



Année académique 2013 – 2014

## **GESTION DES EAUX DE PLUIES DE LA VILLE DE KOUDOUGOU**

(Province du Boulkiemdé, Région du Centre-Ouest) :

***Diagnostic et dimensionnement des  
collecteurs principaux prévus au schéma directeur d'assainissement***

**Mémoire pour l'obtention du Master II,  
Option : Infrastructures et réseaux hydrauliques**

Présenté et soutenu publiquement le 17 Décembre 2014 par :

**ZONGO Rosemonde Sandrine Pouswende**

**Travaux dirigés par :**

Mr Bega OUEDRAOGO  
*Enseignant AEP & Pompes et station de pompage*

Président : Dr Angelbert C. Biaou

Membres et correcteurs : Mr Bega Ouedraogo  
Dr Lawani Mounirou  
Mr Moussa Faye

**Promotion [2013/2014]**

---

# *Dédicace*

*A Dieu*

*L'état puissant et miséricordieux*

*par son assistance et ses grâces ;*

*Et à mes parents pour leur soutien*

*moral et financier.*

# Remerciements

Ce mémoire est la concrétisation d'un processus de formation et de recherche. Sa réalisation résulte d'une synergie d'efforts et de sacrifices fournis par un ensemble de personnes de bonnes volontés. Cela nous donne l'occasion d'adresser nos sincères remerciements à :

✚ Mr YAMEOGO Léandre mon maitre de stage qui, malgré ses multiples occupations, a accepté de m'encadrer tout au long de mon stage.

✚ Mr OUEDRAOGO Bega mon directeur de mémoire qui a toujours été présent quand j'avais une difficulté et qui m'a donnée les outils nécessaires pour l'élaboration de ce mémoire.

✚ Mr ILBOUDO Tibila qui m'a aidé pour le traitement de mes données GPS

✚ Mr ZOUGOURI Tidjani Directeur général du BUNEE d'avoir permis que j'effectue le stage au sein de sa structure

✚ Mr ZOMA Jérôme maire de la commune de Koudougou qui a accepté me recevoir au sein de la mairie pour mes différents travaux de recherches.

✚ Mr YAMEOGO Philippe chef du service voirie et ouvrages à la mairie de Koudougou qui m'a aidé dans ma collecte de données tout au long de mon séjour dans la ville de Koudougou

✚ Mr TONDE Djibril chef du service assainissement de la mairie pour ses conseils.

✚ Mr BONKOUNGOU Olivier agent des domaines à la mairie pour les plans de la ville qu'il m'a donné.

✚ Mme MOKARA Michelle responsable du service assainissement à l'EPCD

✚ Mr YAMEOGO Benjamin et son épouse qui m'ont hébergés et ont rendu mon séjour très agréable dans la ville de Koudougou.

✚ Tout le personnel du BUNEE qui a été très accueillant

✚ Mes amis THIOMBIANO Abdoul Serge Kader, DIAKITE Cheick Abdoul Kader et KABORE Lionel qui m'ont toujours soutenue.

## Résumé

La ville de Koudougou se trouve de plus en plus confrontée aux problèmes de gestion des eaux pluviales avec des conséquences parfois dramatiques sur les citoyens, leur patrimoine ainsi que sur l'environnement. Malgré la présence de collecteurs dans la ville, les citoyens se plaignent de la gestion du ruissellement pluvial.

Pour mieux comprendre les causes de dysfonctionnement du système de gestion des eaux pluviales de la ville de Koudougou, une enquête a d'abord été effectuée pour avoir la perception de la population sur cette thématique. Ainsi, de cette enquête est ressorti la non mise en œuvre du schéma directeur d'assainissement. Les populations réclament la construction de nouveaux collecteurs.

L'analyse de l'état des collecteurs existants dans la ville nous donne quelques raisons du dysfonctionnement du système de collecte. La présence de déchets solides dans les collecteurs empêche une bonne circulation des eaux de pluies. Certains collecteurs sont remplis de sable et de déchets solides et d'autres ont des parois très endommagées à cause de l'érosion. Pour améliorer le fonctionnement des collecteurs existants, nous proposons la mise en place d'un programme de curage régulier des collecteurs. Une bonne gestion des déchets solides est également indispensable pour éviter que les collecteurs ne soient bouchés. Le sol de la ville est très sensible à l'érosion. Ainsi, les collecteurs devraient être revêtus.

Outre l'état des collecteurs, leur capacité de stockage est un paramètre important pour une bonne gestion des eaux pluviales. Cependant, la ville de Koudougou ne dispose plus des données sur les caractéristiques du réseau de drainage. Elles ont été incendiées suite à des révoltes en 2011. Nous avons donc étudié le schéma directeur d'assainissement pluvial de la ville en déterminant les débits de crue à évacuer et les sections des collecteurs adaptées pour l'évacuation des eaux. Les débits d'eaux à évacuer vont de  $1.40 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $16.85 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les dimensions des sections déterminées pour l'évacuation de ces débits sont de :  $2.2 \times 1.2$  sur un linéaire de 6000m,  $2.5 \times 1.5$  sur un linéaire de 3407m,  $2 \times 1.2$  sur un linéaire de 2850m. Il s'agira donc par la suite d'adapter les collecteurs principaux existants aux nouvelles sections déterminées.

