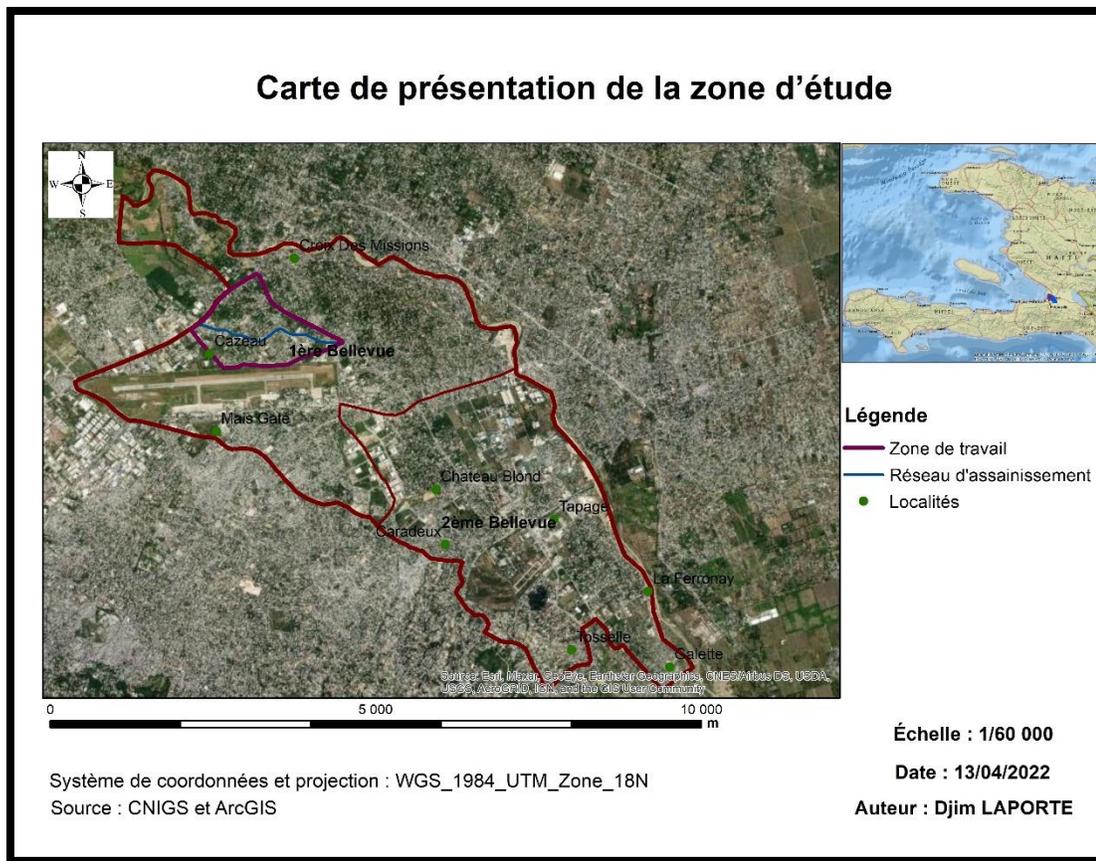


Figure 10 - Carte de présentation de la zone d'étude.

3.1.2 Pluviométrie & Température

Selon la classification de Köppen-Geiger, la commune de Tabarre possède un climat de savane avec un hiver sec de type Aw. La température moyenne annuelle est de 26.9°C et les précipitations totales annuelles frôlent les 1 697 millimètres.

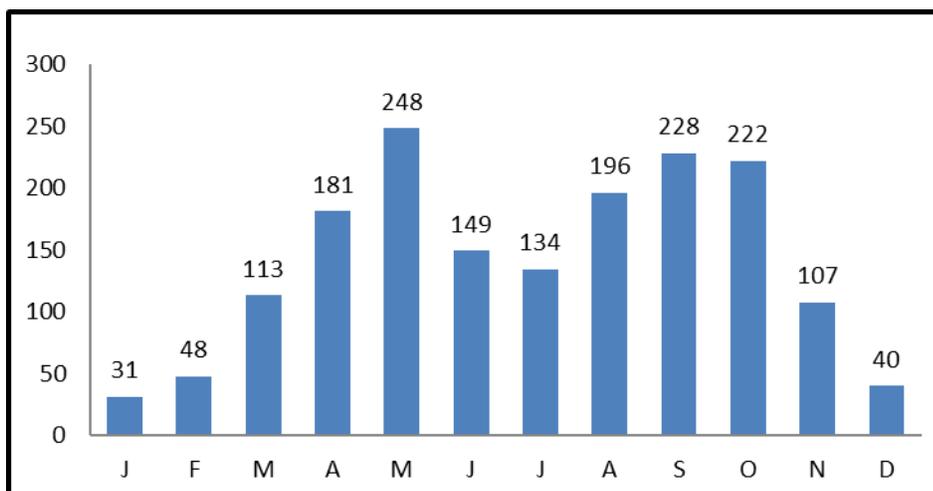


Figure 11 - Pluviométries moyennes annuelles pour la commune de Tabarre (Source : Climate-data.org).

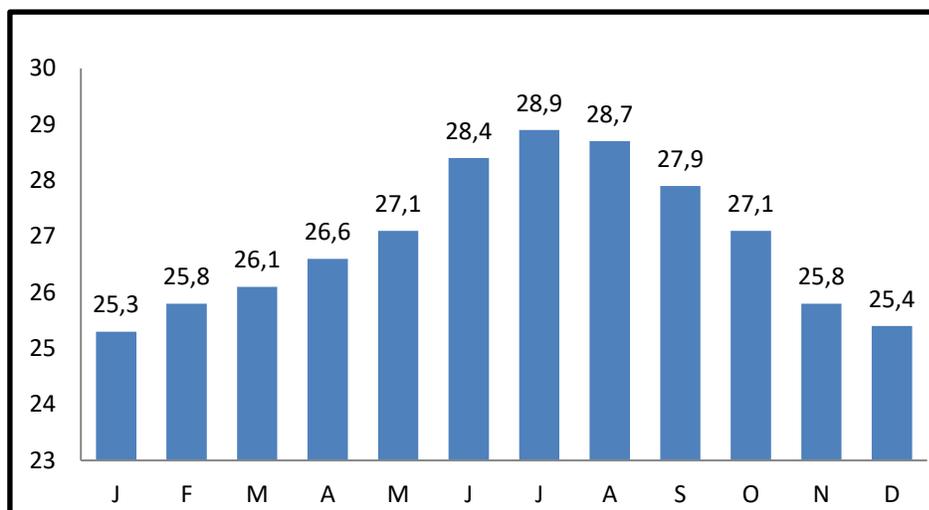


Figure 12 - Températures moyennes annuelles pour la commune de Tabarre (Source : Climate-data.org).

3.1.3 Hydrogéologie et pédologie

Les aquifères alluviaux de la Plaine du Cul-de-Sac comptent parmi les meilleurs en Haïti pour l'exploration de l'eau souterraine. La nappe phréatique se trouve à des profondeurs variant de 30 à 50 mètres. Certaines parties de cette zone se situant entre 25 et 50 mètres de profondeur contiennent des récifs très poreux et des dépôts de carbonate. Et du fait de la faible profondeur des aquifères, la Plaine du Cul-de-Sac est l'endroit idéal du pays pour l'implantation des forages ou des puits (Corps d'Ingénieurs District de Mobile et Centre d'Ingénieurs Topographique, 1999).

Étant des constituants de surfaces littorales et alluviales, les aquifères poreux continus de la Plaine du Cul-de-Sac comme ceux de Léogâne, Plaine de l'Arbre... renferment des agrégats de particules distinctes telles des sables et des graviers à travers lesquelles circule l'eau (ADAM, 2009).

3.1.4 Végétation

Comme pour beaucoup d'autres zones de la commune de Tabarre, la localité de Cazeau, étant très habitée, possède une végétation de faible densité dominée par des arbres fruitiers et forestiers. Ces arbres se retrouvent généralement dans certaines cours de maison, en bordure des routes...

3.2 Matériels utilisés & softwares

Durant le déroulement de ce travail de recherche, certains matériels, des logiciels et applications bien spécifiques ont été utilisés.

3.2.1 Matériels :

- Carnet : pour la prise de notes sur le terrain ;
- Ordinateur : pour effectuer l'analyse, le traitement des données et la rédaction ;
- Appareil de photo : pour des prises de vue présentant la réalité du terrain ;
- Ruban métrique : pour effectuer les mesures des paramètres géométriques du réseau d'assainissement ;
- GPS (de marque Garmin) : pour la géolocalisation en différents endroits du réseau afin de reproduire son profil en long ;
- Clé USB : pour le stockage des données et documents qui ont été utilisés.

3.2.2 Softwares :

- Google Earth : pour des coordonnées géographiques et le profil d'élévation du terrain ;
- ArcGIS : pour l'analyse des données SIG et la conception des cartes ;
- Word : pour la rédaction et le traitement des textes ;
- Excel : pour l'analyse et le traitement de certaines données ;
- DNRGPS : Pour l'exportation dans ArcGIS et dans Excel des données GPX du GPS.

3.3 Méthode

Cette démarche consiste en une série d'étapes adoptées sur des bases théorico-scientifiques. Ayant pour support les objectifs spécifiques, elle est en quelque sorte une feuille de route permettant de mieux embrasser le contexte et l'objectif général de l'étude.

Le schéma suivant a été adopté :

1. Recherche bibliographique ;
2. Visite de prospection ;
3. Collecte de données ;

4. Conception et analyse de plusieurs cartes et graphiques ;
5. Parallèle entre la capacité de transport liquide du tronçon et la demande d'évacuation de l'espace délimité ;
6. Analyse et traitement des données.

3.3.1 Recherche bibliographique

Cette étape est initiatique pour tout travail scientifique. FRAGNIÈRE, cité dans DOLCINÉ (2020), arguait que la documentation est indubitablement le point de départ de toute démarche scientifique qui vaille.

Un recours à la documentation a été envisagé dès le choix de la thématique. La recherche bibliographique s'est orientée vers une mise en relief de la thématique « assainissement » par le biais d'articles scientifiques, d'ouvrages, de mémoires, de revues, de rapports, d'études et de recherches réalisées antérieurement. Par la suite, les documents ont été classés et sélectionnés avec la problématique en ligne de mire.

3.3.2 Visite de prospection

La visite de prospection est en quelque sorte une visite de reconnaissance ou encore d'exploration du milieu d'étude. Elle permet de poser les premiers jalons permettant de cerner l'étendue ou encore les contours réels du problème soulevé.

Dans le cadre de cette étude, au cours de la visite d'exploration, il a été question de balayer rapidement la réalité du site, l'état actuel du réseau d'assainissement, prendre connaissance de quelques paramètres physiques (par exemple : la variation de certaines dimensions comme la profondeur, la largeur, le sens de la pente...) liés à son fonctionnement et le degré de son affectation par rapport au problème constaté.

3.3.3 Collecte des données

Après que la prise de contact avec le milieu d'étude a été faite, s'est enclenchée la phase de collecte des données. Elle a été réalisée dans l'objectif d'acquérir des informations sur le site, le fonctionnement du tronçon du réseau d'assainissement, le paquet technique utilisé, la structure mise en place pour son entretien, son histoire (les conditions de sa conception, l'avènement de sa défaillance...), les incidences environnementales sur son dysfonctionnement, les stratégies palliatives envisagées ou

proposées par les parties concernées... et une approche globale sur l'assainissement en Haïti. Pour faciliter la collecte, des séries de questions (résumées dans des questionnaires distincts) ont été élaborées en fonction des catégories d'acteurs ciblés et des informations recherchées.

Cette démarche s'est échafaudée autour de trois (3) principaux piliers :

1. Observation directe et enquête exploratoire ;
2. Enquête formelle (Entretien individuel) ;
3. Étude du fonctionnement du réseau d'assainissement.

3.3.3.1 Observation directe et enquête exploratoire

Contrairement à la visite de prospection, cette étape va au-delà du simple fait de vouloir posséder une idée assez superficielle au regard du milieu d'intervention. Elle s'est inscrite dans une volonté de recueillir des informations pertinentes sur le réseau. En prenant de façon arbitraire des personnes rencontrées sur le site, l'enquête exploratoire a permis d'initier l'approche sociale : c'est-à-dire, l'interprétation du problème par les principales victimes (les riverains).

3.3.3.2 Enquête formelle (Entretien individuel)

Il fallait considérer un aspect social qui a fait intervenir les acteurs de l'environnement du problème et pendre en compte l'aspect institutionnel qui concerne les autorités locales et/ou régionales qui sont un groupe d'acteurs particuliers détenteurs des moyens de décision.

❖ *Avec des riverains*

Pour ce faire, des personnes-ressources ont été ciblées et approchées suivant quelques critères comme : l'âge de l'individu et son ancienneté dans la localité. Et pour faciliter la convivialité, les entretiens obéissaient à une approche semi-directive. C'est-à-dire, les enquêtés pouvaient répondre aux questions autant qu'ils pouvaient sortir du cadre et esquisser d'autres approches. Et ce, tout en essayant de tenir à ce qu'ils ne s'y martèlent trop longtemps.

Cette enquête a été réalisée dans le but d'extraire certaines informations relevant de la naissance du problème, de ses incidences sur l'environnement... Elle tient également

compte de la subjectivité qui réside dans leurs compréhensions collectives ou individuelles de la situation du réseau d'assainissement.

❖ *Avec des autorités de certaines institutions locales comme : le SNGRS, la Mairie de Tabarre et le Ministère De l'Environnement*

Avec des responsables des institutions précitées, les entretiens prenaient des allures toutes particulières et les questions variaient en fonctions de l'institution, de son attribution et des données recherchées. Ces institutions ont été visitées dans le but de tirer le maximum d'informations sur l'impact de leurs politiques sur l'environnement en général et l'assainissement en particulier. Pour ce faire, pour chaque institution visitée, un questionnaire bien spécifique a été élaboré (voir l'**Annexe 1**).

3.3.3.3 Étude du fonctionnement du tronçon étudié du réseau d'assainissement

Cette partie a permis de concrétiser l'objectif spécifique 2. Elle concerne autant les caractéristiques techniques que l'état fonctionnel du réseau.

❖ *Description de son état actuel*

Cette description visait à faire ressortir les caractéristiques physiques du réseau. Ces informations ont permis d'initier une description de l'ampleur du problème.

❖ *Caractéristiques géométriques du collecteur*

Elles ont permis d'effectuer les calculs de dimensionnement en vue de mieux comprendre l'aptitude du tronçon à drainer les débits pluviaux du bassin versant sous étude. Seules les grandeurs invariables comme la longueur, les largeurs et le hauteur du conduit en différents endroits ont été évaluées in situ. Les autres ont été déterminées par l'application de leurs formules.

- *Longueur*

Cette longueur a été déterminée de plusieurs manières. Puis, la moyenne arithmétique des différentes valeurs obtenues a été considérée.

- Avec ArcGIS en utilisant les outils de l'application ArcMap (en créant dans « Catalog » une couche de type « polyline »). Avec pour support une couche « route » superposée à la couche de délimitation de la zone d'étude extraite de la couche « limite administrative » du CNIGS, une ligne est dessinée le long du Boulevard 15 Octobre. La longueur totale du tronçon est obtenue en utilisant le « table attributaire » en calculant la longueur du ligne. Puisque le conduit d'assainissement longe le Boulevard, la longueur mesurée pour celui-ci correspond à celle du tronçon en question.
- Avec le logiciel Google Earth Pro, en utilisant l'outil « ajouter un trajet », la longueur du trajet de Carrefour Clercine à Carrefour Cazeau (qui sont les limites du tronçon) est générée automatiquement.

- ***Largeurs (largeur en gueule et largeur du fond) et hauteur***

Les largeurs et la hauteur moyenne du conduit est déterminées à l'aide d'un ruban métrique. Elles ont été déterminées en différents endroits. Les valeurs moyennes de ces dimensions sont reportées dans les calculs pour la détermination du débit capable (ou encore la capacité liquide) et la capacité solide du tronçon sous étude.

- ❖ ***Le paquet technique mis en place***

Déterminer le paquet technique mis en place n'est autre que faire la caractérisation technique du réseau d'assainissement étudié. Cela revient à décrire le type de système d'assainissement, le type de réseau de collecte ou de drainage et ses différentes composantes en se référant au modèle suivant décrit dans la revue bibliographique.

- ***Les types de système d'assainissement :***

- Assainissement individuel ou autonome ;
- Assainissement collectif ;
- Assainissement semi-collectif.

- ***Les types de réseaux de drainage :***

- Systèmes fondamentaux
 - Système séparatif :
 - ✓ Réseau d'égouts sanitaire (ou domestique),

- ✓ Réseau d'égouts pluvial,
 - Système unitaire,
 - Système mixte ;
 - Système pseudo-séparatif ;
 - Système composite ;
 - Systèmes spéciaux :
 - Système sous pression sur tout le parcours,
 - Système sous dépression.
- ***Les différentes composantes d'un système d'assainissement :***
 - Les égouts locaux ;
 - Les collecteurs ;
 - L'intercepteur ;
 - L'émissaire.

3.3.4 Conception et analyse de plusieurs cartes et graphiques

Cette partie du travail a permis de réaliser deux (2) objectifs spécifiques. Les différentes cartes conçues et analysées ont facilité : la délimitation de la zone d'étude, l'inventaire des provenances des eaux et l'analyse de la dynamique d'occupation de sol pour la commune de Tabarre (deux (2) des cinq (5) objectifs spécifiques pour la réalisation de cette étude).

3.3.4.1 Délimitation du bassin versant de la zone d'étude

En se servant de la projection « world imagery » obtenue avec le serveur d'ArcGIS et la couche « limite administrative » pour la commune de Tabarre, toute la région dont les eaux pluviales sont drainées par le tronçon du réseau d'assainissement est délimitée et considérée comme représentative du bassin versant du site de travail.

Cette délimitation est la résultante de la combinaison des paramètres morphologiques et topographiques. Elle a été orientée vers l'approche qui correspondait le mieux au bassin versant. L'approche en question (la méthode rationnelle) est expliquée et détaillée au point **3.3.5** où est déterminé le débit de pointe (Q_p) du bassin versant.

3.3.4.2 Inventaire des provenances des eaux et caractérisation du bassin versant

❖ *Origines des eaux*

Pour ce faire, la couche des réseaux hydrographiques pour le bassin versant en question, celle de la limite administrative et celle des routes de la commune de Tabarre ont servi de support. Les cartes qui en résultent présentent la structure globale des réseaux hydrographiques ainsi que les routes, les régions et les activités dont les eaux et les rejets influencent la situation environnementale et le fonctionnement hydraulique du tronçon étudié du réseau d'assainissement. Les activités productrices d'eaux usées sur le site ont été prises en compte et ont fait l'objet d'une considération particulière dans la détermination des origines des eaux. Ces cartes ont permis également de caractériser le bassin versant.

❖ *Caractérisation du bassin versant*

La caractérisation du bassin versant revient à préciser de quel type de bassin versant il s'agit afin d'adopter la posture théorique appropriée. C'est-à-dire, les formules à utiliser, les champs à exploiter et les limites des approches par rapport à tel ou tel type de bassin versant.

- *Dans la littérature, la typologie de bassins versants est :*
 - Bassins versants topographiques ;
 - Bassins versants urbains ;
 - Bassins versants hydrogéologiques.

• *Caractérisation morphologique*

Pour la caractérisation morphométrique, l'un des paramètres les plus importants est l'indice de compacité de Gravelius (K_G). Il permet de déterminer la forme du bassin versant. Ce paramètre fournit une idée sur la réponse hydrologique de celui-ci. Il peut être déterminé par la formule suivante : $K_G = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$ (Équation 10).

K_G : l'indice de Gravelius ;

p : le périmètre du bassin versant en km ;

A : l'aire du bassin versant en km^2 .

3.3.4.3 Évolution de l'occupation du territoire

Des données OCS pour un intervalle de 16 ans (1998 et 2014) et celles présentant la situation de l'occupation du sol avant et après le séisme ont été traitées, analysées, représentées et interprétées à l'aide d'ArcGIS et de Excel. Par le biais des cartes qui en résultent, ces données ont permis de constater la dynamique de l'urbanisation pour la commune de Tabarre et de la projeter sur la piste des analyses par rapport à la problématique soulevée.