---

### Mots Clés :

- 1 -Eaux pluviales
- 2 - Gestion
- 3 - Dimensionnement
- 4 -Collecteurs
- 5 - Koudougou

## **Abstract**

*The city of Koudougou is confronted to stormwaters management problems with sometimes tragic consequences for citizens, their property and the environment. Despite of the presence of collectors in the city, the citizens complain to the management of storm waters runoff. To better understand the causes of dysfunction of the system of storm waters management in the city of Koudougou, a survey was first carried out in the city to know the extent of the problem in the population. Thus, this survey emerged the non-implementation of the sewerage master plan. People are demanding the construction of new collectors.*

*The analysis of the state of collectors present in the city gives some reasons for the failure of the collection system. The presence of solid wastes collectors prevents proper circulation of rain waters. Some collectors are filled with sand and solid wastes to about 2/3 of their height and others severely damaged walls because of erosion. To improve the functioning of existing collectors, we propose the establishment of a regular cleaning programme for collectors. A good solid wastes management is also essential to avoid that collectors are clogged. The soil of the city is very sensitive to erosion. Thus, the collectors should be covered.*

*Besides the status of collectors, their storage capacity is an important parameter for the proper management of storm waters. However, the city of Koudougou has no data on the characteristics of the drainage network. They were burned after riots in the year 2011. We therefore investigated the pattern of storm waters drainage for the city by identifying new flood flows to evacuate and sections suitable collectors for water drainage. It will therefore be subsequently adapt the existing main collectors to the new sections determined.*

### **Key words:**

---

- 1 - Storm water*
- 2 - Management*
- 3 - Sizing*
- 4 -Collectors*
- 5-Koudougou*



## **Liste des sigles, abréviations et acronymes**

- CP : Collecteur primaire
- CRDI : Centre de recherches pour le développement international
- CS : Collecteur secondaire
- ENPC : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
- EPCD : Etablissement public communale pour le Développement
- GPS : Global Positioning System
- IDF : Intensité-Durée-Fréquences
- ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement
- ONP : Office Nationale de Promotion et de l'emploi
- RN14 : Route Nationale 14
- SONABEL : Société Nationale Burkinabé d'Electricité

## Sommaire

Liste des tableaux.....	3
Liste des Annexes .....	3
Liste des cartes.....	3
Liste des photos .....	3
Liste des graphiques.....	3
INTRODUCTION/ PROBLEMATIQUE.....	4
1 <sup>ère</sup> PARTIE : Généralités .....	5
I. Contexte .....	6
II. Objectifs.....	6
II.1. Objectif général .....	6
II.2. Objectifs spécifiques .....	6
III. Méthodologie .....	7
III.1. Revue de littérature .....	7
III.2. Reconnaissance de terrain .....	7
III.3. Entretiens .....	7
III.4. Rédaction.....	8
IV. Présentation de la zone d'étude.....	8
IV.1. Milieu physique .....	8
IV.1.1. Situation géographique .....	8
IV.1.2. Climat.....	9
IV.1.3. Relief et Sols.....	11
IV.1.4. Typologie des secteurs.....	11
IV.1.5. La voirie .....	12
IV.2. Milieu humain.....	12
IV.2.1. Population.....	12
IV.2.2. Activités socio-économiques.....	13
2 <sup>ème</sup> PARTIE : Diagnostic .....	14
I. Perception de la population.....	15
I.1. Mode de gestion des eaux pluviales .....	15
I.2. Les habitudes de la population .....	16
II. Présentation du réseau de drainage .....	18



II.1. Collecteur primaire C3 .....	21
II.2. Le collecteur primaire C6 .....	22
III. Proposition de solutions.....	23
III.1. Réhabilitation du réseau existant .....	23
III .2. Extension du réseau.....	25
3 <sup>ème</sup> PARTIE : .....	26
Dimensionnement des collecteurs principaux .....	26
I. Etudes hydrologiques.....	27
I.1. Présentation du bassin versant.....	27
I.1.1. Bassin versant global .....	27
I.1.2. Découpage du bassin versant .....	29
I.1.3. Caractéristiques des bassins versants.....	31
I.2. Détermination des débits d'eaux pluviales .....	32
I.2.1. La méthode rationnelle .....	32
I.2.2. La méthode superficielle (Formule de Caquot).....	33
I.2.3. Choix de la méthode .....	34
I.2.3. Evaluation des débits par la méthode rationnelle.....	34
II. Dimensionnement des collecteurs .....	37
II.1. Nature et forme des collecteurs.....	37
II.2. La pente .....	38
II.3. Calcul des sections .....	38
4 <sup>EME</sup> PARTIE : Discussions .....	41
Et Recommandations .....	41
I. Analyse et Discussion des résultats .....	42
II. Recommandations .....	42
Références bibliographiques .....	45
ANNEXES .....	47

### **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Evolution de la population .....	12
Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versants.....	31
Tableau 3 : Débits à l'exutoire des bassins versants élémentaires .....	37
Tableau 4 : les dimensions des collecteurs.....	40

### **Liste des Annexes**

Annexe 1 : Coefficient de ruissellement .....	48
Annexe 2: Coefficient de rugosité .....	48
Annexe 3: Fiche d'enquête.....	49
Annexe4: Calcul des débits à l'exutoire.....	51
Annexe5 : Calculs des sections.....	52
Annexe 6: Plan de la ville de Koudougou.....	53

### **Liste des cartes**

Carte 1 : situation géographique de Koudougou .....	9
Carte 2 : Réseau hydrographique de la ville de Koudougou.....	10
Carte 3 : Découpage de la ville de Koudougou en secteurs .....	11
Carte 4 : Les caniveaux principaux du schéma directeur d'assainissement pluvial.....	20
Carte 5 : Présentation des bassins versants de la commune de Koudougou .....	28
Carte 6 : Bassins versants élémentaires et sens d'écoulement des eaux.....	30

### **Liste des photos**

Photo 1 : Présence de plantes dans le collecteur C3 .....	21
Photo 2: Présence de quelques déchets solides et de sable dans le collecteur C3.....	21
Photo 3: Canalisation non revêtue sur le collecteur C6 .....	22

### **Liste des graphiques**

Graphique 1: Présence de collecteurs dans les secteurs.....	15
Graphique 2: Etat des collecteurs .....	16
Graphique 3 : Pourcentage de la population se sentant concerné par le problème.....	17
Graphique 4: Attitude la population .....	17
Graphique 5 : Participation des populations à l'assainissement pluviale de la ville de Koudougou.	18

## INTRODUCTION/ PROBLEMATIQUE

Le développement rapide de la population en Afrique de l'ouest, 85 Millions en 1960 et à 300 millions en 2006 soit près de 4,6% de la population mondiale et près de 60% de celle de l'Union Européenne (**Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, Février 2007**), et particulièrement au Burkina Faso a un impact important sur l'assainissement de la ville. D'une population de 7 964 705 habitants en 1985, la population a presque doublé en vingt ans avec une population de 14 017 260 habitants au dernier recensement en 2006. Les villes du Burkina Faso ne dérogent pas à cette règle. C'est ainsi que la population de Koudougou, troisième ville du Burkina Faso, est passée de 51 926 habitants en 1985 à 88 184 habitants en 2006. Il résulte de cette évolution rapide de la population une extension de la ville entraînant une augmentation des surfaces imperméables. Cette situation pose de sérieux problèmes en assainissement pluvial car cela augmente le volume des eaux de ruissellement. Les collecteurs présents deviennent inadaptés ou insuffisants pour évacuer les débits de crues.

Dans le cadre des festivités du 11 Décembre 2011 à Koudougou marquant l'indépendance du pays, il a été mis en place un projet de confection de collecteurs sur le tronçon Koudougou-Ouagadougou. En dehors de ces nouvelles infrastructures, la majorité des infrastructures hydrauliques d'évacuation des eaux de pluie présentes dans la ville de Koudougou sont les toutes premières réalisées après les Indépendances. Le réseau réalisé reste en deçà du minimum pour le drainage des eaux de pluie vers les cours d'eau naturels. De plus ces cours d'eau n'ont pas connu d'aménagement si bien que cette situation se manifeste par des inondations comme celle du 28 Juin 2014 et la prolifération de certaines maladies comme le paludisme.

Notre travail consistera à étudier les collecteurs principaux prévus au schéma directeur afin d'améliorer le système de collecte des eaux pluviales et le cadre de vie des habitants de la ville de Koudougou. Dans la première partie, nous ferons une présentation de la ville de Koudougou. La seconde partie sera consacrée à un diagnostic du réseau de collecte. Cette partie fera ressortir l'impact de ce problème au sein de la population et les observations faites sur le réseau. Nous analyserons ces problèmes afin de trouver des solutions pour y remédier. Dans la troisième partie, nous étudierons le schéma directeur d'assainissement pluvial en déterminant les débits d'eau à évacuer et en dimensionnant les collecteurs principaux. Nous ferons enfin quelques recommandations dans la quatrième partie.



# 1<sup>ère</sup> PARTIE : Généralités

## **I. Contexte**

Le développement de l'urbanisation et l'imperméabilisation croissante des sols ont fait des eaux pluviales une véritable menace. N'étant plus absorbées par le sol, les eaux pluviales provoquent des inondations.

Koudougou, connaît de sérieux problèmes dus à ces inondations dans les zones très urbanisées. Outre la pollution de l'environnement, ces inondations sont sources de maladies pour les populations environnantes.

Face à ce problème, il est impératif de mettre en place des mesures pour une meilleure gestion des eaux de pluies.

La conception de nouveaux collecteurs pour renforcer le réseau existant est importante mais il faut également optimiser l'utilisation du réseau existant.

## **II. Objectifs**

### **II.1. Objectif général**

L'objectif général de cette étude est d'avoir une bonne gestion des eaux de ruissellement afin d'éviter la stagnation des eaux de pluies, améliorer la circulation routière et le cadre de vie de la population de Koudougou.

### **II.2. Objectifs spécifiques**

De façon spécifique il s'agit de :

- Comprendre les problèmes créés par les eaux de pluies au sein de la population
- Analyser les ouvrages de collecte des eaux de pluie
- Actualiser le schéma directeur d'assainissement

### **III. Méthodologie**

Pour mener à bien cette étude, une bonne méthodologie est indispensable. La démarche que nous avons adoptée dans le cadre de cette étude est la suivante :

#### **III.1. Revue de littérature**

Une connaissance des données sur le thème du travail s'avère nécessaire. La revue de littérature a consisté à la recherche de documents et de textes centrés sur la thématique de l'évacuation des eaux de pluie en milieu urbain. La recherche de documents sur le réseau de drainage des eaux de pluies de la ville de Koudougou a présenté de nombreuses difficultés en raison de l'inexistence de documents sur cette thématique. L'EPCD qui a été chargé de cette étude en 1999 a été entièrement incendié suite aux troubles survenus dans la ville en 2011. Dans le cadre de la réalisation de ce mémoire, il a été nécessaire de s'appuyer sur les travaux du bureau d'étude SAHEL CONSULT.

#### **III.2. Reconnaissance de terrain**

Nous avons effectué plusieurs sorties dans les différents secteurs de la ville. Ces différentes sorties ont consisté à une enquête au sein de la population, à l'identification des différents collecteurs existants et enfin à l'évaluation de leurs états.

N'ayant pas de données documentaires sur les ouvrages existants, nous n'avons pas pu vérifier les caractéristiques des collecteurs réalisés. Quant à la localisation, l'utilisation d'un GPS nous a permis de prendre les coordonnées des points caractéristiques des collecteurs.

#### **III.3. Entretiens**

Ils ont été d'un apport considérable dans notre travail car c'était l'occasion pour nous :

- De rencontrer les habitants de la ville et de connaître les problèmes qu'ils rencontrent.
- D'échanger avec les responsables de l'assainissement sur les problèmes auxquels ils sont confrontés.

De l'entretien avec les responsables de l'assainissement il ressort le problème de manque de données sur l'assainissement pluvial de la ville. Ainsi, selon les propos de la responsable de l'assainissement de l'EPCD, « toutes les études sont à refaire pour la ville de Koudougou ».

L'entretien avec les citoyens fut quelques fois difficile. Nous avons rencontré des personnes révoltées par la mauvaise gestion des eaux de pluies. De nombreuses personnes ont refusé de répondre à nos questions sur la gestion des eaux de pluies car ils se sont déjà plaint à plusieurs reprises et n'ont toujours pas eu gain de cause.