3.3.4.4 Profil d'élévation du terrain et situation de la pente du réseau d'assainissement étudié

D'une part, le profil d'élévation du terrain a été déterminé à l'aide de Google Earth Pro en reliant les deux points les plus éloignés du réseau. Le graphique qui en résulte a permis d'observer le profil d'élévation du bassin versant. D'autre part, les coordonnées altimétriques prélevées (en faisant usage d'un GPS) à différents endroits du tronçon étudié ont été extraites à l'aide du logiciel DNRGPS, transférées dans Excel puis traitées pour être par la suite représentées sur un graphique. Ainsi est obtenue l'allure de la pente du tronçon (avec les différents dénivelés rencontrés le long du Boulevard 15 Octobre). Ce graphique montre le sens de l'écoulement au niveau du réseau.

3.3.5 Parallèle entre la capacité de transport liquide du tronçon étudié et la demande d'évacuation de l'espace délimité

C'est la partie qui a permis de réaliser l'objectif spécifique 3 de l'étude. Il s'agit d'une comparaison explicite dont l'importance s'est révélée tant pour la recherche des causes que pour la vérification de l'hypothèse. Cela consiste à comparer la capacité de transport liquide du tronçon et le débit de pointe du bassin versant.

3.3.5.1 Détermination du débit de pointe

Vu que cette étude concerne un bassin versant dont la superficie ne dépasse pas 4 km², alors les formules et méthodes applicables sont celles de l'hydrologie déterministe : plus particulièrement « la méthode rationnelle ».

La méthode rationnelle considère l'hypothèse que sur tout le bassin versant qu'une pluie donnée - constante et uniforme - génère, pendant un temps considéré égal au temps de concentration, après que toute la surface a participé à l'écoulement, un débit de pointe.

Le débit de pointe est calculé à partir de la méthode rationnelle tient compte du phénomène de ruissèlement au niveau du bassin versant et les occurrences d'évènements extrêmes (« la période de retour »). Selon MOKADEM (2020), le diamètre d'un collecteur est d'autant plus grand tant que la période de retour considérée est importante.

En assainissement urbain, la période décennale est généralement considérée lors de l'élaboration des projets. Donc, le débit de pointe Q_p pour la période de retour (10 ans) choisie est calculée en utilisant la formule ci-après : **$Q_{10} = 0.278CIA$ (Équation 11)**.

Q_{10} : débit de pointe décennal en m^3/s ;

C : coefficient de ruissèlement (considéré uniforme au niveau du bassin versant en question et pendant la durée de l'averse) ;

I : intensité de l'averse en mm/h ;

A : superficie du bassin versant en km^2 .

Le tableau ci-après présente les formules pour la détermination du coefficient de ruissèlement, l'intensité de la pluie et la superficie du bassin versant.

Tableau 1 - Détermination des paramètres : C, I et A

| Paramètres | Formules (ou méthodes de détermination) |
|------------|--|
| C | Déterminé à partir du tableau donné par BONNENFANT et PELTIER (voir l'Annexe 2). |
| I | Déterminée par la formule : $I = \frac{2592}{10+Tc} * \frac{0,5}{\frac{1}{T} + 0,4}$ (Formule dérivée de la relation empirique de Talbot) (Équation 12) ; $Tc = 0.115 * \left(\frac{L}{\sqrt{p}}\right)^{0.77}$ (Formule de Kirpich) (Équation 13). C'est cette formule qui est applicable en bassin versant urbain du fait de l'aménagement et l'écoulement qui se fait plus rapidement. T : période de retour en année ; Tc : temps de concentration du bassin versant en minutes ; p : pente moyenne du bassin versant en pourcentage. |
| A | Déterminée à l'aide du logiciel ArcGIS en utilisant la couche de la délimitation du bassin versant. |

❖ **Hauteur de la pluie**

En utilisant des données pluviométriques et la loi statistique de Gauss (voir l'Annexe 3), la hauteur de pluie décennale a été déterminée.

3.3.5.2 Détermination des capacités de transport solide et liquide

dans cette partie sont présentées les formules et la méthode utilisées pour la détermination des capacités du tronçon étudié.

❖ **La capacité liquide du tronçon (ou encore son débit capable) est obtenue par**

la formule : $Q_c = V * S = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2} * S$ (Équation 14) :

Q_c : débit capable en m³/s ;

V : vitesse d'écoulement en m/s ;

R_h : rayon hydraulique en m ;

S : section mouillée en m² ;

P : périmètre mouillé en m ;

I : pente de l'ouvrage en m.p.m.

La formule précédente provient de la formule générale de Chézy (en écoulement uniforme) dans sa variante liée aux canalisations d'eaux pluviales ou unitaires (KERLOC'H et MAELSTAF, s. d.).

- **Formule générale : $V = C\sqrt{RI}$ (Équation 15)**

C : coefficient pour lequel est adopté celui donné par la formule de BAZIN

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \text{ (Équation 16) ;}$$

γ : est un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées. Pour les canalisations d'eaux pluviales ou unitaires : il est admis qu'il s'agit d'un écoulement sur parois semi-rugueux, car on a supposé qu'il puisse y avoir formation de dépôts. Le coefficient de Bazin « γ » est donc fixé à 0,46. Ce qui conduit à donner une expression approximative : $C = 60 * R_h^{1/4}$ (KERLOC'H et MAELSTAF, s. d.) (Équation 17).

- Il vient l'expression suivante : $V = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2}$ (Équation 18) ;
- D'où la formule du débit : $Q_c = V * S = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2} * S$

Le tableau suivant présente les formules pour la détermination des caractéristiques géométriques de l'ouvrage.

Tableau 2 - Pour la détermination des caractéristiques géométriques, les formules utilisées sont résumées dans le tableau suivant :

| Paramètres | Symboles | Unités | Formules (ou méthodes de détermination) |
|-------------------------|----------|-------------------------|--|
| Pente de l'ouvrage | I | m | Déterminée avec ArcGIS à l'aide d'un ensemble de point GPS pris à différents endroits du tronçon sous étude. |
| Rayon hydraulique | R_h | m | $R_h = \frac{S}{P}$ |
| Section mouillée | S | m ² | $by + i_t y^2$ |
| Périmètre mouillé | P | m | $b + 2y\sqrt{1 + i_t^2}$ |
| Largeur au radier | b | m | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique. |
| Pente du talus | i_t | Paramètre adimensionnel | Déduite en se basant sur la forme du conduit et l'approche de la distance horizontale par rapport à une distance verticale unitaire. |
| Hauteur du tirant d'eau | y | m | H - R |
| Largeur en gueule | B | m | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique. |
| Revanche | R | m | 0,3y |
| Hauteur du conduit | H | m | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique. |

❖ **La capacité de transport solide du tronçon**

La détermination de ce paramètre a permis de connaître les risques de dépôt sur les parois pour les particules contenues dans les effluents transportés par le réseau.

La formulation suivante découlant des expériences de Laplace est considérée (ASTEE, 2017) :

$$D_{50} = 10^4 * R_h * I + 0.5 \text{ pour } D_{50} \geq 0.5 \text{ mm (Équation 19)}$$

Cette formulation répond à une approche statistique qui repose sur le calcul du diamètre médian (D_{50}) des particules pouvant être transportées par l'écoulement dans le conduit.

D_{50} : diamètre médian des particules transportées (mm) ;

R_h : Rayon hydraulique (m), $R_h = \frac{\text{Section mouillée}}{\text{Périmètre mouillée}}$ (Équation 20) ;

I : pente de l'ouvrage en pourcentage.

La capture présentée à l'**Annexe 4** fournit les considérations pour l'interprétation des résultats de ce calcul.

3.3.6 Analyse et traitement des données

Cette partie cruciale du travail a permis de faire le dépouillement des données afin de les traiter, les synthétiser et les présenter en fonction de chaque objectif spécifique pris séparément. De surcroît, à l'issue de cette démarche, l'hypothèse, pour être vérifiée, a été confrontée aux résultats obtenus, plus particulièrement aux résultats hydrauliques.

CHAPITRE IV

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Dans ce chapitre sont présentés sous forme de paragraphes et de figures les résultats issus de l'analyse des données obtenues en suivant la démarche méthodologique présentée dans le chapitre précédent. Ces résultats sont présentés, discutés et interprétés dans l'objectif d'apporter une réponse à la question initiatique : « **Quelles sont les potentielles causes de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre ?** ». Cette question a servi de fil conducteur afin de mieux accrocher les contours de la problématique de l'étude.

4.1 Description du site de l'étude

Cazeau, la localité hébergeant le tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre, est limitée et contiguë au nord à la Route Nationale # 1 (aussi appelée Boulevard Jean-Jacques Dessalines). Cette dernière sert de frontière administrative aux communes Tabarre et Cité-Soleil. Cette localité (Cazeau) est bornée au sud-est par localité de Maïs Gâté plus précisément par l'Aéroport Toussaint Louverture, au nord-est par la localité de Croix-des-Missions et à l'est par le carrefour de Clercine. Le Boulevard 15 Octobre est le principal axe routier qui domine tout le site de l'étude. Cette route, reliant Cazeau à plusieurs autres zones de la commune mère, sert alors de circuit de prédilection pour les tap-taps et les taxis-motos qui sont les principaux moyens de transport publics.

Partant de Carrefour Clercine, le tronçon étudié longe le Boulevard 15 Octobre pour s'arrêter net à Carrefour Cazeau. Les activités économiques du secteur secondaire champignonnent en bordure de ce Boulevard. Néanmoins, au niveau des deux carrefours (Carrefour Clercine et Carrefour Cazeau) limitrophes du site d'intervention, les activités notamment celles du secteur informel s'intensifient tant que ces points s'apparentent à des repères cibles pour nombre petits commerçants. Mais, en raison du lac d'eau des rejets industriels et pluviaux qui se retrouvent piégés au niveau de Carrefour Cazeau, l'espace de circulation pour piétons se trouve réduit. Aussi, cela provoque une situation de forte promiscuité entre vendeurs, piétons, chauffeurs de tap-taps... Ce point d'insalubrité, dans

l'environnement duquel s'installent des activités économiques importantes comme : une pompe à essence, des bureaux de transfert et de change, le sous-commissariat de Cazeau et un night-club (Head Sky), à côté des crevasses qui jonchent le Boulevard et qui retiennent d'importantes quantités d'eaux pluviales, est très évocateur du problème d'assainissement sévissant à Cazeau.

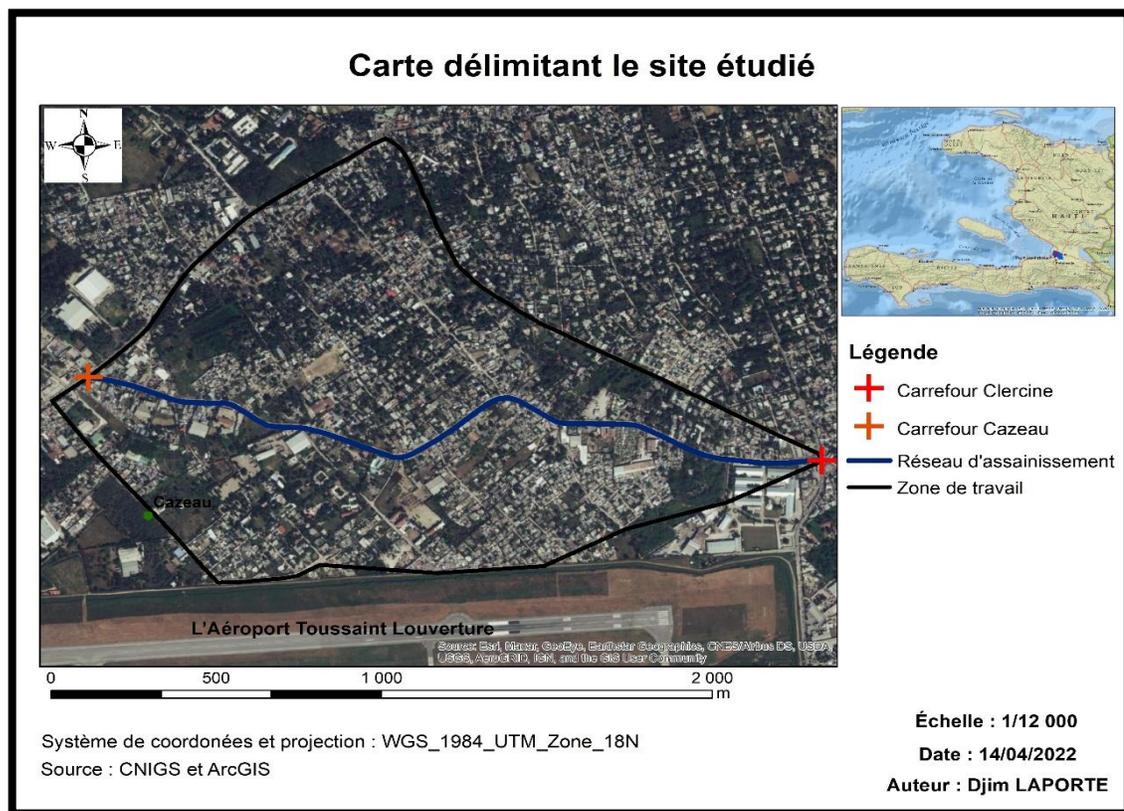


Figure 13 - Carte délimitant le bassin versant étudié.

4.1.1 Caractérisation hydrologique et hydraulique

Il s'agit de faire une présentation détaillée du bassin versant étudié tout en présentant la réalité de l'activité hydraulique.

4.1.1.1 Catégorisation du bassin versant et origines des eaux

L'espace étudié est considéré comme un bassin versant de type urbain (ou encore « bassin hydraulique »), car son alimentation dépend fortement du ruissèlement urbain des eaux pluviales et industrielles émanant de l'anthropisation. Des transformations comme la mise en place des chaussées, des réseaux de conduite d'assainissement... La carte de la L'espace étudié est considéré comme un bassin versant de type urbain (ou encore « bassin

hydraulique »), car son alimentation dépend fortement du ruissèlement urbain des eaux pluviales et industrielles émanant de l'anthropisation. Des transformations comme la mise en place des chaussées, des réseaux de conduite d'assainissement... La carte de la **Figure 14** présente le réseau émaillé des routes qui débouchent sur le Boulevard 15 Octobre et qui pour la plupart affectent la situation hydraulique du réseau de collecte.

Dans le sens du profil d'élévation du terrain (voir l'**Annexe 5**), les routes de la partie « est » du site se situent à un niveau légèrement plus bas que le Boulevard hébergeant le réseau de collecte d'eaux pluviales. Ce dernier n'est influencé par cette partie qu'en période d'intenses précipitations où les crues sont fréquentes au niveau de la Rivière Grise (l'**Annexe 6** présente la situation hydrographique du site avec la Rivière Grise qui lui sert d'exutoire). Les probabilités pour que ces évènements surviennent sont plus élevées au cours de la période cyclonique de juin à novembre ou au mois de mai (c'est le mois pendant lequel Tabarre reçoit la forte quantité de pluie). Néanmoins, en période d'étiage ou lorsque le débit pluvial n'est pas suffisamment important pour provoquer une crue, il est courant d'assister au processus inverse. C'est-à-dire, pendant cette période, c'est le réseau qui tend à inonder cette partie. En revanche, cela n'empêche pas que le site soit sous les eaux.

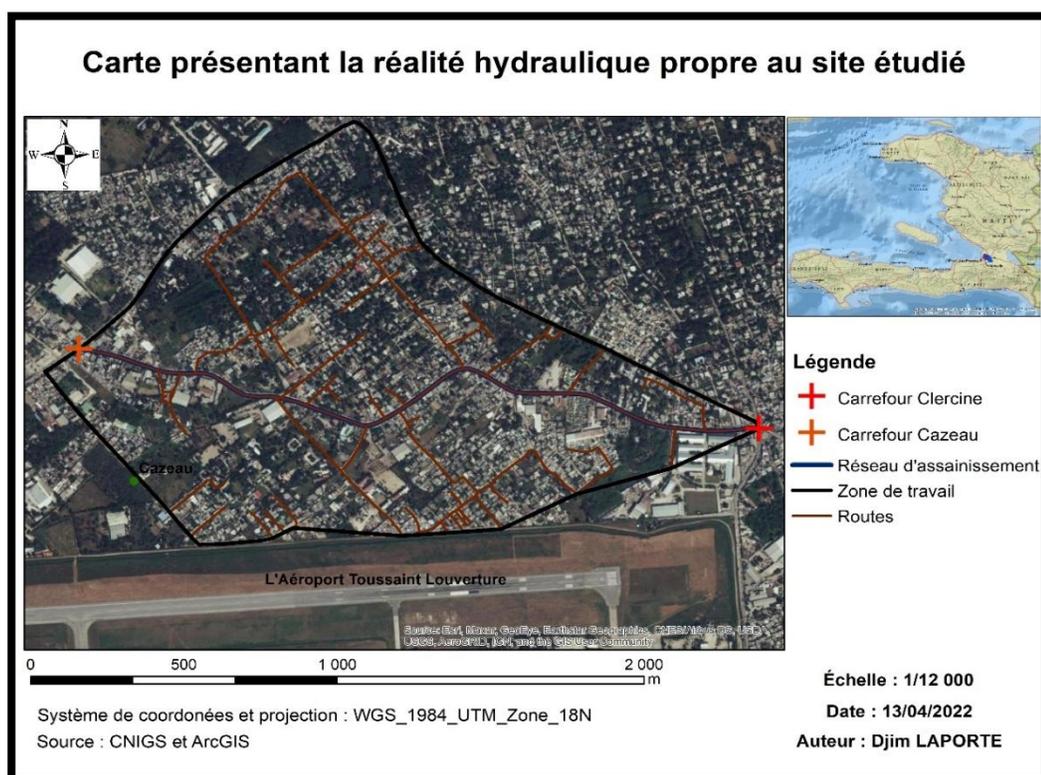


Figure 14 - Carte présentant la réalité hydraulique du site étudié.

Le carrefour de Clercine (intersection du Boulevard 15 Octobre et de l'Avenue Gérard Téodart) constitue également un important confluent pour les eaux venues d'amont. Ces eaux ont plusieurs origines :

- Elles proviennent d'une part du de l'amont du réseau d'assainissement avec des eaux qui viennent de cette direction en empruntant le Boulevard 15 Octobre ;
- D'autre part, du côté « sud-ouest » de ce carrefour (plus précisément de l'Avenue Gérard Téodart), du fonctionnement anormal d'un grand collecteur qui débouche sur « Carrefour Rita ». Ce collecteur, en condition normale draine ses eaux par un conduit qui traverse l'aéroport Toussaint Louverture. Néanmoins, au moindre obstacle rencontré ou avec l'importance des précipitations, les eaux empruntent directement l'Avenue Gérard Téodart, puis débouchent sur le Carrefour Clercine. Arrivées à ce niveau, elles sont transmises directement au Boulevard 15 Octobre, puis au tronçon du réseau étudié comme le montre la **Figure 15**).

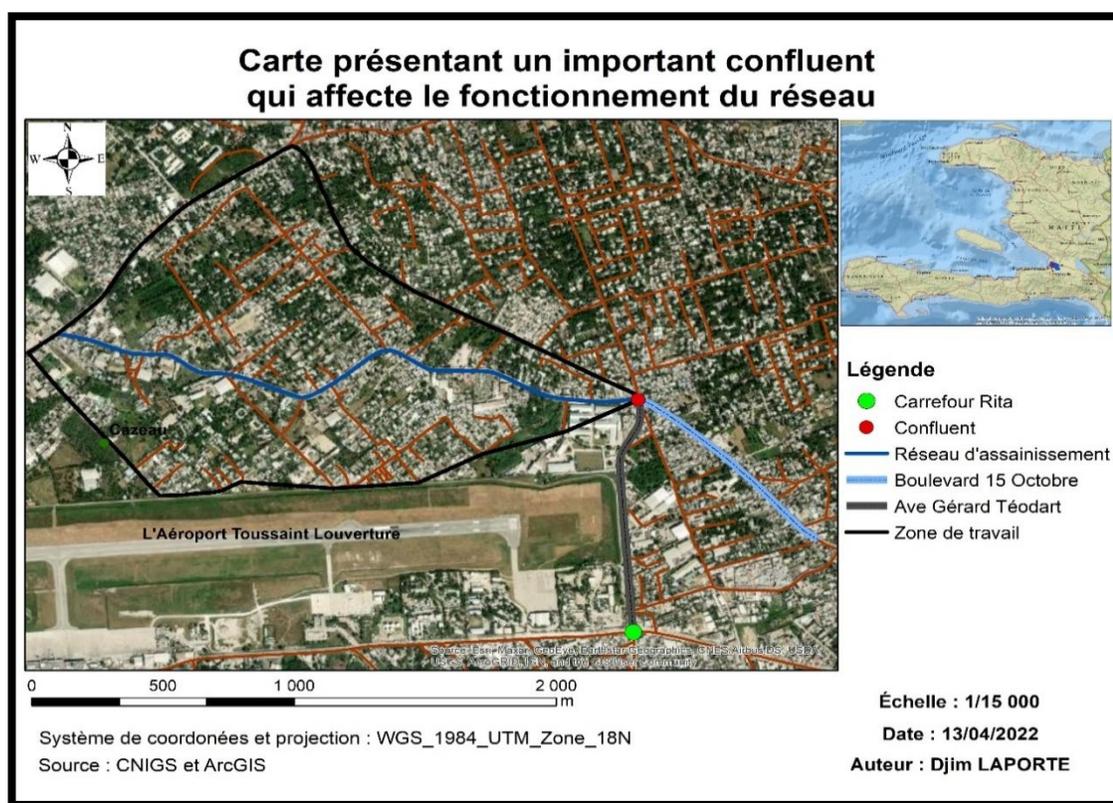


Figure 15 - Carte présentant un important confluent qui affecte le fonctionnement du réseau.

4.1.1.2 Présentation des paramètres morphologiques et topographiques du bassin versant

Pour Thibault (1997), la répartition d'un espace urbain en bassins versants obéit à une harmonisation entre les paramètres morphologiques, topographiques et l'objectif visé par la démarche entreprise (tout en faisant cas de la disponibilité des données sur la zone d'intervention). Alors en s'appuyant sur ce paradigme, la superficie obtenue après découpage cartographique est évaluée à **1.75 km²** (ce découpage avec cette valeur pour superficie a permis d'appliquer la méthode rationnelle de l'hydrologie déterministe présenté au point 4.3.8.1.3 de ce chapitre) et le pourtour s'étend sur une longueur de **5.79 km**. Comme pour tout terrain de la plaine du Cul-de-Sac, le site a une morphologie et une topographie peu irrégulière avec des courbes de niveau très distancées. En effet, le terrain est également peu accidenté. Le dénivelé ou encore la distance verticale entre le point le plus élevé et celui le plus bas est faible et oscille autour de **15 m**.

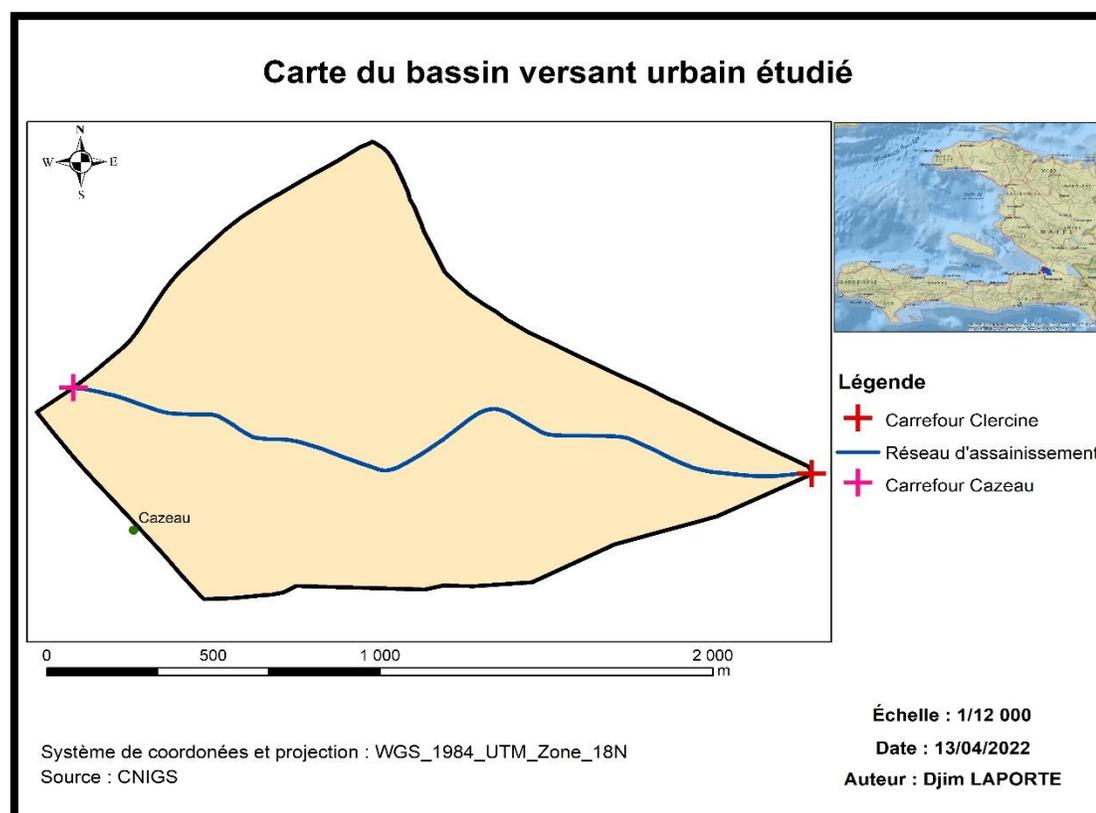


Figure 16 - Carte du bassin versant urbain étudié.

Étant situé en condition de plaine, le bassin versant à une pente moyenne de **1%** (voir l'**Annexe 5**). La distance entre les deux points les plus éloignés est évaluée à **2.39**

km. Avec un coefficient de compacité de Gravelius de **1.2**, le bassin versant a une forme plutôt allongée. En conséquence, la réponse hydrologique de celui-ci est assez faible. C'est-à-dire, en dépit de l'importance du ruissèlement, une goutte d'eau mettra du temps pour parcourir la distance séparant les points les plus éloignés du bassin versant. En effet, il est justifiable que le temps de concentration, déterminé à l'aide de la formule de Kirpich (spécifique aux bassins versants urbains), soit assez élevé. Il est égal à **47.82 minutes**. Et puisque la pente est inférieure à 5% et que le bassin versant est dominé par des espaces urbanisés et le Boulevard 15 Octobre, le ruissèlement est assez important au détriment de l'infiltration. Son coefficient est très élevé et est évalué à **0.95** (il est donné par le tableau de BONNENFANT et de PELTIER présenté à l'**Annexe 2**).

4.1.2 Drainage du site

Comme il est montré sur la **Figure 14**, le tronçon du réseau d'assainissement étudié demeure le principal moyen de drainage des eaux du site. Il reçoit d'importantes quantités d'eaux provenant surtout du Boulevard 15 Octobre, de quelques activités du secteur secondaire, des toits des maisons, des routes... Il transporte également les eaux de ruissèlement provenant des bassins versants d'amont et des zones avoisinantes. Ces eaux sont acheminées vers les tronçons adjacents situés en aval, traversent la commune de Cité-Soleil jusqu'à l'exutoire. Des interruptions locales et parfois même sur tout un tronçon sur le parcours des eaux exposent à l'inondation certaines zones de Cité-Soleil. À ces niveaux, la Route Nationale # 1 devient l'itinéraire de prédilection pour ces eaux jusqu'aux zones les plus bas avant d'atteindre la Rivière Grise.

4.1.2.1 Présentation du réseau d'assainissement

Elle concerne l'historique et le contexte de son implantation, son évolution, son dimensionnement et le paquet technique mis en place.

❖ *Historique et contexte d'implantation*

Les prémisses de ce réseau existaient déjà depuis la période de l'occupation américaine. C'est-à-dire, vers les premiers quarts des années 1900. À cette époque, vu que la Plaine du Cul-de-Sac représentait un vaste domaine agricole, le réseau était donc implanté dans l'objectif d'irriguer ces terres où l'agriculture était l'activité dominante. Naguère, Tabarre fut une importante réserve de plantations pour des cultures comme : les

cultures maraîchères, la figue banane, le manioc, etc. (DÉLONÉ, 2014). Aménagé en terre battue, le système d'irrigation répondait aux exigences premières pour lesquelles il était installé.

❖ *Évolution*

Graduellement, la réalité changeait dans la Plaine du Cul-de-Sac, la vaste plaine agricole laissait sa place à une colonie d'habitats qui se développaient petit à petit. Le réseau d'irrigation de départ se transformait également en un réseau drainant les eaux pluviales. Pour la commune de Tabarre, la construction du Boulevard 15 Octobre a débuté dans les années 1990 plus précisément vers 1995 après le retour de l'exil du président Jean Bertrand Aristide. Les travaux de maçonnerie ont également débuté durant cette période.

❖ *Dimensionnement du tronçon étudié*

Aménagé en maçonnerie, il s'étend sur une longueur moyenne de **2.38 km** avec une hauteur moyenne de **0.89 m**. Étant de forme rectangulaire, les largeurs en gueule et au radier sont égales et évaluées à **1.48 m** en moyenne. Selon ASTEE (2017), pour rendre possible l'auto-curage, c'est-à-dire pour faciliter le transport solide, les pentes minimales pour la conception d'ouvrages d'assainissement ne devraient pas se situer en dessous de 3‰. La pente est considérée être égale à celle du terrain (voir la limite méthodologique décrite au chapitre premier) et se situe au voisinage de **1%** (voir l'**Annexe 7**).

❖ *Paquet technique*

Étant donné que tout le site est desservi par un seul et même ouvrage de collecte, le tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre (c'est ce même réseau qu'utilise le grand public) ; étant donné que toutes ces eaux, quelles soient leurs provenances, sont transportées par le même réseau : selon TOURABI (2015), toutes ces caractéristiques tendent à l'attribuer à un système collectif composé d'un réseau de drainage unitaire essentiellement pluvial. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un système collectif proprement dit, car il n'existe aucun conduit qui assure le transport des eaux en provenance des ménages jusqu'au réseau principal.

❖ *Composantes et fonctionnement*

Tout le système de Tabarre est un réseau composé d'une juxtaposition de canaux de plusieurs dimensions et d'égouts locaux munis de trous d'homme facilitant certaines interventions manuelles. Alors, le tronçon étudié est ainsi composé avec de l'autre côté du Boulevard 15 Octobre un réseau de caniveaux qui traversent la route en certains endroits pour se jeter dans le réseau principal.

Ne respectant pas les normes de construction des réseaux d'assainissement urbain, le système de Tabarre ne comporte pas tous les dispositifs nécessaires pour la collecte, le transport et le traitement des Eaux Résiduaires Urbaines (ERU) :

- Il n'existe aucun d'intercepteur pour faire la jonction entre le collecteur et une station d'épuration (STEP) ;
- Ni d'émissaire pour assurer le transport depuis une STEP jusqu'au milieu récepteur ;
- Ni de station d'épuration pour la prise en charge des eaux usées avant leur évacuation dans le milieu.

Le réseau d'assainissement n'assure que le transport des effluents vers l'exutoire. Suivant le croquis de la **Figure 2**, le système doit pouvoir assurer la collecte des eaux au niveau des points de production, leur transport à travers un réseau de conduits bien hiérarchisés (égouts locaux, collecteurs, intercepteur, émissaire) et le traitement en utilisant des équipements de relevage.

4.2 Présentation sommaire du problème approché

L'environnement du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre se trouve dans l'état d'un système abandonné tant qu'une simple observation du site porte à en déduire une défaillance grisante. Il suffit d'aller jeter un coup d'œil au Carrefour Cazeau.



Figure 17 – Carrefour Cazeau, intersection Boulevard 15 Octobre - Route Nationale #1.

4.3 Causes du problème

Relevant des observations de l’environnement du site étudié, des enquêtes, des données historiques issues des recherches effectuées antérieurement et des calculs qui ont été effectués dans le cadre de cette étude, les causes présentées dans les lignes ci-dessous sont celles qui ont été établies à la suite de l’analyse de ces informations.

4.3.1 Le défaut d’entretien du réseau d’assainissement

S’agissant des problèmes d’entretien, il s’est avéré qu’ils peuvent être de plusieurs sources dépendamment d’où l’on se trouve et de quelle approche adoptée. Que l’on se situe du côté des travaux structurels (comme les travaux de maintenance de l’ouvrage, de réaménagement...) ou du côté des causes extérieures au réseau comme celles environnementales qui l’affectent (la gestion des déchets solides par exemple), la démarche débouchera sur le défaut d’entretien.

4.3.1.1 L’entretien direct

L’état dans lequel se trouve le tronçon du réseau démontre une carence liée aux travaux d’entretien. Le réseau d’assainissement est remarquablement sous-entretenu et présente l’apparence d’un dépotoir sauvage. Le conduit est généralement rempli de déchets de toutes sortes, d’origines organique et industrielle (des matières en plastique, en

styrofoam...), transportés par les eaux ou déposés et y sont entassés sur toute la longueur du tronçon étudié. À certains niveaux, surtout à l'endroit où se trouve l'entreprise Haojin, des monticules d'ordures arrivent jusqu'à surplomber les berges du conduit et obstruent catégoriquement la circulation de l'eau.



Figure 18 - Tronçon qui borde l'entreprise Haojin.

À observer le fond du conduit en certains points, il est manifeste que les détritiques ne sont pas les seuls à former ce bouclier qui entrave le fonctionnement normal du tronçon du réseau. Les sédiments fins et grossiers participent également dans ce blocage physique à l'écoulement. Malheureusement, les travaux de curage sont saisonniers et ne se font normalement que deux fois par an, suivant la succession des deux saisons existant en Haïti : une fois avant la saison pluvieuse pour faciliter le transport des volumes d'eaux pluviales qui seront produits et l'autre fois, après la saison pluvieuse pour essayer de réparer les dégâts provoqués par la saison antérieure.



Figure 19 - Tronçon rempli de sédiments au niveau de Tabarre 2.

Néanmoins, ces travaux de curage sont irréguliers et ne s'effectuent généralement qu'au niveau de certains tronçons. Et ce, malgré manifestement que la plupart d'entre eux sont :

- Soit enterrés ou confondus à la chaussée du Boulevard 15 Octobre ;
- Soit ensablés, remplis de détritiques ou engorgés par d'importantes quantités d'eaux usées.

Alors, pour cette situation jumelée aux irrégularités climatiques, la moindre goutte d'eau en amont provoque le débordement hors du réseau et le déferlement des eaux sur le Boulevard 15 Octobre. Ces événements se soldent généralement sur des séquences d'inondation.

4.3.1.2 La problématique de la gestion des déchets

À Tabarre, la mairie qui est la régisseuse de la propreté et du bien-être des habitants de la commune semble avoir passé à côté d'une politique pour la bonne gestion des déchets. Alors, la plupart des rues de cette commune sont transformées en dépotoirs improvisés où boues et immondices se mélangent. Les habitants de certaines zones sont livrés à eux-mêmes et la plupart essayent - vainement - à cor et à cri de combattre ce fléau.

Cette question de la gestion des déchets, l'une des pierres d'achoppement au bon fonctionnement du réseau d'assainissement de Tabarre, demeure un angle mort pour la majorité des communes du pays. Selon la Banque Mondiale (citée dans MATHIEU, 2021), Haïti, avec ses quelques 11 millions d'habitants, dont **56%** occupent les villes, possèdent un taux de production de déchets solides qui oscillent autour de **0.6 kg** par personne et par jour. Un volume de production pour lequel le taux de collecte frôle les **12%**. Néanmoins, la municipalité de Delmas, voisine de la commune de Tabarre, à travers le projet GDSM (Gestion des Déchets Solides et Ménagers) lancé en 2010 par Oxfam-Québec, semble avoir trouvé un seuil de réduction plutôt acceptable (Oxfam, 2010 ; cité dans Reliefweb, 2010).

En revanche, cette problématique est comme une cible inatteignable pour d'autres, notamment Tabarre, tant elle constitue généralement un pli récurrent dans les politiques administratives des maires et d'autres autorités municipales. Par ailleurs, le SNGRS, l'instance la mieux équipée techniquement pour endiguer cette détérioration, délègue parfois des membres de son personnel pour apporter main forte aux autorités de cette commune. Cependant, vu que la gestion interne n'est pas assurée et que l'environnement est surchargé, la commune est constamment en proie aux problèmes d'assainissement, notamment avec la montée de la production des déchets solides. Alors, cette défaillance dans la gestion interne du côté des décideurs, crée une atmosphère d'insouciance des riverains au regard de leurs responsabilités citoyennes. Et, cela ne laisse pas indemnes leurs comportements par rapport à leur implication dans la gestion des problèmes d'assainissement.

4.3.2 La mauvaise gestion sociale de l'environnement et du réseau

Généralement, après le passage d'évènements pluvieux nécessitant l'intervention des autorités, la mairie délègue des éboueurs munis d'outils rudimentaires (tels des pelles, des râtaux, des brouettes, des fourches...) pour effectuer des travaux de curage local. Les autorités ne font appel que rarement aux habitants de la localité. Lorsqu'elles le font, l'idée n'est autre que d'engager une main d'œuvre pour effectuer de simples tâches. Les riverains ne sont que partiellement impliqués dans les processus de résolution des problèmes environnementaux. Les décideurs agissent suivant une approche unilatérale et

centrée sur leur propre vision de la réalité. L'approche communautaire et inclusive pour l'assainissement et la gestion du réseau est négligée.

Cette exclusion de la population n'est pas sans conséquences sur la actuelle. Elle génère une ambiance de nonchalance tant la population devient passive au regard de l'ampleur de la dégradation de leur environnement et n'attendent que les autorités elles-mêmes interviennent. D'ailleurs, certains déversent leurs déchets soit dans le réseau ou dans son voisinage. En effet, cette situation d'insouciance relève également d'un grave problème d'éducation environnementale et d'un manque de connaissances des risques encourus. Alors, le manque d'implication citoyenne qui en résulte est un inconvénient majeur pour une approche intelligente du problème d'assainissement à Cazeau.

4.3.3 La dynamique de l'urbanisation actuelle

Avant d'être élevée au rang de commune, Tabarre était d'abord annexée à la commune de Delmas. Alors, puisque jadis elle était une zone plutôt agricole de la Plaine du Cul-de-Sac, ses habitants étaient majoritairement ceux qui y tenaient une activité agricole ou qui, naguère, en détenaient une. Elle n'avait pas encore subi le processus de migration interne comme pour tant d'autres villes (à savoir que dans ces villes ce phénomène débouche généralement sur une sorte d'urbanisation non planifiée, c'est-à-dire en absence d'un plan d'urbanisme). Comme c'est le cas de plusieurs villes en Haïti, notamment celle se trouvant dans la ceinture de la région métropolitaine de Port-au-Prince.

À la fin des années 1990, surtout avec l'intérêt porté par l'homme politique Jean Bertrand Aristide, président et personnalité très influentes de l'époque, les regards commençaient à se tourner vers Tabarre. En 2002, par arrêté présidentiel, elle a été promue et élevée au rang de commune (DÉLONÉ, 2014). Les bourgeois en particulier y voyaient déjà une zone résidentielle. De là allait s'accélérer le processus de morcellement et de transformation des terres agricoles en espace urbain, ce, sans aucun plan d'aménagement du territoire, voire un système d'assainissement adapté.

Cette attraction affectait également les organismes et programmes internationaux : en 2004 le MINUSTAH y a pris siège et par la suite, le PAM, l'OIM... ont également jeté

leur dévolu sur cette commune. Les écoles privées, les industries et d'autres activités dans la sphère du commerce s'y installaient progressivement. Et, du centre-ville de Port-au-Prince en passant par Delmas, Tabarre s'est également développée et s'est transformée peu à peu en une nouvelle centralité (ROBERT & D'ERCOLE, 2014).