### **III.4. Rédaction**

La rédaction du mémoire s'est déroulée en deux étapes. La première étape a consisté à réaliser la maquette du mémoire. Il s'agit de la page de garde et du sommaire détaillé. La seconde partie a consisté à la rédaction du corps du mémoire. Cette partie s'est effectuée tout au long du stage. Elle a suivi la dynamique des recherches que nous avons menées.

L'utilisation des logiciels ci-après a été nécessaire :

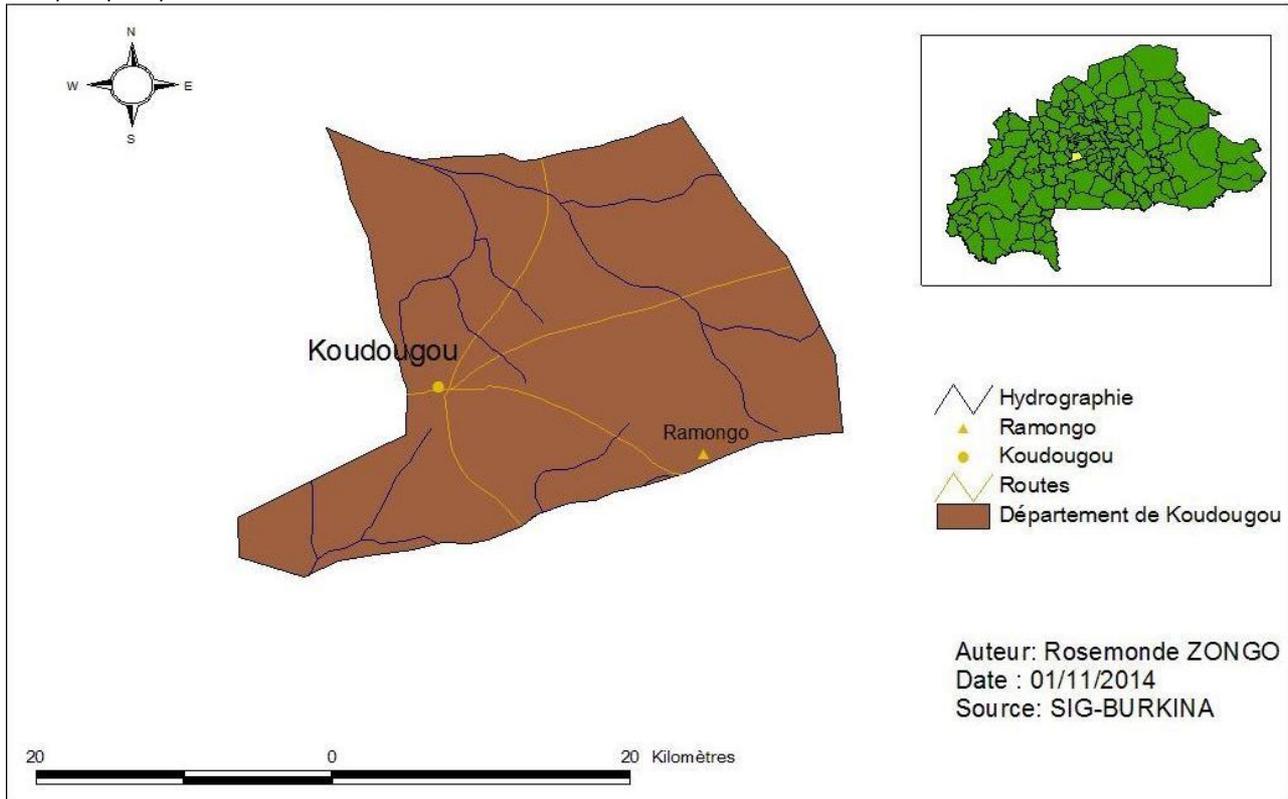
- Microsoft Word pour le traitement de texte
- Microsoft Power Point pour la réalisation du résumé du mémoire présenté à la soutenance
- Microsoft Excel pour les calculs et le traitement de données des enquêtes
- ArcView GIS pour la conception des cartes

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

### **IV.1. Milieu physique**

#### **IV.1.1. Situation géographique**

La ville de Koudougou, troisième ville du Burkina Faso, est située dans la région du centre-ouest du Burkina Faso (longitude 2.37° Ouest, latitude 12.25° Nord). Koudougou est à la fois Chef-lieu de la province du Boulkiemdé et chef-lieu du département de Koudougou. Koudougou se situe à 100 km à l'ouest de Ouagadougou et à 282 km de Bobo Dioulasso. La ville s'étend sur une superficie de 272 km<sup>2</sup> le long de la voie ferrée reliant Ouagadougou à Abidjan. Les altitudes varient entre 283m et 320m.



**Carte 1 : situation géographique de Koudougou**

*Source : Sig-Burkina-Faso 2014*

## IV.1.2. Climat

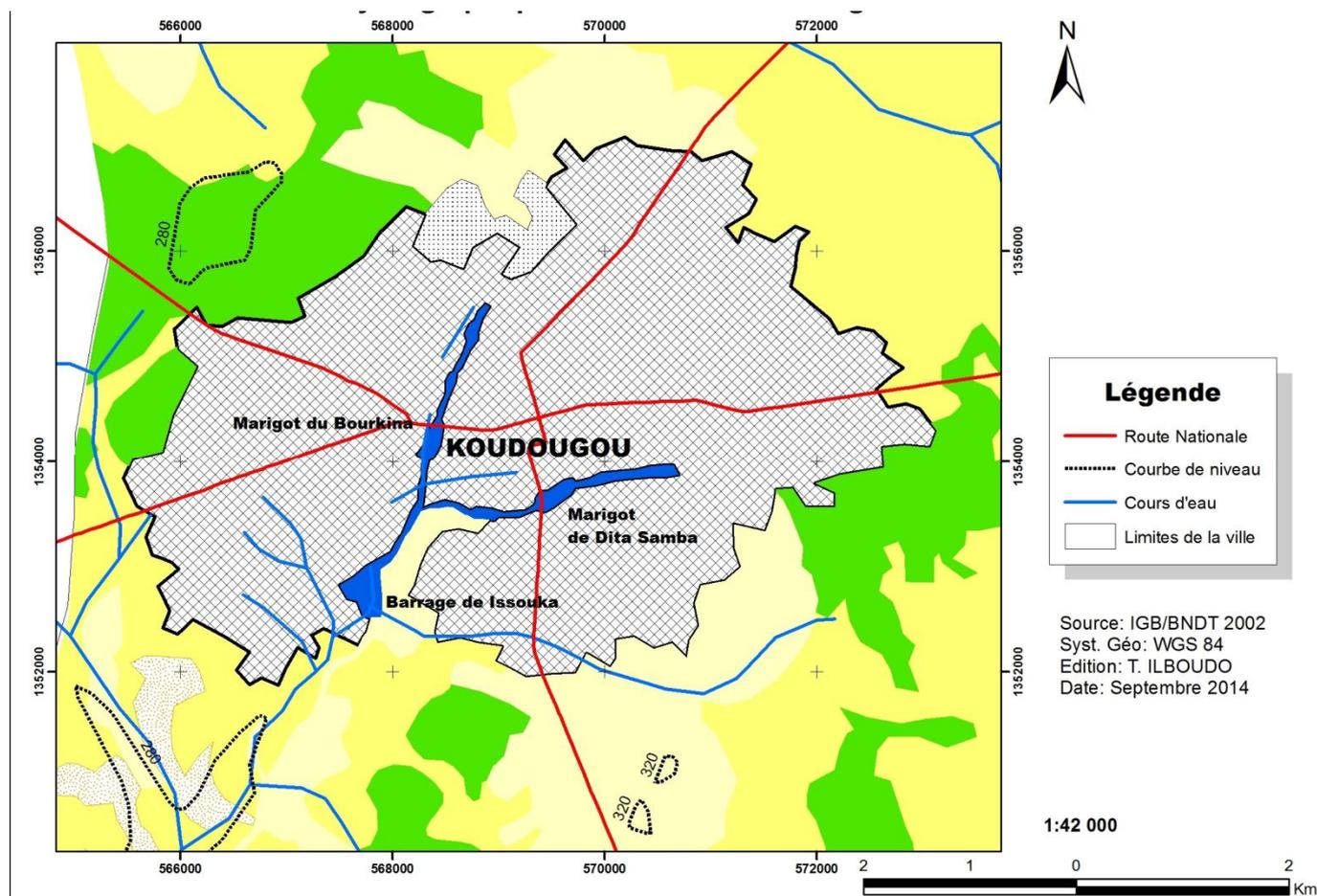
Le climat de la province du Boulkienmé dont Koudougou est le chef-lieu, est de type subtropical avec deux saisons distinctes : une saison sèche qui s'étend d'octobre à avril, et une saison de pluies plus courte de juin à septembre.

### IV.1.2.1. Hydrographie et pluviométrie

La ville de Koudougou est située dans le bassin moyen du Mouhoun. Elle est drainée par 2 petits affluents qui ont donné naissance à deux marigots.

Le marigot de Bourkina s'écoulant du Nord/Nord- Est vers le Sud/Sud-ouest et le marigot de Dita Samba s'écoulant d'Est en Ouest. La jonction de ces deux affluents se fait à l'amont de la retenue de Issouka.

Sur le plan pluviométrique, Koudougou se situe en zone climatique nord soudanienne entre les isohyètes interannuelles 700 mm et 800 mm. Les pluies sont mal réparties dans l'espace et dans le temps. Le nombre de jours de pluie et la hauteur d'eau annuelle recueillie varient suivant les années. Les maxima pluviométriques annuels peuvent atteindre 1000 mm et les minima, descendre à moins de 600mm.



**Carte 2 :** Réseau hydrographique de la ville de Koudougou

#### IV.1.2.2. Températures

Les températures les plus élevées sont constatées pendant les mois de Mars, Avril, Mai et Juin pouvant atteindre 38°C ; tandis que les moins élevées sont enregistrées pendant les mois de Décembre, Janvier, et Février avec 15°C .

### IV.1.3. Relief et Sols

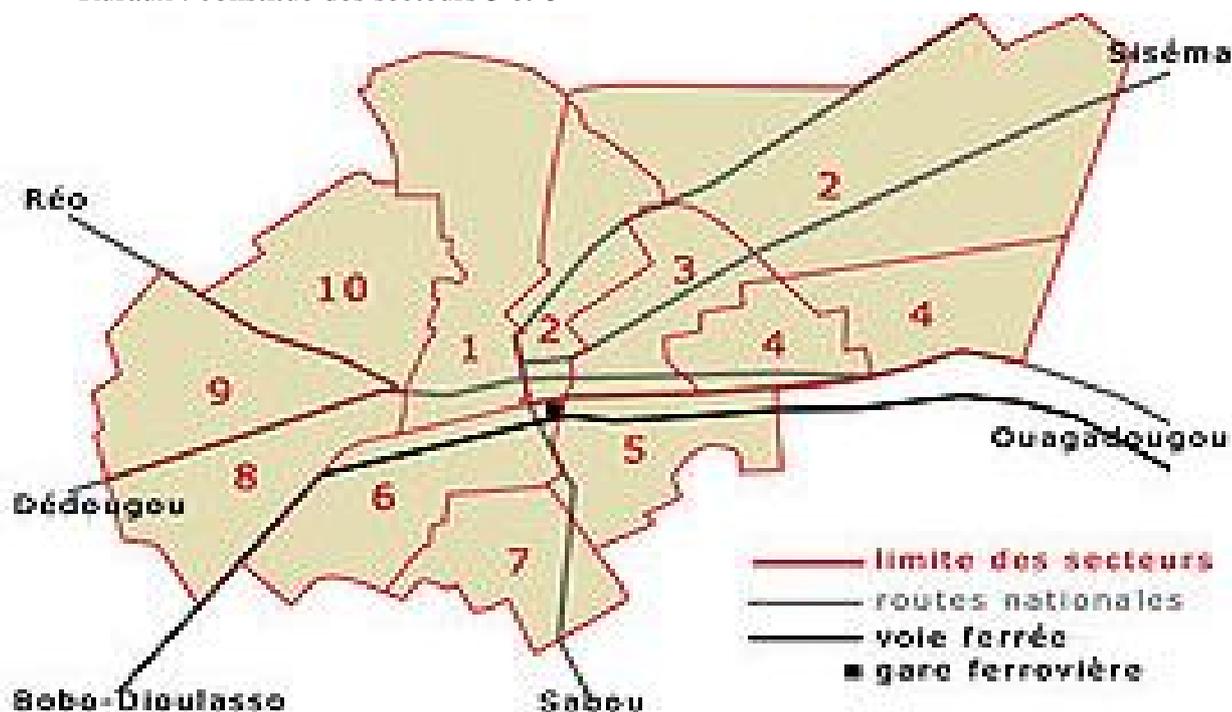
Les sols rencontrés sont essentiellement des lithosols sur cuirasse latéritique affleurant ou en faible profondeur. Les sols hydro morphes plus profonds occupent les zones de bas-fonds situées le long des principaux axes de drainage.