Cette migration n'a de cesse de s'accélérer avec l'atmosphère d'insécurité qui règne surtout dans le centre-ville et au niveau de tant d'autres banlieues de Port-au-Prince (OCHA, 2021). La plupart des zones de Tabarre sont transformées en bidonvilles où les services et réseaux d'assainissement primaire sont inexistants : comme c'est le cas pour Cazeau qui aux moindres gouttes de pluie se retrouve submergée.

4.3.3.1 L'évolution temporelle de l'occupation de sol (1998 - 2014)

En analysant les données d'occupation du territoire recueillies par le CNIGS sur un intervalle de 16 ans, le constat est alarmant. En 1998, le taux d'espaces verts occupés par des cultures denses représentait **67%** du territoire de la commune de Tabarre. Sur la carte d'occupation de sol de la **Figure 20**, la localité de Cazeau était à peine visible tant elle était couverte d'une végétation luxuriante. La zone légèrement urbanisée du site étudié se trouvait un peu au nord-est, du côté de la localité de Croix-des-Missions et un peu au sud-ouest, du côté de Maïs Gâté. Pour toute la commune, le taux d'urbanisation ne représentait que **15%**.

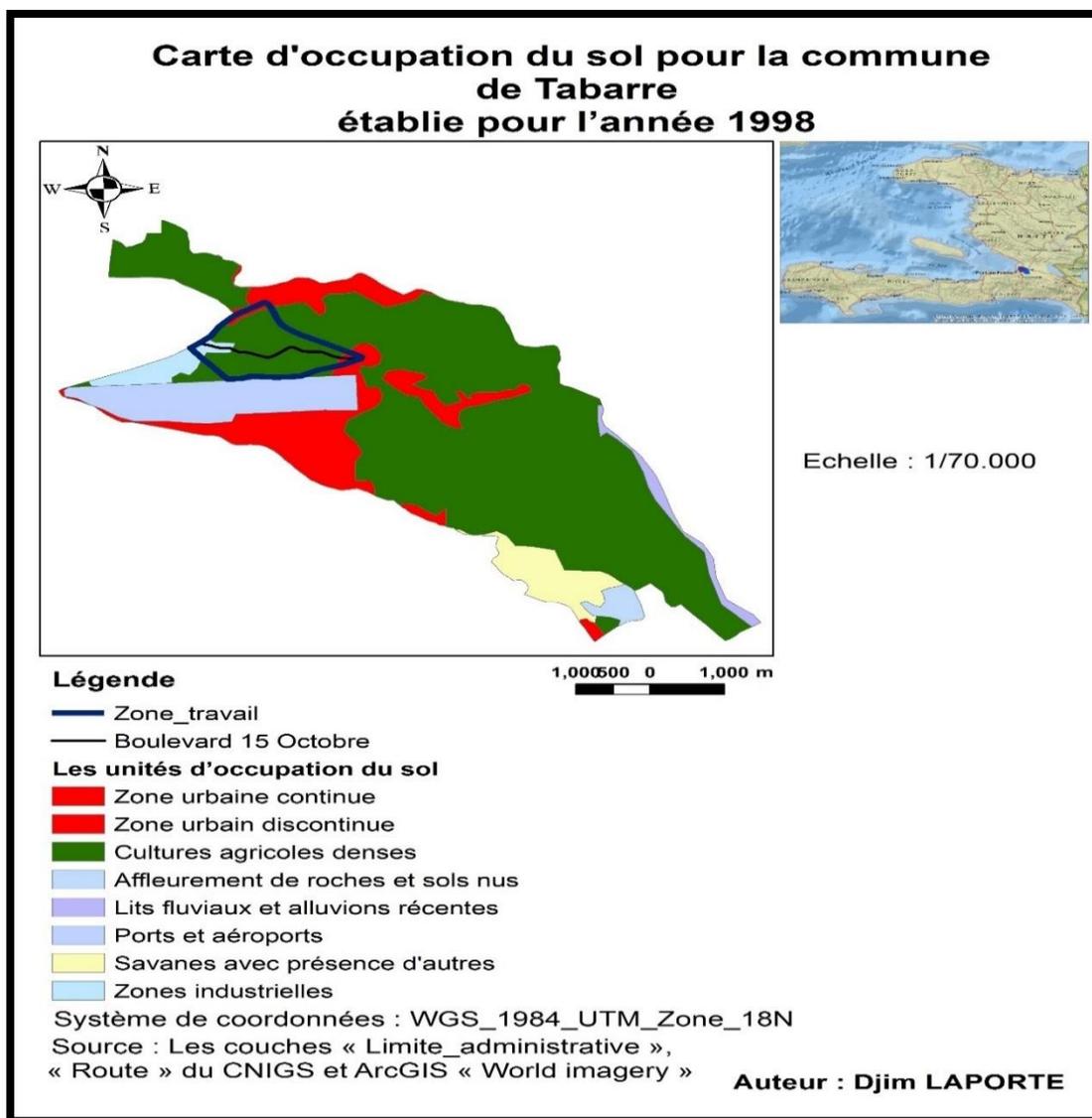


Figure 20 - Carte d'occupation de sol (OCS -Tabarre : 1998) (Source : CNIGS).

Cependant, en 2014, avec une augmentation de **406%** de la superficie urbanisée et une diminution de **71%** des espaces verts, la situation a explosé (voir la **Figure 21**). Cette accélération fulgurante et désordonnée de l'urbanisation, avec surtout la prolifération des camps pour les personnes déplacées après le séisme, ajoutée à l'aménagement des routes, affecte négativement la capacité d'infiltration des sols et favorise l'augmentation des ruissèlements. S'en suit une augmentation des besoins d'évacuation. Donc, si l'espace habité évolue, les volumes d'eau ruisselés et reçus par le réseau d'assainissement augmenteront nécessairement, tandis que les capacités du réseau restent inchangées. Alors, sa défaillance devient évidente.

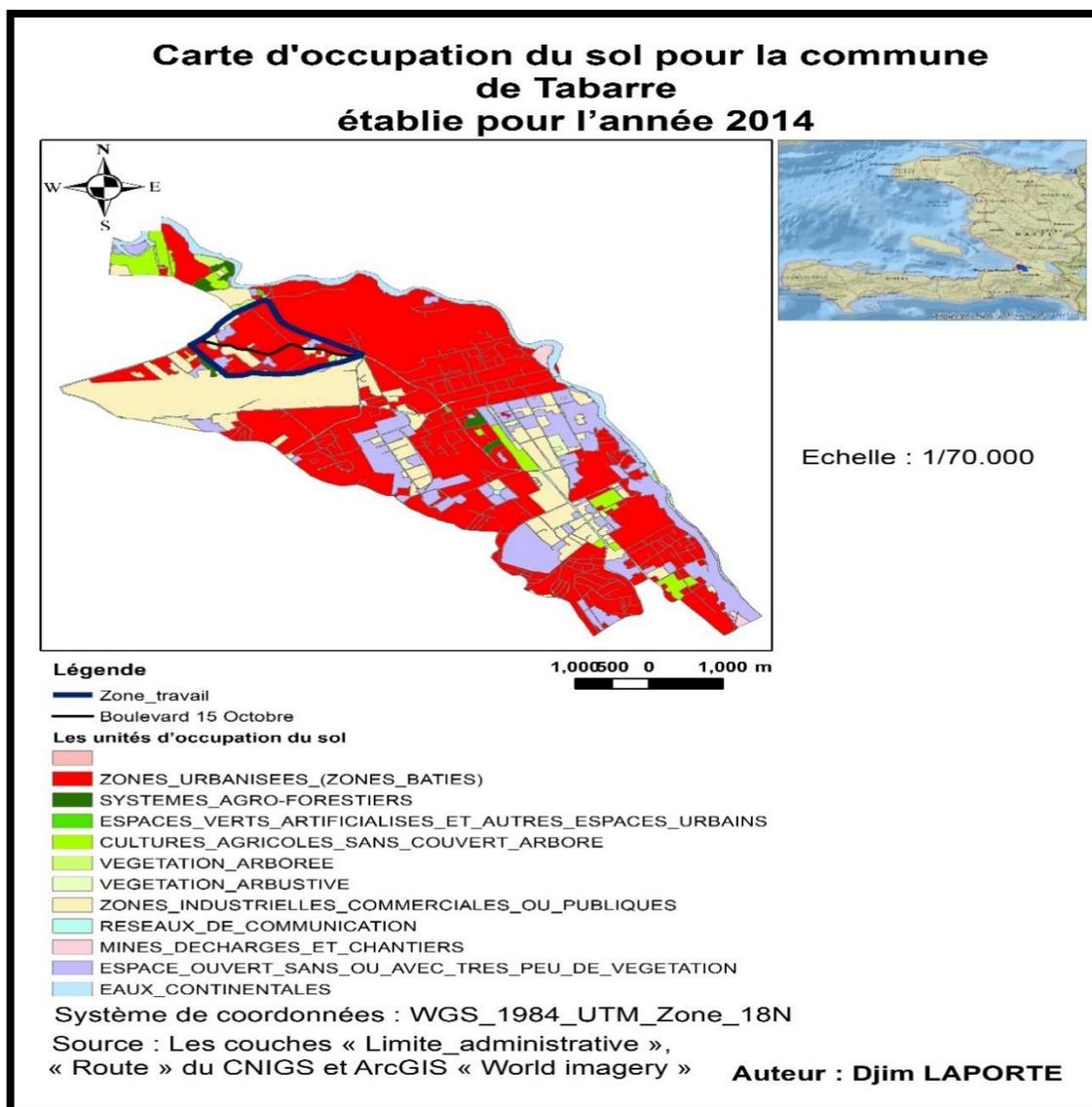


Figure 21 - Carte d'occupation de sol (OCS -Tabarre : 2014) (Source : CNIGS).

4.3.3.2 L'influence du séisme de 2010 sur l'occupation du territoire

La migration interne s'est encore intensifiée avec les impacts du tremblement de terre de 2010 sur la région métropolitaine. À travers les camps pour les personnes déplacées, la commune de Tabarre accueillait les habitants de certaines zones lourdement saccagées par le séisme. Une bonne partie de cette masse migratoire y est restée et y réside de façon permanente. Selon DÉLONÉ (2014), après le séisme la population de Tabarre a subi une augmentation de **26.61%**. Les données produites par le projet SIRV-TAB (réalisé par l'IRD et l'ONG COOPI au cours de la période allant de 2012 et 2013) présentées dans

l'**Annexe 8** fournissent une illustration de la réalité tendancielle de colonisation de l'espace en un temps record.

Par ailleurs, cette augmentation de la population rend de plus en plus ingérable le taux de production des déchets. Alors, cette problématique est davantage grisante et les retombées sur le fonctionnement du réseau d'assainissement s'amplifient et aggravent l'ampleur de certains dommages environnementaux (comme la prolifération des flaques d'eaux usées) et la pollution organique.

4.3.4 La déviation du parcours naturel de plusieurs affluents d'amont

Ajoutée au phénomène d'urbanisation non contrôlée, la construction anarchique de plusieurs bâtiments importants sur le parcours de plusieurs réseaux hydrographiques tend à rendre plus délicate la situation en aval provoquée après le passage d'épisodes pluvieux. Parmi ces édifices, l'ambassade américaine fait partie des plus mal positionnés.

Inaugurée en 2007, l'ambassade américaine est construite sur des terres qui, jadis, recevaient une bonne partie des eaux pluviales provenant des hauteurs de Pétion-Ville et des zones avoisinantes. Ces terres agricoles favorisaient l'infiltration de volumes d'eaux assez importants et les volumes ruisselés empruntaient généralement leur chemin habituel jusqu'à atteindre leur exutoire naturel, « la Rivière Grise ».

Cependant, depuis l'implantation de ce bâtiment, les eaux, étant forcées de contourner la construction, se ruent dans tous les sens et empruntent de nouveaux chemins. Le réseau d'assainissement étant dépassé par ces volumes, les eaux alors franchissent le Boulevard 15 Octobre, inondent certains quartiers sur leur passage pour arriver jusqu'à l'exutoire se situant à quelques kilomètres plus bas.

Le tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement, se situant dans les niveaux les plus bas de la commune de Tabarre, subit davantage les assauts de ces eaux venues d'amont. Les conditions de certaines zones comme l'Entrée Grand Séminaire en dit long sur cette constatation.



Figure 22- L'Entrée Grand Séminaire (côté ouest du réseau) sous les eaux après un épisode pluvieux au mois de février 2022.

4.3.5 L'influence des bassins versants d'amont

La situation hydraulique du site étudié et de la commune de Tabarre en général est sous l'influence de plusieurs ravines qui prennent au niveau des communes de Delmas et de Pétion-Ville. Ces ravines appartiennent à des sous-bassins versants différents. Elles sont au nombre de quatre :

- Ravine Torcelle ;
- Millet ;
- Mellot ;
- Bethel.

Les eaux provenant des ravines Millet et Mellot, avant d'atteindre la commune de Tabarre, s'arrangent en un confluent pour se jeter sur le parcours de la Ravine Torcelle. Ces trois ravines forment alors un important réseau qui, étant contraint d'éviter l'espace où se trouve l'ambassade américaine, provoquent nombre de dommages sur leur chemin avant d'atteindre la Rivière Grise. Les eaux de la ravine Bethel, quant à elles, transitent

par l'axe de l'Avenue Gérard Téodart pour venir se concentrer au niveau de « Carrefour Rita ». De ce niveau, elles atteindront le site en longeant l'avenue en question vers la direction nord-est jusqu'à arriver au Carrefour Clercine d'où part le tronçon du réseau étudié (Voir l'**Annexe 9**).

Ces eaux venant d'amont emportent les sédiments (alluvions et colluvions) arrachés plus loin en amont. En s'accumulant dans le réseau d'assainissement, les matériaux transportés créent des dépôts et provoquent une chute de son débit capable. Cette situation précipite le tronçon du réseau vers une défaillance et augmente par la même occasion les possibilités de débordement et, par conséquent, les incidences des inondations.

4.3.6 Une modification locale du fonctionnement du réseau

À une certaine époque, tous les volumes d'eaux pluviales provenant de la partie amont du réseau et des ruissèlements n'atteignaient pas l'autre extrémité du tronçon. Une bonne partie était déviée et empruntait un autre conduit qui était raccordé au tronçon étudié. Cet embranchement était placé à environ une centaine de mètres de l'entrée de ce dernier (c'est-à-dire à partir de Carrefour Clercine). Il était placé plus précisément au point où l'entreprise de fabrication de détergent (hébergée dans l'espace où se trouve l'entreprise « Comme Il Faut ») jette ses eaux usées via un canal de faible dimension (voir la **Figure 24**).

Le conduit en question était un canal souterrain qui partait du réseau principal, traversait le Boulevard 15 Octobre, empruntait une route située au nord-ouest (la Route des Rails) pour aller se jeter dans la Rivière Grise qui est le principal exutoire naturel. Néanmoins, à défaut de l'entretenir, ce conduit est enfoui sous les sédiments et les déchets. Désormais, toutes les eaux provenant de l'amont ne sont transportées que par le tronçon étudié. Cela ne fait qu'augmenter sa charge, c'est-à-dire les volumes à évacuer. En effet, cette concentration de toutes les eaux venues d'amont affecte son fonctionnement et amplifie les risques de surcharge, de débordement et d'inondation.

4.3.7 L'importance des rejets des activités du secteur secondaire

Ces petites quantités d'eaux reçues en continu de plusieurs stations lave-auto, de l'usine de fabrication de détergents (hébergée au local de l'entreprise de fabrication de

cigarette « Comme Il Faut »), de l'usine à Glace Pingouin et de l'entreprise de distribution d'eau potable « Frechè Lokal » sont les principales activités dont les rejets affectent en partie le fonctionnement du réseau et l'environnement du site de l'étude.

Ces effluents, à eux-seuls, seraient incapables à provoquer un débit assez important jusqu'à l'inondation. Mais, mêlés aux eaux de pluie ils deviennent significatifs. Si ces activités sans l'apport des eaux pluviales seraient incapables d'inonder le site ; néanmoins, de par leurs fréquences, ils sont en partie responsables du phénomène de stagnation d'eaux au niveau du site (notamment au niveau de « Carrefour Cazeau » où un lac d'eaux usées s'installe en permanence).



Figure 23 – Carrefour Cazeau (photo prise en face de l'entreprise « Frechè Lokal »).

Pour l'usine à Glace Pingouin et les stations lave-auto, ce sont les déchets et la faible dimension des caniveaux qui empêche aux effluents d'atteindre le réseau principal (en les contraignant à emprunter les voies pour y former des marres vaseuses surtout au niveau des crevasses). Pour l'entreprise « Frechè Lokal », quant à elle, les rejets participent certes dans la dégradation de l'environnement du site, mais ils n'affectent pas directement le réseau étudié. Étant du côté de la commune de Cité-Soleil de la Route Nationale #1 (limite administrative entre les communes Tabarre et Cité-Soleil), elle est desservie par un réseau

de caniveaux de cette commune. Elle n'est donc pas prise en compte parmi les activités secondaires qui affectent réellement le fonctionnement du réseau.

La carte suivante fournit une représentation de l'organisation de ces activités par rapport au réseau d'assainissement.

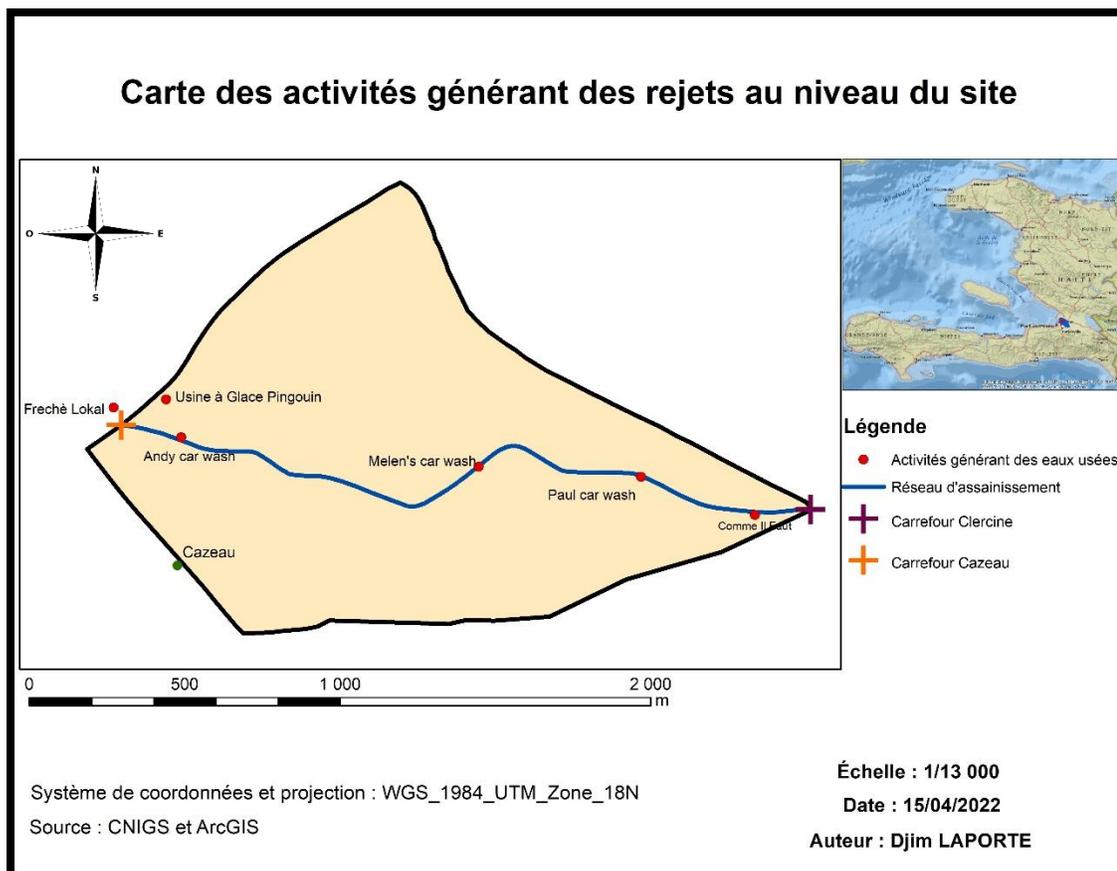


Figure 24 - Carte des activités générant des eaux usées sur le réseau.