La formation de nombreuses rigoles, ravines et l'apparition de la cuirasse latéritique en faible profondeur sur toute l'étendue du territoire montre que ces sols sont sensibles à l'érosion.

### IV.1.4. Typologie des secteurs

La ville de Koudougou est constituée de 10 secteurs qui peuvent être regroupés en 3 catégories :

- Centraux ou modernes : Il s'agit des secteurs 1, 2, 3 et 4 où sont rassemblées les zones résidentielles, administratives et commerciales.
- Intermédiaires : ce sont les secteurs 7, 8, 9 et 10
- Ruraux : constitué des secteurs 5 et 6



**Carte 3 : Découpage de la ville de Koudougou en secteurs**

*Source : Etude de faisabilité du programme d'urgence en assainissement de la ville de Koudougou*

#### IV.1.5. La voirie

- La R.N.14 reliant la RN1 (Ouagadougou-Bobo Dioulasso) à Koudougou puis Dédougou. Elle traverse la ville d'Est en Ouest. Elle est bitumée.
- La rue de Melsungun partant de la RN14 au niveau de la gendarmerie et rejoint la gare ferroviaire. Elle est également bitumée.
- La voie circulaire qui dessert tous les secteurs de la ville
- Les pistes en terre qui quadrillent la ville

### IV.2. Milieu humain

#### IV.2.1. Population

De 1960 à 1975, la population résidente de Koudougou est passée de 25 000 habitants à 38 322 habitants puis à 51 926 habitants en 1985 soit un taux d'accroissement de 2,9% par an en moyenne sur une période de 25ans. De 1985 à 1996, la population a été multipliée par 1,39 passant de 51 926 habitants à 72 490 habitants. Au dernier recensement effectué en 2006, la population est passée à 88 184 habitants avec un taux d'accroissement de 3,4 % par an.

**Tableau 1 : Evolution de la population**

Années	1975	1985	1996	2004	2005	2006
Population	36 838	51 926	72 490	80 426	81 477	88 184

*Source : Institut national de la statistique et de la démographie (INSD) (Recensement Général de la Population et de L'Habitation- RGPH- et projections)*

Considérant le taux d'accroissement de 3,4 % par an, la population de la ville de Koudougou est estimée à environ 115 000 habitants en 2014 soit 1.3 fois la population en 1996. Ces statistiques traduisent l'évolution importante de la population. Cette croissance de la population s'accompagne de la construction de nouveaux habitats et de nouvelles infrastructures. Ces nouveaux bâtiments augmentent la surface des sols imperméables et par conséquent le volume des eaux à évacuer.

#### **IV.2.2. Activités socio-économiques**

- **Secteur primaire**

L'agriculture occupe plus de la moitié de la population et consiste à la culture céréalière (mil, sorgho) et des cultures de contre saison (oignons, tomates, choux, etc.).

L'élevage est pratiqué dans le périmètre communal et concerne celui des bovins, ovins, caprins et volailles. Il se pratique dans plus de 83% des parcelles de la ville.

- **Secteur secondaire**

L'industrie, jadis florissante avec des unités telles que Faso Fani (tissus de coton), SOBBRA (boisson), SAFCAC (chambre à air), SOFITEX (égrenage et exportation de coton), est en déliquescence avec la fermeture ou les difficultés de gestion de ces dernières. Les petites industries comprennent les boulangeries, les unités de transformation (moulins, extractions d'huile, presses à huile, à karité, etc.).

La branche eau et électricité comprend l'Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA) et la Société nationale d'électricité (SONABEL).

- **Secteur tertiaire**

Le secteur tertiaire est dominé par les activités commerciales qui emploient plus de 17% de la population active et concernent les échanges de produits (produits alimentaires, bien d'équipement, matériaux de construction, etc.).

En outre ce secteur comprend les compagnies de transport (4 grandes compagnies en 1996), les hôtels et autres lieux d'hébergement (10 en 1996), les services non marchands (administration publique et assimilée), les services marchands (services privés et services publics marchands).



# 2<sup>ème</sup> PARTIE :

# Diagnostic

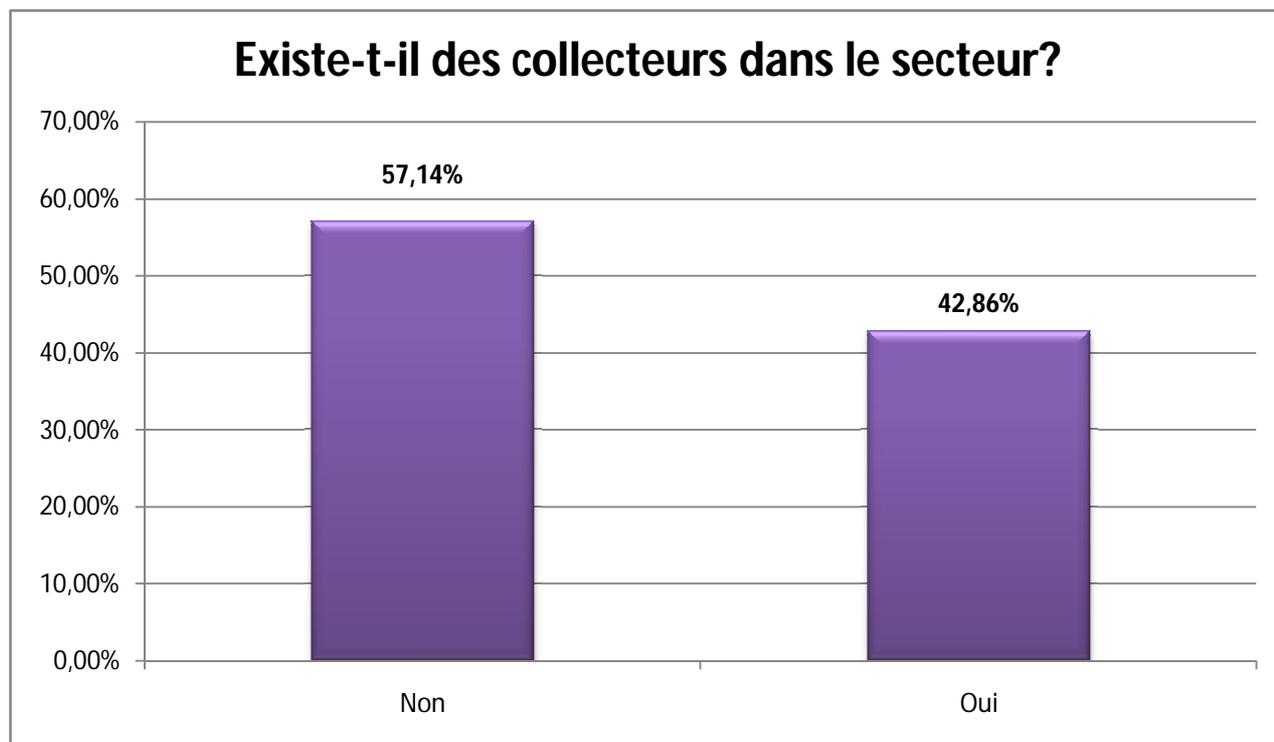
## I. Perception de la population

L'enquête réalisée a concerné une cinquantaine de personnes. La fiche d'enquête se divise en 4 parties : L'identité de l'enquêté, ses déterminants sociaux, le mode de gestion des eaux pluviales et les habitudes de la population.

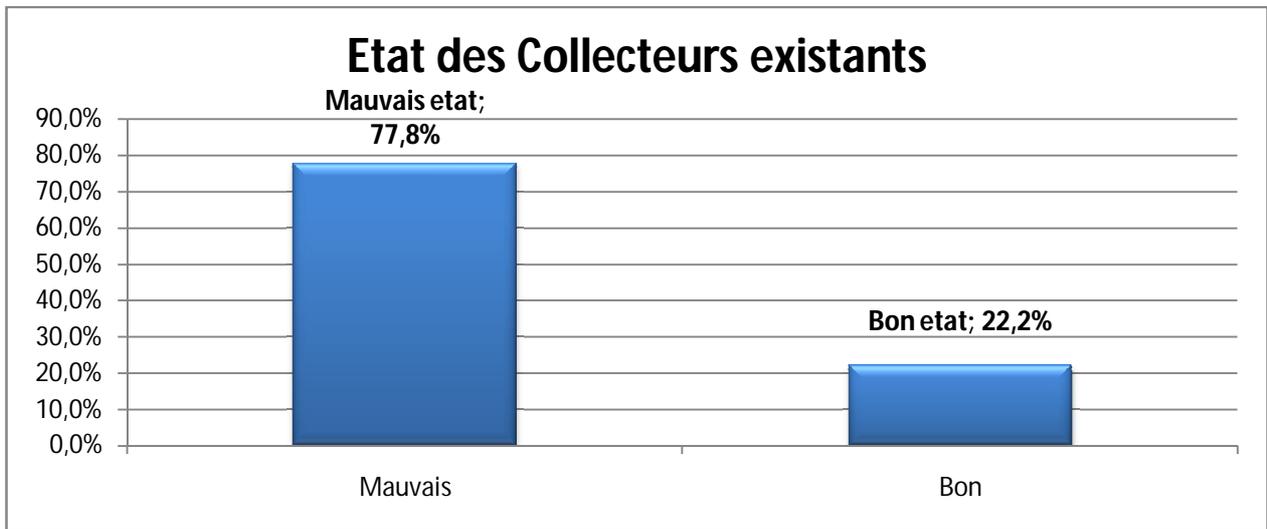
### I.1. Mode de gestion des eaux pluviales

Le principal objectif a été de savoir s'il existe des collecteurs dans les différents secteurs et si les habitants sont satisfaits des collecteurs présents.

Nous avons pu noter que les habitants se plaignent du manque de collecteurs dans la ville. Comme le montre le **graphique 1**, plusieurs secteurs de la ville de Koudougou ne disposent pas de collecteurs pour drainer les eaux de pluies. Dans les secteurs disposants de collecteurs, les habitants se plaignent de leurs états. La plupart des collecteurs existants sont en mauvais état selon les habitants (**Graphique 2**).



**Graphique 1: Présence de collecteurs dans les secteurs**



**Graphique 2: Etat des collecteurs**

L'absence de collecteurs et le mauvais état des collecteurs existants causent de nombreux problèmes. Les principaux problèmes évoqués par la population sont les inondations et les problèmes de circulation à cause de la dégradation des voies par le ruissellement des eaux et la stagnation des eaux à certains endroits. Ces différents problèmes ont pour conséquence directe des accidents, la présence de moustiques et des odeurs nauséabondes.