4.3.8 L'incapacité du tronçon à transporter les débits pluviaux enregistrés

La connaissance des capacités de transport du réseau et la demande d'évacuation du site sont une condition nécessaire ayant permis de prouver l'incapacité du réseau par rapport à l'importance des volumes à évacuer.

4.3.8.1 Les résultats des calculs hydrauliques

Ces calculs ont permis de déduire la fragilité du tronçon du réseau d'assainissement par la détermination de sa capacité à répondre aux demandes d'évacuation du bassin versant.

4.3.8.1.1 La capacité solide

La capacité solide du tronçon est obtenue par la formulation de Laplace : $D_{50} = 10^4 * R_h * I + 0.5$ (valable pour $D_{50} \geq 0.5$ mm). Cette formulation considère le diamètre médian, c'est-à-dire la taille des particules qui divise la plage des diamètres des particules présentes en deux parties égales.

Évalué à **35.45 mm**, en se référant aux considérations présentées à l'**Annexe 4**, puisque D_{50} se trouve supérieur à 2 mm, le conduit est très exposé à l'érosion. En effet, ce phénomène tendra à dégrader l'ouvrage. Donc, cela provoquera des modifications fonctionnelles locales ou sur tout le tronçon considéré. Alors, le réseau est davantage fragile à la défaillance.

4.3.8.1.2 La capacité liquide (Q_c)

Le réseau étudié étant de type unitaire, alors sa capacité a été déterminée par l'application de la formule Chézy aux systèmes d'assainissement unitaires ou pluviaux : $Q_c = V * S = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2} * S$. Cette formule, avec le coefficient de Bazin fixé à **0.46**, prend en compte la possibilité qu'il y ait dépôt sur les parois du conduit. L'évaluation de cette capacité s'appuie sur les caractéristiques géométriques du réseau (voir l'**Annexe 10**). Elle vaut en effet **2.79 m³/s**. Techniquement, c'est le volume liquide que le réseau est capable de transporter par seconde. Au-delà de ce volume, le réseau devient automatiquement défaillant et se mettra à déborder.

4.3.8.1.3 Le débit de pointe (Q_p) du bassin versant

La superficie du bassin versant étudié ($A = 1.75 \text{ km}^2$) valide le principe fondamental de la méthode rationnelle de l'hydrologie déterministe qui n'est applicable que pour des bassins versants dont les superficies n'excèdent pas 4 km^2 ($1.75 \text{ km}^2 < 4 \text{ km}^2$).

Le débit maximum de crue (ou encore le débit de pointe) est obtenu en utilisant la formule : $Q_p = 0.278CIA$. Et, s'agissant d'un réseau d'assainissement urbain, la période de retour considérée est généralement de 10 ans, comme pour la construction d'autres types d'ouvrages urbains ou des projets de cette envergure. Ce débit prend en compte le coefficient de ruissèlement $C = 0.95$, l'intensité de la pluie $I = 44.83 \text{ mm/h}$, le temps de

concentration $T_c = 47.82 \text{ mn}$ et la pente moyenne du bassin versant $p = 1\%$ (voir l'Annexe 3). Ce débit vaut $20.69 \text{ m}^3/\text{s}$.

Une pluviométrie moyenne de 141.42 mm a été également déterminée pour toute la commune de Tabarre. En utilisant la loi statistique de Gauss, avec un écart-type de 72.57 mm , la pluie décennale obtenue est de 449.90 mm . Suivant la répartition annuelle de la pluviométrie, cette hauteur décennale est plus probable d'être atteinte au mois de mai (voir la Figure 25).

En effet, le débit de pointe pour ce bassin versant est le débit maximum qui sera atteint pour une averse décennale de 449.90 mm tombée sur une durée qui est au moins égale au temps de concentration qui est de 47.82 mn . En considérant la capacité ($2.79 \text{ m}^3/\text{s}$) liquide du réseau, ce débit lui est largement supérieur.

4.4 L'analyse des résultats obtenus

En se basant sur les résultats des calculs hydrauliques, l'hypothèse de l'étude stipulant que : « **Le problème d'assainissement constaté à Cazeau surtout lors des épisodes pluvieux peut être expliqué par le sous-dimensionnement du réseau.** » est vérifiée. Car, comparé à la capacité d'évacuation du réseau, le débit maximum du bassin versant est **7.41** fois plus important. Cela prouve qu'en marge des autres causes, nées des interventions, des transformations et d'une gestions inadéquat de l'environnement, ce système d'irrigation transformé en réseau d'assainissement est inadapté à remplir cette dernière fonction.

CHAPITRE V

5 PERSPECTIVE AU REGARD DE L'ODD 6 DE L'ONU

Depuis la création de l'ONU en 1945, Haïti comptait parmi les premiers pays à rejoindre ce vaste programme réunissant leaders et chefs d'États de nombre pays du monde. Étant une organisation à portée mondiale, en voulant donner aux 189 pays membres un référentiel en matière de développement durable, à New York en 2000, ont vu le jour les 8 Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) qui devraient se réaliser à l'horizon 2015. En effet, en 2013, le gouvernement haïtien de l'époque, avec l'appui du PNUD, a présenté un rapport des avancés effectués au regard de ces objectifs dont l'échéance serait à son porte deux ans plus tard.

Devant la nécessité de poursuivre ces objectifs non achevés, en 2015 ils ont été adaptés en 17 autres objectifs dénommés « les 17 Objectifs de Développement Durable ». Cette fois, ce sont 193 pays qui s'y sont attelés. Parmi ces objectifs mondiaux, plusieurs d'entre eux cibles des défis environnementaux et sanitaires. C'est le cas de l'ODD 6 qui embrasse la problématique de la qualité de l'eau et de l'assainissement pour un environnement mondial où il fait bon et beau de vivre à l'horizon 2030. Néanmoins, le pays peine encore à maintenir le cap sur cet objectif-clé pour l'amélioration du cadre de vie de la population haïtienne. Et cela, malgré l'affluence des supports des programmes et des organisations étrangères. Par ailleurs, cette insuffisance ne semble pas datée d'hier.

Historiquement, plus particulièrement pendant environ une vingtaine d'années (1985 - 1995), la question de l'eau et de l'assainissement ne représentait presque aucune charge en termes de préoccupations pour les gouvernements haïtiens qui se sont succédé (DINEPA, 2011). Bien qu'insuffisantes, de maigres sommes étaient allouées à l'eau potable. Néanmoins, la question de l'assainissement n'a même pas été effleurée. L'année 2009 a vu la création de la DINEPA et la publication d'une loi-cadre promulguant une réforme institutionnelle, économique, technique et surtout sociale au niveau du secteur EPA. En décembre de cette même année, au conseil de l'Ile-de-France, un atelier réunissant les représentants de plusieurs organismes intervenant en Haïti (l'AFD en particulier) a opté pour des réformes et des actions décentralisées pour une meilleure

gestion des problèmes d'assainissement sur tout le territoire. Cependant, il a fallu attendre jusqu'en 2011 pour avoir au niveau de la DINEPA une Direction Assainissement propre à ce sous-secteur qui devait intervenir par le biais des Offices Régionaux d'Eau Potable et d'Assainissement (OREPA) (DINEPA, 2014).

Bien que la présence de la DINEPA soit devenue incontournable pour l'avancement du sous-secteur de l'assainissement, elle est loin d'être l'unique organe qui participe dans l'apport des solutions à ses nombreux problèmes. L'écosystème de ce sous-secteur renferme alors plusieurs catégories d'acteurs qui agit chacun suivant leurs attributions et leurs politiques. En effet, ils participent tous directement ou indirectement dans le processus de résolution des problèmes liés à l'assainissement. Il convient alors dans ce chapitre d'analyser les apports d'acteurs importants et les différentes dispositions qui régissent les actions au niveau de ce sous-secteur afin de mieux positionner le pays par rapport au paradigme prôner à travers l'ODD 6.

5.1 Les dispositions institutionnelles et les acteurs concernés

Ils peuvent être catégorisés en deux groupes, les acteurs qui œuvrent au sein du sous-secteur de l'assainissement. Ils sont soit des acteurs nationaux qui agissent directement sur la problématique ou des acteurs exogènes qui apportent leurs contributions.

5.1.1 Les acteurs nationaux

❖ *Le MDE*

Crée par la loi du 28 janvier 1995, le Ministère De l'Environnement est l'instance étatique impliquée dans toutes les activités qui se réalisent autour de l'environnement. Pour prendre en compte les conditions sanitaires et pour améliorer le cadre de vie de la population, il a été créé une direction spécialisée appelée « Direction du cadre de vie et Assainissement ». Par le décret du 16 septembre 2020 qui organise le Ministère de l'Environnement, cette direction est chargée de remplir une quinzaine d'attributions avec l'appui du SNGRS (Service National de Gestion des Résidus Solides), de l'ONQEV (Observatoire National de la Qualité de l'Environnement et de la Vulnérabilité) et de l'INARHY (Institut National des Ressources Hydriques).

- ***Le SNGRS***

Le SNGRS est l'organe qui remplace le SMCRS qui était sous la tutelle du MTPTC. Sous l'égide du Ministère De l'Environnement, le Service National de Gestion des Résidus Solides (SNGRS), dont les attributions sont décrites dans l'article 86 du décret du 16 septembre 2020, doit assurer non seulement la collecte des déchets solides, d'origines variées, les trier, les valoriser... mais doit aussi jouer un rôle d'opérateur de contrôle. Notamment, vis-à-vis des acteurs du secteur privé.

- ***L'ONQEV***

L'ONQEV est un organe normatif de recherche qui est chargé de collecter des données, les analyser pour produire des informations utiles dans le domaine de l'environnement afin de mieux fixer les balises concernant les interventions, les actions et les rejets. Il travaille en synergie avec l'INARHY pour mieux aborder les normes par rapport à l'utilisation de l'eau au quotidien sous quelle que forme que soit.

- ***L'INARHY***

Les attributions de l'Institut National des Ressources Hydriques vont dans le sens que celles de l'ONQEV, néanmoins les efforts de l'INARHY se concentrent autour de la ressource en eau. Il veille à l'application des politiques du gouvernement dans ce secteur, l'élaboration et le respect des normes d'utilisation. Il a également pour attribution d'intervenir sur le marché (en faisant des contrôles surtout auprès des entreprises ayant une licence de fonctionnement) pour défendre les intérêts et le bien-être des consommateurs.

- ❖ ***Les municipalités***

Le décret de 2006 sur la responsabilisation et l'administration des municipalités, par le biais d'un conseil communal élu tous les quatre (4) ans, donne aux communes assez de provisions légales pour effectuer certaines interventions locales dans plusieurs domaines. Notamment, celui de l'assainissement. En effet, les mairies sont les instances qui prennent en compte la gestion immédiate des ouvrages et l'assainissement direct des communes. Elles ont à identifier les problèmes, les soumettre aux autorités compétentes afin de trouver les appuis et supports nécessaires pour les contrer.

❖ *La DINEPA*

Créée par une loi-cadre de 2009, la DINEPA est chargée de l'implémentation des politiques publiques de l'État pour le secteur Eau Potable et Assainissement (EPA), de leur régulation et de contrôler les interventions des différents acteurs (ROCHAT, 2018).

La Direction Nationale de l'Eau Potable et Assainissement, pour le sous-secteur de l'assainissement, à travers les OREPA, s'intéresse spécifiquement à la gestion et la prise en charge des eaux usées domestiques. Quant aux déchets solides, aux eaux pluviales, aux rejets industriels et ceux des hôpitaux, ils sont du ressort des municipalités, du MTPTC et du MSPP (DINEPA, 2014).

❖ *Le MTPTC*

L'attribution du MTPTC concerne principalement les ouvrages destinés à l'assainissement, à la gestion et la distribution d'eau potable. Il joue un rôle prépondérant dans la mise en place des politiques d'approvisionnement en eau et des services d'assainissement en coordonnant les différentes activités depuis l'établissement, en passant par le financement jusqu'à l'exécution des projets dans ce secteur. Il assure, entre autres, le contrôle, la supervision et l'évaluation de l'état de tous les ouvrages destinés à l'assainissement des routes (SAADE, 2005).

❖ *Le MSPP*

Le MSPP, avec sa Direction d'Hygiène Publique (DHP), s'intéresse à l'assainissement et les conditions d'hygiène de la population. Il a pour mission de s'assurer du respect des normes sanitaires obligatoires. Avec le POCHEP (Poste Communautaire d'Hygiène et d'Eau Potable), il intervient également dans le système d'approvisionnement en eau potable.

❖ *Le MARNDR*

Le MARNDR, à travers le SNRE, participe plutôt dans la mise en place d'une base de données hydrométéorologiques permettant de contrôler et de mieux gérer les ressources en eau. Ces données permettront de prévoir de potentielles contaminations des eaux souterraines par rapport aux rejets liquides qui tendent à s'infiltrer jusqu'aux nappes phréatiques.

❖ *Le MPCE*

Le Ministère de la Planification et de la Coopération Externe est tenu d'élaborer des plans nationaux en application aux politiques publiques de planification pour plusieurs secteurs parmi lesquels le secteur de l'EPA. Il intervient donc dans la question de l'aménagement du territoire.

❖ *Le MICT*

Le Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Territoriales intervient dans la question de l'aménagement du territoire. Alors, il a pour attribution d'accompagner les municipalités dans les travaux de mise en place des ouvrages d'assainissement pour l'aménagement des villes.

❖ *Le CIAT*

Le CIAT, créé en 2009, est un comité réunissant plusieurs ministères dont l'attribution est de définir la politique gouvernementale en rapport à l'aménagement du territoire, à la protection et la gestion des bassins versants, à la gestion de l'eau, à l'assainissement, à l'urbanisme... (Les ateliers maîtrise d'œuvre urbaine, 2015).

❖ *Le secteur privé et certains particuliers du secteur informel*

Cette catégorie est composée d'une poignée de compagnies - environ 14 étaient reconnues après le séisme - et d'un grand nombre de particuliers dispersés à travers le pays appelés « *bayakou* » (qui signifie « vidangeur manuel » en langue vernaculaire) qui interviennent spécifiquement au niveau du processus de vidange (DINEPA, 2014).

5.1.2 Les acteurs exogènes

Dans le cadre de coopérations, d'aides humanitaires ou sous de multiples autres formes de supports, les acteurs internationaux sont nombreux à intervenir dans ce sous-secteur (l'assainissement). Parmi ces acteurs, certaines sont des ONG, des programmes ou organismes passagers qui viennent pour des missions bien spécifiques. Par ailleurs, d'autres s'installent au pays et créent un cadre sur le long terme. Comme le GRET par exemple qui est une ONG française qui prend siège en Haïti depuis l'année 1995 (<https://www.gret.org/les-pays/amerique-latine-caraibe/haiti/>).

Ci-dessous est présentée une liste non exhaustive d'acteurs internationaux intervenant directement ou indirectement au niveau du sous-section de l'assainissement :

- ONU ;
- OPS ;
- OMS ;
- CDC ;
- PEPA ;
- UNICEF ;
- Etc.

5.2 Les dispositions législatives

Le corpus législatif en matière d'assainissement renferme un ensemble de lois et de décrets qui ont été pris dans l'objectif de donner un cadre légal aux interventions : soit en termes de restrictions, de sanctions ou en vue de mieux permettre le déploiement des politiques publiques pour ce sous-secteur. Parallèlement, comme les dispositions institutionnelles, les lois qui régissent la question de l'aménagement du territoire cohabitent à celles qui promeuvent l'assainissement, dans la mesure où les plans d'aménagement du territoire sont généralement accompagnés des plans d'assainissement. Alors, la liste des dispositions présentées ci-dessous concerne autant ces deux secteurs transversaux. Elles sont majoritairement datées des années 1900 :

- Le code de l'urbanisme : juillet 1937 et mai 1963
 - Décret-loi du 22 juillet 1937 : urbanisme et gestion des ordures ménagères,
 - Loi du 29 mai : eaux usées et assainissement (qui établit des règles spéciales sur l'habitation et l'aménagement des villes et des campagnes en vue de développer l'urbanisme) ;
- Lois sur l'attribution des communes : septembre 1937 ;
- Le code de l'hygiène : juin 1942
 - Loi du 24 février 1919 : Service National d'Hygiène Publique
 - Arrêté du 12 avril 1919

- ✓ Article 1 : les règlements sanitaires,
- ✓ Article 2 : les sanctions ;
- Le code rural de 1960 : dans plusieurs de ses articles, l'aménagement et l'assainissement en milieu rural sont traités ;
- Lois sur l'attribution du Ministère des Travaux Publics : juillet 1978 (gestion et entretien des ouvrages d'assainissement) ;
- Le décret du 3 mars 1981 créant une loi-cadre régissant la gestion et l'élimination des déchets et prévoyant en même temps les sanctions appropriées ;
- Le décret sur le lotissement : 6 janvier 1982 ;
- Le décret sur les voies publiques : 1er juin 2005
 - Article 7 : sur l'ouverture des voies publiques qui doit prendre en compte le lotissement pour le drainage et la circulation des eaux pluviales et ménagères en provenance des ménages ;
- Le décret sur la mitigation des risques et urbanisme : 12 octobre 2005
 - Article 70 : il reprend les dispositions de la loi du 29 mai 1963 sur les établissements représentant une source de danger pour leurs voisinages ;
- Le décret organisant le Ministère De l'Environnement : 16 septembre 2020
 - Article 68 : les attributions de la Direction du Cadre de Vie et Assainissement (DINEPA, 2014 ; CIAT, 2013).

5.3 Les dispositions socio-éducatives

L'éducation sanitaire de la population est assurée par certaines associations et organisations qui se spécialisent dans la formation des enfants et des jeunes. Ils sont pour la plupart des ONG, des programmes internationaux comme l'UNICEF... et des institutions étatiques comme le MENFP et la DINEPA. Quant au Ministère De l'Environnement, à travers la Direction de l'Éducation relative à l'Environnement, il souhaite intervenir dans l'éducation environnementale en soutenant les centres de formation et autres instances qualifiées.

Les interventions se réalisent généralement à travers les établissements scolaires et autres centres d'apprentissage et de formation. La DINEPA, en collaboration avec le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP), intervient dans le milieu éducatif en se référant aux directives de l'OMS pour mettre à sa disposition une liste de recommandations en matière d'assainissement. Ces dispositions sanitaires concernent l'hygiène en milieu scolaire et s'accroissent sur l'aspect technique de la conception des toilettes en faisant cas des particularités liées à chacun des deux sexes.

5.4 L'analyse des dispositions

Cette analyse s'étend sur plusieurs approches qui concernent spécifiquement le sous-secteur de l'assainissement et, plus loin, elle cible l'ODD 6 dans son volet « assainissement ».

5.4.1 La problématique de l'aménagement du territoire et de l'assainissement

L'aménagement du territoire n'est guère un souci quand il s'agit de petites cahutes dispersées çà et là où la gestion des déchets et excréments se fait avec davantage de facilité. Néanmoins, la situation se corse quand l'agglomération voire l'urbanisation s'amorce en absence de mesures idoines.

À l'instar de Port-au-Prince, la situation des autres espaces fortement urbanisés du pays laisse à désirer. En dépit des dispositions légales existant depuis 1937 (code de l'urbanisme), les maisons champignonnent partout, et ce, aux antipodes des normes d'assainissement. Selon la Banque Mondiale (citée dans LACROIX, 2022), entre 1980 et 2020, soit en quarante ans, la population urbaine en Haïti a connu une augmentation fulgurante de **177.94%**. Et selon la même source citée précédemment, sur cette même période la densité de population a connu une augmentation de **102.06%** sur tout le territoire du pays. Ce chiffre est donc inquiétant puisque les espaces colonisés n'étaient pas encore aménagés de façon à recevoir ces densités de population.

S'agissant des problèmes d'assainissement, la population est constamment en proie à de nouveaux défis. La création du CIAT en 2009 n'a pas atténué la situation puisque les mêmes pratiques de peuplement de l'espace continuent et quelquefois sans tenir compte

des besoins sanitaires de base (la pratique de la défécation à l'air libre est encore monnaie courante dans plusieurs quartiers urbains et est très répandue en milieu rural). Selon la Banque Mondiale (2020), **18.13%** de la population haïtienne défèque à l'air libre. Des systèmes d'assainissement qui respectent les normes d'urbanisme font également défaut. Selon la DINEPA (2014), aucune des villes haïtiennes ne possède un système d'assainissement collectif. Par exemple : le cas de la commune de Tabarre présenté au chapitre précédent montre que le réseau en place n'est qu'un travestissement d'un système d'irrigation agricole en réseau de collecte d'eaux pluviales.

En effet, devant la passivité du MICT, du MPCE... et du CIAT en particulier, certaines municipalités s'appliquent à mettre en place leurs propres stratégies d'assouvissement afin de contourner les retombées de l'inapplication ou encore de l'inefficacité des politiques d'urbanisme. Et vu l'absence d'une approche collective ou globale, la plupart des communes se retrouvent du mauvais côté de la balance après que certaines autres ont résolu de faire cavalier seul. C'est le cas des municipalités comme Tabarre et Cité-Soleil défavorisées par rapport aux communes Pétion-Ville et Delmas. La commune de Delmas par exemple se trouve en amont et surplombe les deux premières. Et puisque le support d'assainissement hydraulique de Delmas est formé d'un réseau de caniveaux qui lui permet de faire l'évacuation de ces eaux pluviales sans tenir compte de leur acheminement jusqu'à un exutoire commun, les communes Tabarre et Cité-Soleil reçoivent sous forme d'inondation la totalité des eaux pluviales et des déchets provenant de ces hauteurs. Alors, ces communes comme tant d'autres du pays paient l'absence d'une politique nationale d'aménagement du territoire au prix de l'augmentation de leurs lots de problèmes d'assainissement.

5.4.2 Le manque d'assistance des autorités locales vis-à-vis des municipalités

Le conseil communal est le garant de l'assainissement local. Pour effectuer ses travaux, il fait souvent appel aux institutions étatiques dépendamment du type d'intervention qu'il souhaite effectuer. Les appuis peuvent être de type financier ou technique. Les supports techniques viennent généralement du MTPTC ou du SNGRS. Pour que ces interventions soient possibles, les responsables municipaux doivent souvent disposer d'un fonds pour la logistique. C'est-à-dire pour le carburant ou de potentiels

autres travaux d'entretien pour les matériels. À défaut de ce capital, les autorités municipales risquent de ne pas obtenir le support sollicité.

Pour l'aide financière, les municipalités s'orientent généralement vers le Ministère De l'Environnement. Mais, leurs demandes ne sont pas toujours agréées : soit pour cause de manque de fonds nécessaires, soit en raison des nombreuses autres préoccupations de ce ministère au moment des requêtes... Alors, parmi les directions du MDE certaines sont sous-traitées et renvoyées au rang de second. Il suffit simplement de constater l'état dans lequel se trouve les villes, Port-au-Prince en particulier, pour en déduire la place qu'occupe la Direction du cadre de vie et Assainissement au sein du MDE. En effet, ce manque d'assistance réduit les marges d'actions des municipalités à assainir les villes et fragilise davantage, par la même occasion, le cadre de vie des citoyens.

5.4.3 La faiblesse et la vétusté des lois

En dépit de la volonté de s'allier à l'ODD 6 qui s'inscrit dans une dynamique plutôt nouvelle (courant de pensée qui a pris naissance au début des années 2000), les lois haïtiennes qui régissent l'assainissement sont majoritairement vieilles de plusieurs décennies (à part quelques décrets qui datent des années 2000). Malheureusement, elles ne sauraient être applicables dans le contexte actuel d'urbanisation effrénée où les besoins d'assainissement croissent. Ces lois très anciennes ont été promulguées lorsque le pourcentage de la population urbaine se situait en dessous de 25% et les volumes de déchets produits n'étaient pas aussi importants.

Bien qu'elles soient anciennes, les lois qui régissent le domaine de l'assainissement et de l'aménagement du territoire restent méconnues du grand public. Et parmi les multiples dispositions de l'État en matière de gouvernance, celles concernant le sous-secteur de l'assainissement repose majoritairement sur les épaules de la Direction Assainissement de la DINEPA pour leur application. Malheureusement, cette direction à elle seule ne peut faire avancer le sous-secteur sans l'appui de textes de lois pouvant lui garantir la souveraineté d'agir, de faire appliquer les politiques publiques de l'État, de faire valoir les normes et de sanctionner les contrevenants.

L'un des décrets les plus récents pris en 2020 sur l'organisation du Ministère De l'Environnement a encore passé à côté de la problématique de l'assainissement. Il n'a pas fourni assez de provisions légales pour approcher les problèmes d'assainissement actuels. L'État se circonscrit dans une démarche qui ne fait qu'effleurer les besoins immédiats. Il ne fait que reprendre les anciennes lois dans de nouveaux fascicules. À titre d'exemple, le document de synthèse présenté par CIAT en 2013, en reprenant toutes les anciennes lois sur l'aménagement de l'espace et l'assainissement sans les adjoindre à de nouvelles, soutient cette approche que le pays subit une carence législative dans ce domaine.

Cette situation d'absence d'une loi-cadre pour ce sous-secteur en particulier est profitable à quelques-uns. Car, depuis un certain temps, à côté des compagnies privées qui se spécialisent dans la vidange des sanitaires, il y a une émergence de vidangeurs manuels travaillant dans des conditions sanitaires non contrôlées et qui se livrent clandestinement dans ce métier. Ces particuliers, n'ayant aucune connaissances appropriées dans ce domaine, et ne disposant d'aucun outil approprié, ne cesseront de s'exposer eux-mêmes et la communauté toute entière aux dommages sanitaires.

5.4.4 L'absence d'un cadre de prise en charge des rejets liquides des déchets solides

En Haïti, les rejets liquides comme les déchets solides n'ont qu'une seule destination, la nature. Et ce, sans subir de traitements préalables. Pour les réseaux d'assainissement, les eaux sont généralement acheminées via un système de canalisation simple (c'est-à-dire sans aucun dispositif de prélèvement ni de traitement) jusqu'à l'exutoire. Cet état de fait correspond à celui décrit dans le chapitre précédent pour la Plaine du Cul-du-Sac où toutes les eaux qui viennent en amont de Tabarre, quelles que soient leurs natures, se déversent dans les lits de la Rivières Grise.

Sachant que la Plaine du Cul-de-Sac est très exploitée par les compagnies de commercialisation d'eau de boisson et la DINEPA qui compte à présent près d'une quinzaine de forages, l'infiltration des rejets non traités vers la nappe phréatique pourrait représenter un danger pour la santé publique. Déjà, il est avéré que les maladies d'origine hydrique sont fréquentes dans le pays : en 2010, après le séisme, le choléra a fait pas mal

de victimes. Selon la DINEPA (2014), **26%** de la mortalité infantile due aux maladies diarrhéiques sont liés à ces conditions non hygiéniques.

Pour les déchets solides, les dépotoirs pullulent surtout au niveau de la région métropolitaine. Le plus important est le centre de décharge « Truitier » (dans la commune de Cité-Soleil). Les services régionaux en ont fait un dépotoir public. Cependant, à l'instar de tous les autres disséminés à travers les villes, les déchets y sont déposés et abandonnés sur place. Ceux qui sont biodégradables et putrescibles subiront la putréfaction ; tandis que ceux non biodégradables, comme les déchets en plastiques ou en styrofoam, mettront des années à se dégrader. En effet, le travail de valorisation des déchets attribué au SNGRS est encore absent. Cela accentue davantage la faiblesse des institutions étatiques en matière d'apport de solutions à la problématique de l'assainissement.

5.4.5 Le sous-financement du sous-secteur de l'assainissement

Depuis sa création en 2011, le sous-secteur de l'assainissement reçoit pour son financement des aides qui viennent majoritairement de l'extérieur (DINEPA, 2014). La principale source nationale de financement est le Trésor Public à travers le MDE. Néanmoins, comme il est déjà expliqué dans les lignes précédentes, ce sous-secteur est généralement traité en parent pauvre. Les maigres sommes qu'il reçoit ciblent particulièrement la gestion des eaux grises et des eaux pluviales.

Ce manque de moyen n'est pas que financier. Le sous-secteur fait également face à de grandes difficultés sur le plan technique. Pour toute la région métropolitaine, il n'existe à date pas plus de deux (2) camions compressifs et huit (8) tricycles pour entreprendre les travaux de ramassage et de transport des déchets solides. La plupart des villes n'utilisent que leurs propres moyens avec le support de certains citoyens pour faire face à ces besoins constants d'assainir leurs environnements.

En dépit de cela, au niveau des communes, tous les systèmes de gestion, quand ils existent, sont normalement au solde des autorités municipales. Car, les citoyens ne sont liés à aucunes exigences légales leur déduisant une cotisation obligatoire pour la reproductibilité des services d'assainissement. En effet, vu que les services fournis ne sont pas rémunérés, sans le financement de l'État central il est de plus en plus difficile

pour les conseils municipaux de mener à bien la gestion et l'assainissement des communes.

5.4.6 Centralisation des services d'assainissement

La concentration des services dans les villes, notamment à Port-au-Prince, est l'un des moteurs de l'ultra-urbanisation du pays et la relégation du milieu rural au rang du pays de *l'en dehors* (expression utilisée pour signifier son exclusion de la vie nationale). Alors, le pays évolue dans le sens de la dynamique de l'urbanisme galopant : le rural est sous-représenté dans presque tous les secteurs du pays, il est privé de la quasi-totalité des services de base, particulièrement les services d'assainissement.

Selon l'OMS (citée dans SAADE, 2005), **24.8%** de la population rurale n'avaient pas accès à des services d'assainissement. Vu la détérioration du cadre de vie de la population haïtienne, ce chiffre devrait augmenter durant ces dernières dizaines d'années, surtout après le séisme qui a empiré la situation de l'aménagement du territoire et mis à nue la vulnérabilité du pays. Ces gens-là vivant en milieu rural sont les plus vulnérables à l'échelle nationale, car l'assistance locale aussi qu'elle puisse être peut à peine répondre aux besoins sanitaires des populations urbaines.

5.4.7 L'ineffectivité de l'approche socio-éducative

La qualité de l'éducation se dégrade d'année en année, les conditions d'apprentissage laissent à désirer. Nombre écoles fonctionnent dans des ambiances sanitaires à déplorer. La plupart, surtout celles qui se trouvent dans le milieu rural, ne possèdent même pas des dispositifs sanitaires de base. Les apprenants sont obligés d'opter pour la défécation à l'air libre. Dans ces conditions il est délicat d'avoir un enseignement qui jette les bases de l'assainissement.

Certaines écoles essaient de démarquer leurs enseignements en inculquant à leurs élèves un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement. Mais, il est de plus en plus difficile d'obtenir des résultats significatifs sur le plan national quand le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP), qui est l'édile de ce domaine, n'en fournit pas dans le cursus scolaire un programme obligatoire et ne prévoit aucun cadre y relatif.

Le programme scolaire joue un rôle important dans la posture des citoyens, mais quand la population a un niveau de formation très faible, il est courant d'avoir des individus mal éduqués et irresponsables. Les marchés publics sont un exemple de cet état de fait. La plupart des commerçants sont des campagnards qui n'ont jamais entendu parler de l'assainissement de leurs vies. D'autres, en ont peut-être entendu parler, mais ne possèdent pas la formation adéquate pour se transformer en acteurs responsables. Alors, ces lieux d'échange de produits divers sont en partie à la base de l'insalubrité au niveau du pays.

Suivant les données d'EMMUS VI (citées dans LAMBERT, 2018), pour les enfants de 6 à 11 ans, 91% en milieu urbain et 80% en milieu rural suivaient un cycle d'enseignement. En effet, il est vrai que le pays fait des efforts sur le plan éducatif en termes de nombre, mais le programme suivi et la formation globale de la population est tout aussi importante. Alors, la faiblesse du système éducatif haïtien jumelée au manque d'accès de la population à une formation adéquate augmente les comportements inappropriés au regard de l'environnement ainsi que de son assainissement.

Le social, incluant l'éducation, représente l'un des piliers qui soutiennent l'édifice des Objectifs de Développement Durable. Les tenants des ODD postulent pour que l'atteinte de ces objectifs soit bénéfique pour le bien-être social des individus tant sur le plan éducatif que sur l'angle de l'égalité des chances. Selon LACROIX (2019), l'Indice de Développement Humain pour cette année-là oscillait autour de **0.51** - bien en dessous de la moyenne. Alors, à voir l'évolution annuelle des chiffres de l'IDH pour le pays, les efforts à déployer sont davantage importants et requièrent de nouvelles stratégies pour se mettre en phase avec l'Agenda 2030.

5.5 Une projection à l'horizon 2030

Permettre à tous, sans exclusion aucune, d'accéder à des conditions hygiéniques de vie par la mise en place de services d'assainissement profitables au bien-être des populations, tout en faisant cas des personnes les plus vulnérables (ODD 6.2) (ONU ; citée dans PNUD, 2015). L'atteinte de cet objectif est la résultante d'un ensemble d'actions responsables et orientées vers une approche globale et participative. Alors, l'implication de tous les acteurs s'avère nécessairement incontournable. Néanmoins, partant de la

responsabilisation de l'État et des citoyens jusqu'à l'organisation territoriale de la vie et de la distribution des services d'assainissement, tout paraît ne pas convenir au schéma prôné à travers l'ODD 6.

De plus, la montée de l'urbanisation improvisée, l'abandon des institutions étatiques qui règlent la question de l'assainissement, l'obsolescence des normes et des lois, la faiblesse du système éducatif... sont la plaque tournante de cette réaction en chaîne qui a débouché sur le problème actuel : la difficulté à répondre aux exigences sanitaires. Alors, dans cette matrice où les retombées détériorent les conditions de vie de la population, les actions d'un ensemble d'acteurs-clés sont remises en cause : ceux qui gèrent l'aménagement du territoire, la mise en place des normes d'assainissement, le traitement des effluents (avant leur évacuation dans le milieu naturel)... Et surtout le secteur éducatif qui est un pilier et un vecteur pour la promotion des comportements responsables.

En effet, vu la complexité qui accompagne la situation actuelle de l'aménagement du territoire au niveau du pays et la défaillance structurelle du système d'assainissement global, des politiques publiques adaptées au contexte et orientées en fonction des exigences du moment doivent servir de cheval de Troie aux acteurs. Cela consiste d'abord en un divorce aux lois et aux normes traditionnelles vieilles de plusieurs décennies pour en adopter d'autres. Pour ce faire, ces acteurs doivent revoir leurs organisations afin de se munir d'outils aptes à répondre aux nouvelles questions que soulèvent l'état sanitaire du pays.

En Haïti, l'Agenda 2030 fait couler beaucoup d'encre. Cependant, en se basant sur les dispositions institutionnelles, législatives, sociales et éducatives, il s'avère que le pays y va en trotinant. L'une des plus grandes défaillances est que ni la législation haïtienne ni les politiques publiques n'engagent les considérations appropriées au regard des dispositions ONUsiennes partagées par l'État haïtien et qu'il s'est engagé à atteindre à l'horizon 2030.

En effet, 2030 est à moins d'une dizaine d'années, les analyses des dispositions ont montré que les acteurs du sous-secteur d'assainissement et des secteurs transversaux sont lents à agir de façon tempestive et adaptée à la situation sanitaire du pays. Alors, la

cadence actuelle et l'inadéquation de ces dispositions tendent à repousser davantage les possibilités pour que leurs actions améliorent la situation voire mener le pays vers l'atteinte de l'ODD 6 (sur le plan de l'assainissement en particulier), du moins, à l'horizon 2030.

CHAPITRE VI

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude consiste en une contribution à la recherche des origines de la défaillance du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre et promet une vision globale pour approcher la problématique de l'assainissement en Haïti.

Le tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre confronte un énorme problème d'évacuation des eaux usées qu'il reçoit. En conséquence, c'est l'environnement de la localité de Cazeau en particulier qui subit les retombées environnementales directes, parmi lesquelles : la stagnation d'eaux usées. Alors ce travail a permis de diagnostiquer ce problème, d'en extraire des causes et de proposer quelques mesures palliatives.

Les résultats de l'évaluation faite sur ce tronçon du réseau d'assainissement et les enquêtes menées ont montré que le problème mérite d'être approché avec délicatesse, et ce, en agissant sur les diverses causes qui l'on généré. Ces causes sont d'abord structurelles au réseau, ce qui explique sa défaillance technique. Ensuite, elles sont liées à la faiblesse des organes locaux à gérer les déchets solides et toutes les formes de rejets liquides (causes environnementales). En outre, elles proviennent de l'aspect non contrôlé de l'aménagement du territoire. Et enfin, elles émanent des retombées des réalités hydrauliques des communes Pétion-Ville et Delmas se trouvant en amont.

En effet, le dimensionnement et l'orientation du réseau ne répondent pas à sa fonction actuelle et trahissent celle de départ. Avant, il servait la cause agricole de la Plaine du Cul-de-Sac. Il alimentait en eau des parcelles de ce vaste plaine (ce fut un réseau d'irrigation). Les résultats hydrauliques présentés au chapitre 4 ont montré que ce réseau peut à peine transporter le quart du volume maximal des eaux pluviales qu'il reçoit. Et ces résultats ont permis de confirmer l'hypothèse qui stipule que : « Le problème d'assainissement constaté à Cazeau surtout lors des épisodes pluvieux peut être expliqué par le sous-dimensionnement du réseau d'assainissement. »

La comparaison entre les différentes cartes d'occupation de sol a montré que le phénomène d'urbanisme, réduisant l'infiltration et augmentant le ruissèlement et la production des déchets, est l'une des causes de la défaillance du réseau. Ce problème tend à s'empirer avec le temps et l'affluence d'une part importante de la population de la région métropolitaine vers la commune de Tabarre. De surcroît, les résultats obtenus prouvent que les influences d'autres bassins versants en amont amplifient les retombées de la défaillance du tronçon étudié. Donc, cela soulève la nécessité d'une approche plus globale qui concerne le sous-secteur de l'assainissement et d'autres secteurs transversaux comme celui de l'aménagement du territoire.

Tout compte fait, bien que limité, dans l'approche, la méthodologie et dans les ressources, ce travail a, d'une part, ouvert une fenêtre sur des réflexions sur les conditions sanitaires de la population de Tabarre, en particulier celle de l'environnement du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de cette commune. D'autre part, il attire l'attention autour de la problématique de l'assainissement en Haïti. Plus globalement, dans la mesure où il a permis de faire état des faiblesses des dispositions liées à ce sous-secteur, il en a présenté un diagnostic et en a fourni un sentier pour poser des jalons capables de mettre le pays sur le cap de l'Objectif de Développement Durable 6 (pour l'assainissement en particulier).

Somme toute, en guise de recommandations :

- Le réseau d'assainissement de Tabarre doit être redimensionné et réadapté suivant la dynamique de l'occupation du territoire, de la réalité hydrographique des bassins versants d'amont et équipé suivant les normes sanitaires pour la collecte, le transport et le traitement des eaux usées. Cela doit se faire en suivant un plan d'aménagement du territoire à travers des actions conjointes entre les autorités et les différents acteurs des communes Tabarre, Pétion-Ville, Delmas et Cité-Soleil ;
- Le problème de la surproduction de déchets peut être une source de nouvelles opportunités. Les déchets peuvent être recueillis et triés depuis leurs lieux de production (tri à la source) :

- Une partie (la partie recyclable) sera valorisée et réutilisée à diverses fins. Cela permettra d'intégrer une forme d'économie circulaire afin de soutenir et de financer les actions au niveau du sous-secteur de l'assainissement ;
 - La partie biodégradable sera utilisée dans l'agriculture pour la fertilisation des terres agricoles.
- La législature haïtienne doit établir une « loi-cadre assainissement » qui fait cas des exigences sanitaires et renforce les institutions. En guise de favoriser la reproductibilité des services d'assainissement, les autorités pourraient également y intégrer le principe « pollueur-payeur ». C'est-à-dire, les acteurs verseront des indemnités en fonction des volumes de déchets produits. En effet, c'est l'un des mille et un moyens de contrôler les rejets et d'approcher, tout en la rentabilisant, la problématique de l'assainissement en Haïti.

CHAPITRE VII

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADAM, P. (2009). PRÉCIS D'HYDROGÉOLOGIE ET FORAGE D'EAU (Tome 2). Cap-Haïtien, Haïti. Imprimeur II, 119p.
2. Association Scientifique et Technique Pour L'eau et l'Environnement. (2017). Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eau pluviales et de collecte des eaux usées (Memento technique). ASTEE, 275p.
3. Banque Mondiale. (2020). Défécation à l'air libre (% de la population). <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SH.STA.ODFC.ZS>
4. BARRAQUÉ, B. (2014). POUR UNE HISTOIRE DES SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT EN EUROPE ET EN AMÉRIQUE DU NORD. Flux N° 97-98 : 4-15.
5. BOKO, B. A. A. (2020). Effet des inondations sur les ouvrages d'assainissement dans l'arrondissement central d'Abomey-Calavi au Bénin. Rapport de fin de formation pour l'obtention de la licence professionnelle. École polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, 64p.
6. CADOSTIN, C. (2019). Diagnostic des problèmes de drainage sur la route nationale #2 au niveau de la localité Bò Dlo (Ti-sous, commune de Carrefour) et propositions de solutions de gestion. Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'État d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, 83p.
7. CIAT. (2013). LOIS ET RÈGLEMENTS D'URBANISME (Synthèse des Textes Législatifs et Règlementaires de l'Urbanisme en Vigueur en Haïti), 96p.
8. Corps d'Ingénieurs District de Mobile et Centre d'Ingénieurs Topographique. (1999). L'ÉVALUATION DES RESSOURCES D'EAU D'HAÏTI. États-Unis, Le bureau du Génie de la région militaire du sud de l'armée des États-Unis, 89p.

9. DÉLONÉ, R. (2014, 10 mars). Tabarre : à quand la fin du désenchantement ? *Le Nouvelliste*. <https://lenouvelliste.com/article/128274/tabarre-a-quand-la-fin-du-desenchantement>
10. DION, Y. (2006). RESTRUCTURATION HYDRAULIQUE ET ENVIRONNEMENT ALE DES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT. Mémoire de maitrise. ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC, Montréal, Canada, 155p.
11. Direction Nationale d'Eau Potable et Assainissement, ps-Eau & Ile de France. (2009). Eau et assainissement en Haïti Réforme sectorielle et développement de la coopération décentralisée et non gouvernementale. Ile de France, 11p.
12. Direction Nationale d'Eau Potable et Assainissement. (2011). LA RÉFORME INSTITUTIONNELLE DE L'EAU POTABLE ET DE L'ASSAINISSEMENT EN HAÏTI. DINEPA, 36p.
13. Direction Nationale d'Eau Potable et Assainissement. (2013). DIRECTIVES TECHNIQUES (Spécificités propres aux toilettes en milieu scolaire), 8p.
14. Direction Nationale d'Eau Potable et Assainissement. (2014). DOCUMENT D'ORIENTATION STRATÉGIQUE POUR L'ASSAINISSEMENT EN HAÏTI. DINEPA, 37p.
15. DJARIRI, M. L. (2009). RÉDUCTION DES COUTS DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT DANS LE CADRE DU PROJET ASSAINISSEMENT PRODUCTIF A AGUIE AU NIGER. Mémoire pour l'obtention de master. Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Niger, Nigeria, 86p.
16. DOLCINÉ, J. (2021). Étude d'un scénario d'aménagement parcellaire en vue d'irriguer les terres ciblées par le projet OCIRIZ dans la localité de Bois Rouge (2ème section communale de Bois De Laurence, commune Mombin crochu). Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'État d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, 53p.
17. DORLÉON, G. (2013). Diagnostic de la gestion des ordures ménagères, des eaux usées et pluviales à Gros-Morne en vue de proposer des stratégies de lutte pour l'assainissement de la ville. Mémoire de fin d'études. Faculté

- d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'État d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, 109p.
18. FALL, M. M. L., & DIALLO, M. O. M. (2009). Etude du réseau d'assainissement des eaux usées de la ville de Thiès : mise en place d'un Système d'Information Géographique. PROJET DE FIN D'ETUDES. ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE (centre de THIES), UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, REPUBLIQUE DU SENEGAL, 118p.
 19. France Terme. (2000, 9 septembre). *Révision de l'arrêté du 7 avril 1987*. <http://www.culture.fr/franceterme/terme/AGRI101>
 20. GONOMY, N. (2014). Cours de Complément d'hydrologie. Document de cours. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'État d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, 57p.
 21. KERLOC'H, B., & MAELSTAF, D. (s. d.). LE DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS, 67p.
 22. LACROIX, I. (2022). Perspective Monde. Université de Sherbrooke. <https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?codeTheme=1&codeStat=SP.URB.TOTL.IN.ZS&codePays=HTI&optionsPeriodes=Aucune&codeTheme2=1&codeStat2=SP.URB.TOTL.IN.ZS&codePays2=HTI&optionsDetPeriodes=avecNomP>
 23. LAMBERT, R. (2018). EMMUS VI : «21 enfants haïtiens sur 100 âges entre 6 et 9 ans ne vont pas à l'école ». Le Nouvelliste. <https://lenouvelliste.com/article/192298/emmus-vi-21-enfants-haitiens-sur-100-ages-entre-6-et-9-ans-ne-vont-pas-a-lecole>
 24. Le Conseil des Communautés Européennes. (1991). DIRECTIVE DU CONSEIL du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. Journal officiel des Communautés Européennes. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=DA>
 25. Le Moniteur. (2009). Arrêté de création du CIAT. N° 25
 26. Le Moniteur. (2020). Décret organisant le Ministère De l'Environnement. 175^e Année – Spécial N° 28

27. Les ateliers maîtrise d'œuvre urbaine. (2015). LA CAMPAGNE, COMME LA VILLE, EST ÉMANCIPATRICE, 103p.
28. MATHIEU, M. (2021, 14 décembre). Cinq mesures pour inciter la séparation à la source des déchets solides en Haïti. *PNUD Haïti*. <https://www.ht.undp.org/content/haïti/fr/home/blog/2021/cinq-mesures-pour-inciter-la-separation-a-la-source-des-dechets-.html>
29. Ministère de l'écologie et du développement durable. (2004). Les inondations. France, Ministère de l'écologie et du développement durable, 11p.
30. Ministère des Travaux Publics, Transport et Communication. (1999). SCHÉMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT POUR LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE PORT-AU-PRINCE (RAPPORT FINAL, LIVRE I, LES STRATÉGIES D'ASSAINISSEMENT), Port-au-Prince, Haïti, MTPTC, 209p.
31. MOKADEM, M. (2020). Assainissement Urbain et initiation au logiciel « COVADIS assainissement ». Université des Sciences et de la Technologies d'Oran, Faculté d'architecture et de génie Civil, Oran, 82p.
32. OCHA. (2021). *Haïti : Déplacements causés par la violence des gangs à Port-au-Prince*.
33. Organisation des Nations Unies pour l'Éducation la Science et la Culture. (2017). Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247552_fr
34. Organisation Mondiales de la Santé & Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. (2019). 1 personne sur 3 dans le monde n'a pas accès à de l'eau salubre – UNICEF, OMS. Organisation Mondiale de la Santé. <https://www.who.int/fr/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%E2%80%93-unicef-who>
35. PALY, J. (2021). Étude du système de drainage du Campus de Damien et proposition d'un plan de drainage adapté. Mémoire de fin d'études. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Université d'État d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti, 82p.

36. Programme des Nations Unies pour le Développement. (2015). Les ODD en action. PNUD. https://www.undp.org/sustainable-development-goals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_Paid_Search_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=CjwKCAiAvOeQBhBkEiwAxutUVFcfNZEkX3d39fp1nSuSimFOSdrWveJi93oicd8urfFqIwX8s8EhdhoCc4kQAvD_BwE
37. Reliefweb. (2010). Oxfam-Québec s'implique dans la gestion des déchets en Haïti. OCHA. <https://reliefweb.int/report/haiti/oxfam-qu%C3%A9bec-simplique-dans-la-gestion-des-d%C3%A9chets-en-ha%C3%Afti>
38. ROBERT, J., & D'ERCOLE, R. (2014). L'occupation et l'utilisation du sol en période de crise (Le cas de la commune de Tabarre (Port-au-Prince, Haïti) suite au séisme du 12 janvier 2010. Open Edition Journal. <https://journals.openedition.org/cybergeol/26587>
39. ROCHAT, P.-Y., BLANC, O., & CHRISPIN, F. (2018). Stratégie Nationale pour la Conservation et le Traitement de l'Eau à Domicile (C-TED) 2018-2027. DINEPA, 52p.
40. SAADE, L. (2005). Agir ensemble pour une gestion plus efficace des services de l'eau potable et l'assainissement en Haïti. Nations Unies, Mexique, 50p.
41. Syndicat du bassin de la Sarthe. (2015). Qu'est-ce qu'un SAGE. <https://www.bassin-sarthe.org/qu-est-ce-qu-un-sage.html>
42. THIBAUT, S. (1997). Bassin versant. Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Lavoisier, HAL-00577977, 116p.
43. TOURABI, R. (2015). Étude d'un réseau d'assainissement de l'UC 08 flanc nord Chetouane –Tlemcen. Mémoire de mastère. Faculté de Technologie Département d'Hydraulique, Université ABOU BEKR BELKAID, RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE, 125p.

ANNEXES**Annexe 1 – Les questionnaires d’entretien****Questionnaire d’entretien****(Pour les riverains)**

Nom et Prénom (s) de l’enquêté :**Date :**

- 1- Depuis quand habitez-vous dans la localité ? (Cette question est posée pour être sûr que l’enquête rempli les critères préétablis dans la méthodologie.)
- 2- Étiez-vous présent lors de l’implantation du réseau d’assainissement ?
- 3- Est-ce qu’à un moment le réseau fonctionnait correctement ?
- 4- Depuis quand avez-vous constaté le problème de débordement ?
- 5- Qu’est-ce qui selon vous est à la base de ce dysfonctionnement ?
- 6- Quels dommages provoque-t-il dans la localité ?
- 7- Recevez-vous l’assistance des autorités locales (La mairie, le Casec...) ?
- 8- Comment pensez-vous que ce problème pourrait-être résolu ?

Questionnaire d'entretien
(Un responsable de la Mairie de Tabarre)

Nom et Prénom (s) de l'enquêté :

Date :

- 1- En quelle année le réseau d'assainissement a-t-il été implanté ? En détenez-vous le plan ?
- 2- Pourquoi un réseau pluvial ?
- 3- À quelle fréquence faites-vous son entretien ? Comment vous-y prenez-vous ?
- 4- À quelle période avez-vous constaté sa défaillance et que les effluents commençaient à déborder surtout au niveau du tronçon qui débouche sur Cazeau ?
- 5- Qu'est-ce qui selon vous est à la base de ce dysfonctionnement ?
- 6- Quelles mesures prenez-vous afin de le contrer ?
- 7- Le drain collecteur est en proie aux déchets de toutes sortes : comment gérez-vous cette problématique dans la commune ?
- 8- Avez-vous une politique bien définie pour la collecte et la gestion des déchets solides ? si oui, quelles en sont les grandes lignes ? Avez-vous un document écrit ?
- 9- Opérez-vous de concert au SNGRS ?
- 10- Comment gérez-vous l'approche sociale de la gestion du réseau d'assainissement et des déchets ?
- 11- Comment abordez-vous la question de l'aménagement de l'espace dans la municipalité ? Avez-vous un plan d'aménagement du territoire bien défini ?
- 12- Effectuez-vous un contrôle sur les activités qui génèrent des eaux usées au niveau du tronçon Clercine-Cazeau ? (Je veux parler de l'usine à Glace Pingouin, des stations lave-auto, de l'entreprise de distribution d'eau potable « Frechè Lokal » et de l'usine de fabrication de détergent.)
- 13- Quels sont les principaux défis rencontrez-vous sur le plan de l'assainissement ?
- 14- Obtenez-vous des appuis adéquats de la part du gouvernement ? du MDE ?
- 15- Vous êtes sûrement au courant des dispositions ONUsiennes (à travers l'ODD 6 en particulier) au regard de l'environnement à l'horizon 2030. Dans une approche globale, comment situerez-vous Haïti par rapport à ce paradigme ?

Questionnaire d'entretien
(Une responsable au SNGRS)

Nom et Prénom (s) de l'enquêté :

Date :

- 1- Quelles sont les principales attributions ou missions du SNGRS ?
- 2- Avez-vous une politique bien définie pour la collecte et la gestion des déchets solides ? si oui, quelles en sont les grandes lignes ? Avez-vous un document écrit ?
- 3- Pouvez-vous présenter la structure organisationnelle de votre institution vous facilitant de mieux planifier vos interventions sur le terrain ?
- 4- Où précisément collectez-vous les déchets : dans la rue, au niveau des ménages... ?
- 5- Disposez-vous au niveau des municipalités (à Tabarre en particulier) d'un comité ou d'une commission communale de gestion des résidus solides ? Si oui, comment gérez-vous cela ?
- 6- Que deviennent les résidus solides après avoir été collectés ?
- 7- Service National de Gestion des Résidus Solides : à ce titre vous êtes censés opérer sur le plan national. Vos interventions s'étendent-elles sur tout le territoire du pays ? si oui, quelles sont vos méthodes d'intervention, les moyens qui sont à votre disposition... ?
- 8- Quels sont les principaux défis rencontrez-vous dans vos exercices ? Comment les contrez-vous ?
- 9- Pourquoi selon vous en Haïti (dans la région métropolitaine en particulier), en dépit de vos multiples interventions, les déchets pèsent-ils encore aussi lourd sur la balance environnementale ?
- 10- Comment gérez-vous l'approche sociale et éducationnelle de la gestion des déchets ?
- 11- Obtenez-vous des appuis adéquats de la part du gouvernement ?
- 12- Vous êtes sûrement au courant des dispositions ONUsiennes (à travers l'ODD 6 en particulier) au regard de l'environnement à l'horizon 2030. Comment situerez-vous Haïti par rapport à ce paradigme ?

Annexe 2 – Tableau de BONNENFANT J.-L. et de PELTIER R.

| Nature de la couverture végétale | Valeurs de C | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------|----------|------|---------------------------------|-------|----------|------|
| | A=0 à 10 ha avec une pente de | | | | A=10 à 400 ha avec une pente de | | | |
| | <5% | 5-10% | 10 à 30% | >30% | <5% | 5-10% | 10 à 30% | >30% |
| Plates-formes, chaussées de routes, cours | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| - Terrains dénudés ou à végétation non couvrante, - Terrains déjà attaqués par l'érosion - Labours frais | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 |
| - Cultures couvrantes, céréales hautes - Terrains de parcours, chiendent ras - Petite brousse clairsemée | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.52 | 0.60 | 0.72 | 0.80 |
| - Prairies - Brousse dense, savane à sous bois | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.30 | 0.36 | 0.12 | 0.50 |
| Forêt ordinaire en futaie, sous bois touffus | 0.30 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.13 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| Grande forêt primaire | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.15 | 0.18 | 0.22 | 0.25 |

Annexe 3 – Calcul du débit de pointe, de la pluie décennale et du coefficient de Gravelius

❖ Présentation des résultats

| Paramètres | Formules ou Méthodes de calcul | Résultats |
|--|--|-------------------------|
| Moyenne arithmétique (\bar{X}) | $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$ | 141.42 mm |
| Écart-Type (σ) | $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}}$ | 72.57 mm |
| Période de retour (T) | Ce paramètre a été évalué à 10 ans en fonction des considérations standard pour la construction d'ouvrages d'assainissement. | 10 ans |
| Fréquence de non dépassement | $P(x) = \frac{1}{T}$ | 0.1 |
| Fréquence de dépassement | $1 - P(x)$ | 0.9 |
| Variable de Gauss (U_f) | Donnée par le tableau de Gauss | 1.28 |
| Pluie décennale (X_{10}) | $X_{10} = \bar{X} + U_f * \sigma$ | 449.90 mm |
| Temps de concentration (T_c) | $T_c = 0.115 * \left(\frac{L}{\sqrt{I}}\right)^{0.77}$ | 47.82 mn |
| La pente moyenne du bassin versant (p) | | 1% |
| Intensité de la pluie décennale (I) | $I = \frac{2592}{10+T_c} * \frac{0.5}{\frac{1}{T} + 0.4}$ | 44.83 mm/h |
| Superficie du bassin versant (A) | | 1.75 |
| Coefficient de ruissèlement (C) | Déterminé à l'aide du tableau de BONNENFANT J.-L. et de PELTIER R. | 0.95 |
| Débit de pointe (Q_c) | $Q_c = 0.278CIA$ | 20.69 m ³ /s |
| Coefficient de Gravelius (K_G) | $K_G = 0.28 * \frac{p}{\sqrt{A}}$ | 1.2 |

❖ *Tableau de Gauss*

VALEURS DE L'INTEGRALE DE GAUSS $F(u)$
(Probabilités pour que u soit supérieur ou égal à...)

| u | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0 | 0, | 50 000 | 49 601 | 49 202 | 48 803 | 48 405 | 48 006 | 47 608 | 47 210 | 46 812 | 46 414 |
| 0,1 | | 46 017 | 45 620 | 45 224 | 44 828 | 44 433 | 44 038 | 43 644 | 43 251 | 42 858 | 42 465 |
| 0,2 | | 42 074 | 41 683 | 41 294 | 40 905 | 40 517 | 40 129 | 39 743 | 39 358 | 38 974 | 38 591 |
| 0,3 | | 38 209 | 37 828 | 37 448 | 37 070 | 36 693 | 36 317 | 35 942 | 35 569 | 35 197 | 34 827 |
| 0,4 | | 34 458 | 34 090 | 33 724 | 33 360 | 32 997 | 32 636 | 32 276 | 31 918 | 31 561 | 31 207 |
| 0,5 | | 30 854 | 30 503 | 30 153 | 29 806 | 29 460 | 29 116 | 28 774 | 28 434 | 28 096 | 27 760 |
| 0,6 | | 27 425 | 27 093 | 26 763 | 26 435 | 26 109 | 25 785 | 25 463 | 25 143 | 24 825 | 24 510 |
| 0,7 | | 24 196 | 23 885 | 23 576 | 23 270 | 22 965 | 22 663 | 22 363 | 22 065 | 21 770 | 21 476 |
| 0,8 | | 21 186 | 20 897 | 20 611 | 20 327 | 20 045 | 19 766 | 19 489 | 19 215 | 18 943 | 18 673 |
| 0,9 | | 18 406 | 18 141 | 17 879 | 17 619 | 17 361 | 17 106 | 16 853 | 16 602 | 16 354 | 16 109 |
| 1,0 | | 15 866 | 15 625 | 15 386 | 15 151 | 14 917 | 14 686 | 14 457 | 14 231 | 14 007 | 13 786 |
| 1,1 | | 13 567 | 13 350 | 13 136 | 12 924 | 12 714 | 12 507 | 12 302 | 12 100 | 11 900 | 11 702 |
| 1,2 | | 11 507 | 11 314 | 11 123 | 10 935 | 10 749 | 10 565 | 10 383 | 10 204 | 10 027 | 98 525 |
| 1,3 | 0,0 ^e | 96 800 | 95 098 | 93 418 | 91 759 | 90 123 | 88 508 | 86 915 | 85 343 | 83 793 | 82 264 |
| 1,4 | | 80 757 | 79 270 | 77 804 | 76 359 | 74 934 | 73 529 | 72 145 | 70 781 | 69 437 | 68 112 |
| 1,5 | | 66 807 | 65 522 | 64 255 | 63 008 | 61 780 | 60 571 | 59 380 | 58 208 | 57 053 | 55 917 |
| 1,6 | | 54 799 | 53 699 | 52 616 | 51 551 | 50 503 | 49 471 | 48 457 | 47 460 | 46 479 | 45 514 |
| 1,7 | | 44 565 | 43 633 | 42 716 | 41 815 | 40 930 | 40 059 | 39 204 | 38 364 | 37 538 | 36 727 |
| 1,8 | | 35 930 | 35 148 | 34 380 | 33 625 | 32 884 | 32 157 | 31 443 | 30 742 | 30 054 | 29 379 |
| 1,9 | | 28 717 | 28 067 | 27 429 | 26 803 | 26 190 | 25 588 | 24 998 | 24 419 | 23 852 | 23 295 |
| 2,0 | | 22 750 | 22 216 | 21 692 | 21 178 | 20 675 | 20 182 | 19 699 | 19 226 | 18 763 | 18 309 |
| 2,1 | | 17 864 | 17 429 | 17 003 | 16 586 | 16 177 | 15 778 | 15 386 | 15 003 | 14 629 | 14 262 |
| 2,2 | | 13 903 | 13 553 | 13 209 | 12 874 | 12 545 | 12 224 | 11 911 | 11 604 | 11 304 | 11 011 |
| 2,3 | | 10 724 | 10 444 | 10 170 | 99 031 | 96 419 | 93 867 | 91 375 | 88 940 | 86 563 | 84 242 |
| 2,4 | 0,0 ^e | 81 975 | 79 763 | 77 603 | 75 494 | 73 436 | 71 428 | 69 469 | 67 557 | 65 691 | 63 872 |
| 2,5 | | 62 097 | 60 366 | 58 677 | 57 031 | 55 426 | 53 861 | 52 336 | 50 849 | 49 400 | 47 988 |
| 2,6 | | 46 612 | 45 271 | 43 965 | 42 692 | 41 453 | 40 246 | 39 070 | 37 926 | 36 811 | 35 726 |
| 2,7 | | 34 670 | 33 642 | 32 641 | 31 667 | 30 720 | 29 798 | 28 901 | 28 028 | 27 179 | 26 354 |
| 2,8 | | 25 551 | 24 771 | 24 012 | 23 274 | 22 557 | 21 860 | 21 182 | 20 524 | 19 884 | 19 262 |
| 2,9 | | 18 658 | 18 071 | 17 502 | 16 948 | 16 411 | 15 889 | 15 382 | 14 890 | 14 412 | 13 949 |

Annexe 4 – Critères d’interprétation D_{50} pour la détermination de la capacité solide d’un conduit d’assainissement (présentés par ASTEE en 2017, Association Scientifique et Technique pour l’Eau et l’Environnement)

IV.3.3 Capacité de transport solide et risques de dépôts

La détermination de la capacité de transport solide d’un écoulement permet d’évaluer le risque de dépôt.

Pour cela, nous proposons de calculer le diamètre médian D_{50} des particules susceptibles d’être entraînées par l’écoulement dans l’ouvrage projeté, en fonction de sa section et de sa pente. Pour cela, il est possible d’utiliser la formulation simple établie par Laplace suite à des expérimentations en collecteur d’assainissement :

$$D_{50} = 10^4 \cdot R_h \cdot I + 0,5 \text{ pour } D_{50} \geq 0,5 \text{ mm} \quad (\text{Équation 47})$$

Avec : D_{50} : Diamètre médian transporté exprimé en mm

R_h , Rayon hydraulique en m = Surface mouillée / périmètre mouillé

I : pente motrice de l’écoulement en m/m = pente de l’ouvrage en régime uniforme

L’estimation de D_{50} doit être conduite pour les conditions d’écoulement les plus fréquentes avec un remplissage partiel de la canalisation. En réseau unitaire et sanitaire, D_{50} est calculé pour le débit de temps sec et en réseau pluvial, pour le débit de période de retour mensuelle ou un remplissage de $1/10^{\text{ème}}$ de la section d’écoulement.

L’interprétation des résultats peut se faire de la manière suivante :

- Pour des $D_{50} < 2$ mm, l’ouvrage est très fortement soumis à la formation de dépôts avec présence de matières organiques fermentescibles. Dans ces conditions, il génère de l’hydrogène sulfuré à l’origine d’odeurs, de corrosion et de danger pour le personnel d’exploitation. Il est absolument déconseillé de poser des ouvrages dans ces conditions ;
- Pour $2 \text{ mm} < D_{50} < 5$ mm, l’ouvrage est soumis à la formation de dépôts minéraux. Des dispositions particulières doivent alors être prises pour faciliter l’exploitation (accès pour hydrocurage, dispositifs de chasse, pièges à charriage). Un entretien régulier est nécessaire qui représente une lourde charge financière sur la durée de vie de l’ouvrage. Dans de tels cas, la création de stations de relèvement intermédiaires pour permettre des pentes de tronçon plus importantes peut se justifier.

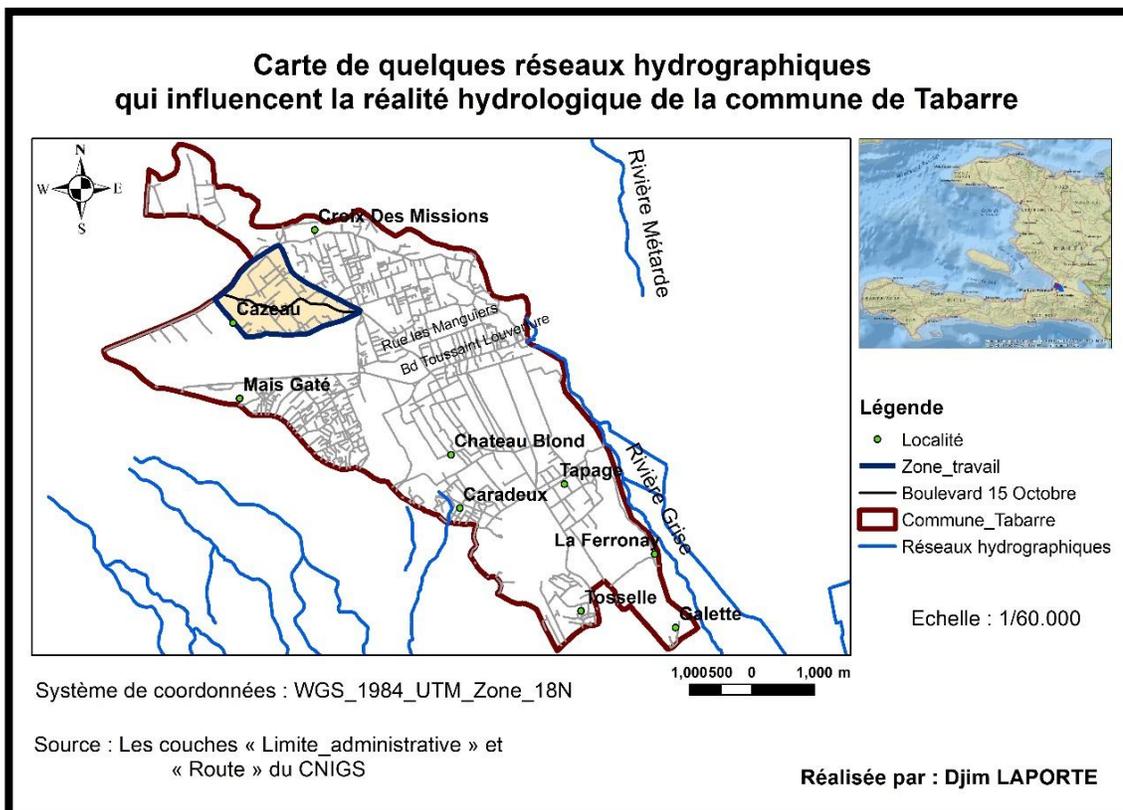
D’une manière générale, il est conseillé de respecter des valeurs de $D_{50} > 5$ mm pour limiter la formation des dépôts et réduire les charges d’exploitation.

Pour éviter l’érosion des radiers, il est conseillé de respecter un $D_{50} < 50$ mm à pleine section.

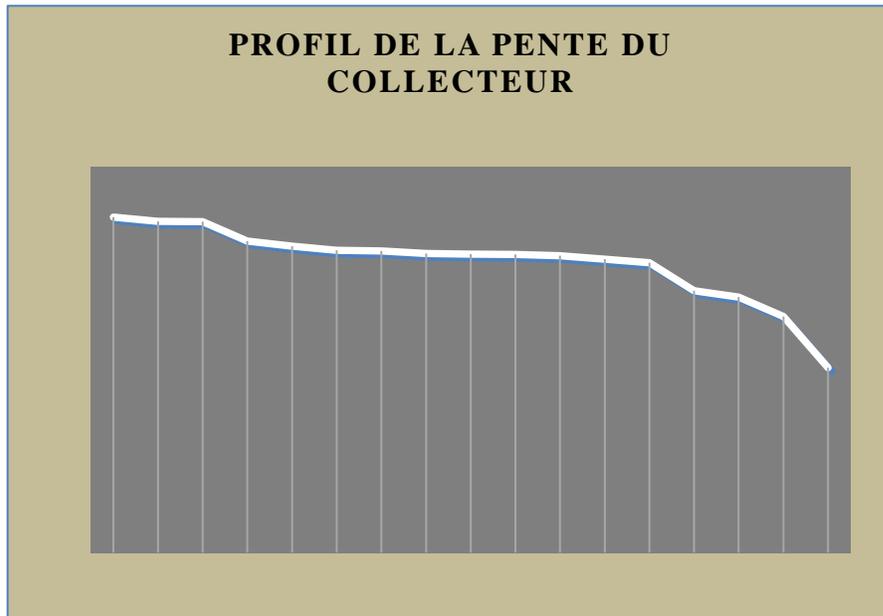
Annexe 5 – Présentation du profil d'élévation du terrain



Annexe 6 – Quelques réseaux hydrographiques qui influencent la réalité hydrologique de la commune de Tabarre

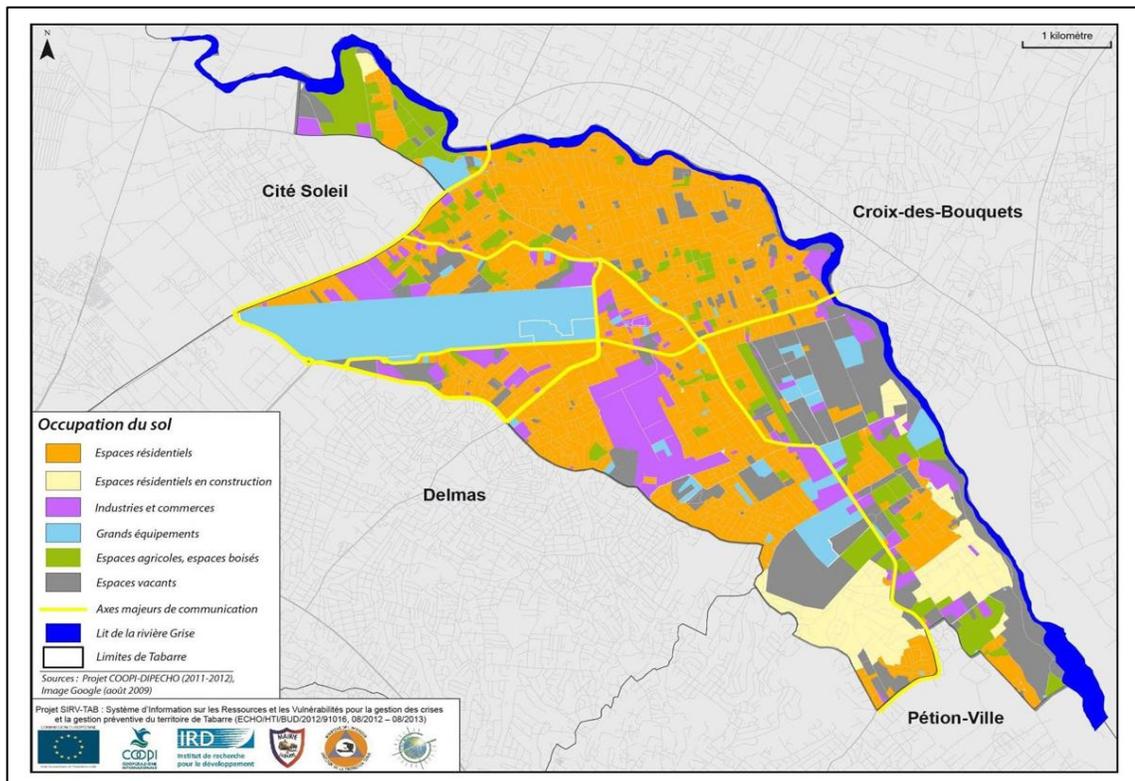


Annexe 7 – L’allure de la pente du réseau d’assainissement

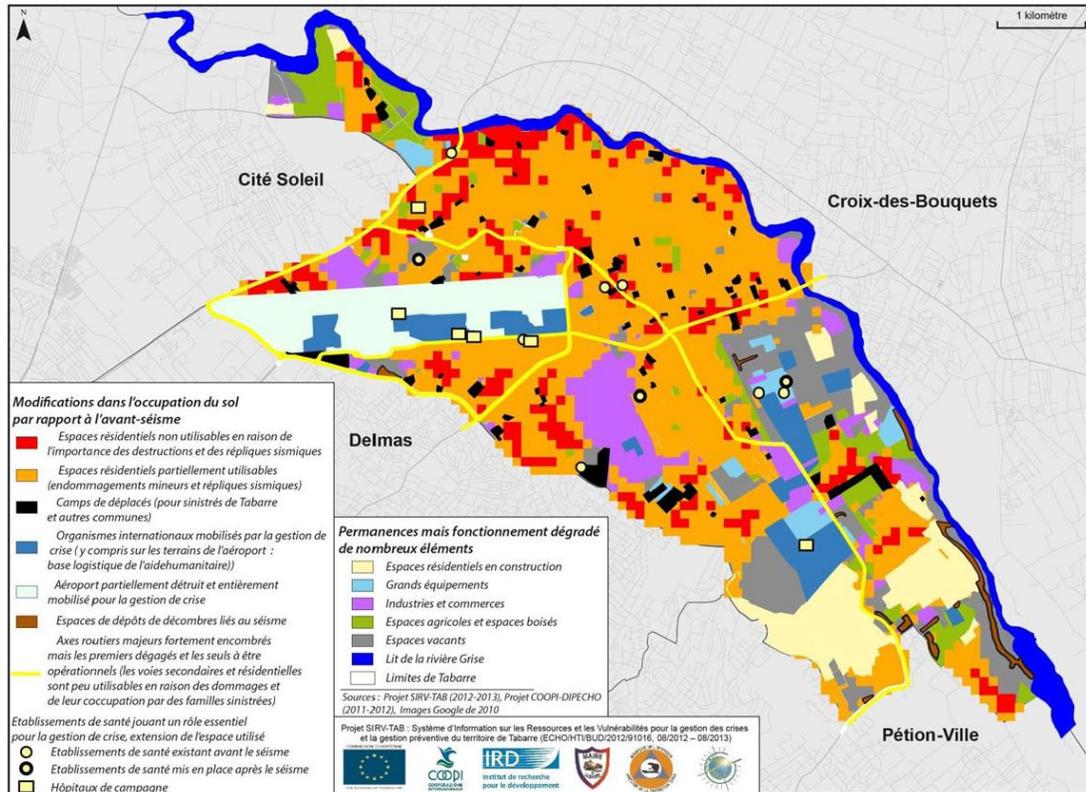


Annexe 8 – Données SIRV-TAB sur l’occupation du territoire à Tabarre avant et après le séisme

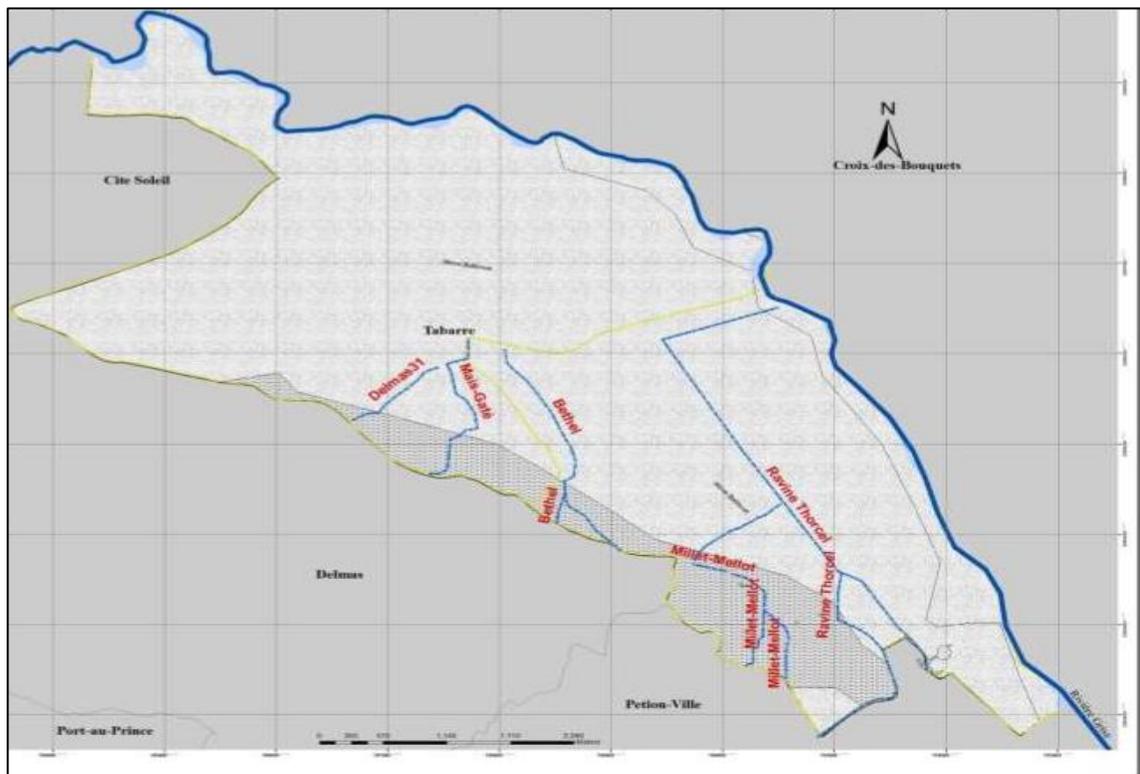
❖ Avant le séisme de 2010



❖ Après le séisme de 2010



Annexe 9 – Influence de quatre ravines sur la réalité hydraulique de la commune de Tabarre



Annexe 10 – Calcul des capacités du tronçon Clercine-Cazeau du réseau d'assainissement de Tabarre

| Paramètres | Formules ou méthodes de détermination | Résultats |
|-------------------------------------|--|------------------------|
| Pente de l'ouvrage (I) | Déterminée avec ArcGIS à l'aide d'un ensemble de point GPS pris à différents endroits du tronçon du réseau sous étude. | 1% |
| Rayon hydraulique (R _h) | $R_h = \frac{S}{P}$ | 0.36 m |
| Section mouillée (S) | $by + i_t y^2$ | 1.02 m ² |
| Périmètre mouillé (P) | $b + 2y\sqrt{1 + i_t^2}$ | 2.86 m ² |
| Largeur au radier (b) | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique. La valeur moyenne a été considérée. Le conduit étant de forme rectangulaire, la largeur au radier est égale à celle en gueule. | 1.48 m |
| Pente du talus (i _t) | Déduite en se basant sur la forme du canal et l'approche de la distance horizontale par rapport à une distance verticale unitaire. Le conduit est de forme rectangulaire, la pente du talus est donc nulle. | 0 |
| Hauteur du tirant d'eau (y) | H - R | 0.69 m |
| Largeur en gueule (B) | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique. | 1.48 m |
| Revanche (R) | 0,3y | 0.21 m |
| Hauteur du conduit (H) | Déterminée sur le terrain à l'aide d'un ruban métrique | 0.89 m |
| Vitesse d'écoulement (V) | $V = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2}$ | 5.40 m/s |
| Capacité liquide (Q _c) | $Q_c = V * S = 60 * R_h^{3/4} * I^{1/2} * S$ | 2.79 m ³ /s |
| Capacité solide (D ₅₀) | $D_{50} = 10^4 * R_h * I + 0.5$ | 35.45 mm |

Annexe 11 – Un aperçu de l'état du réseau au niveau de certains tronçons