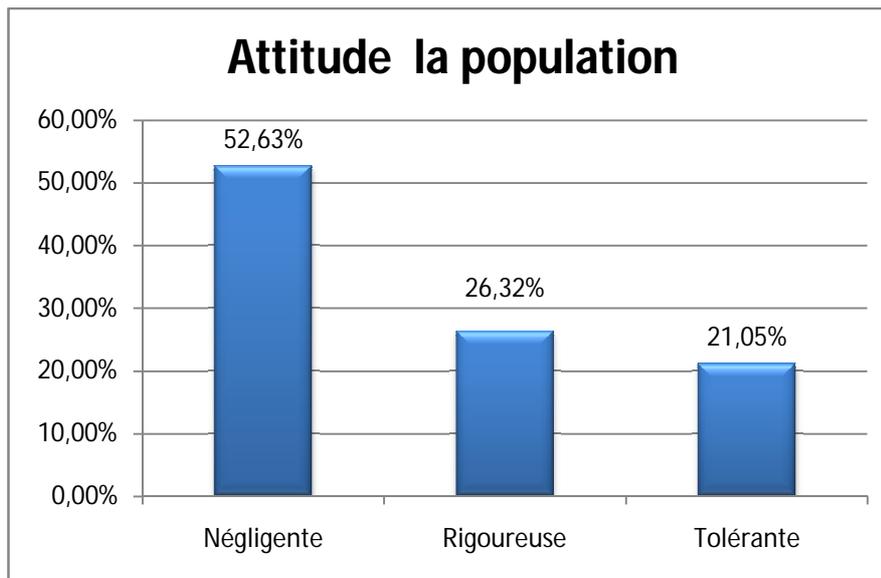
## I.2. Les habitudes de la population

L'assainissement d'une ville ne peut se faire sans la contribution de la population bénéficiaire. Il est important de savoir si les habitants de la ville se sentent concernés par ce problème et s'ils sont prêts à participer à un projet visant à améliorer l'assainissement de leur ville.

L'analyse du **graphique 3** et du **graphique 4** révèle que la population se sent concernée par ce problème mais n'entreprend aucune mesure pour le régler. La plupart des personnes enquêtées se limitent à évacuer les eaux de leurs cours. Face aux grandes quantités d'eaux qui stagnent dans les rues, les populations se disent impuissantes.

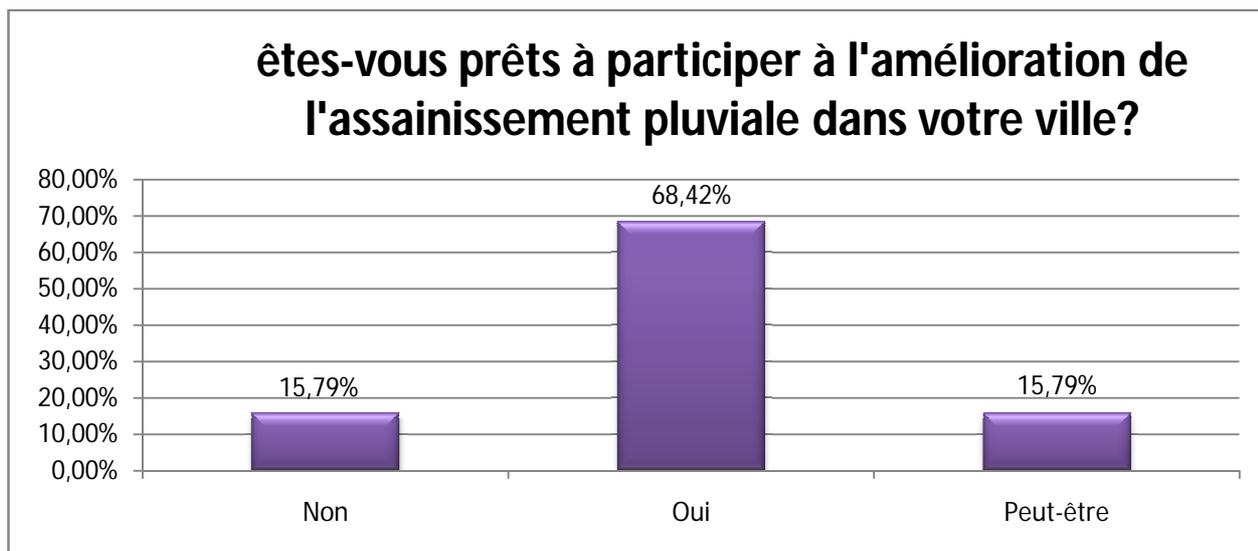


**Graphique 3 : Pourcentage de la population se sentant concerné par le problème**



**Graphique 4: Attitude la population**

Les populations attendent que les autorités compétentes entreprennent des actions pour un meilleur drainage des eaux de pluies. Le sondage présenté dans le **graphique 5** montre qu'une grande partie de la population soit 68% est prête à participer à tout projet visant à améliorer l'assainissement pluvial dans la ville. La majeure partie des habitants qui hésitent encore ou qui refusent de participer sont frustrés par l'attitude des autorités qui n'ont toujours pas entrepris des actions pour la gestion des eaux de pluies dans leurs secteurs malgré les nombreuses plaintes.



**Graphique 5 : Participation des populations à l'assainissement pluviale de la ville de Koudougou**

La dernière question de notre enquête est la proposition de solution pour contribuer à la bonne gestion des eaux de pluies.

La première réponse qui est venue de chaque personne questionnée est la construction de collecteurs. La population se plaint énormément du manque de collecteurs au point où certaines personnes proposent comme solution un soulèvement populaire pour se faire entendre. Une autre solution proposée est le curage des collecteurs. Les populations habitant au bord des collecteurs se plaignent des collecteurs bouchés qui dégagent des odeurs nauséabondes et qui débordent d'eau après les pluies.

L'enquête menée au sein de la population nous révèle de nombreux problèmes dans le réseau de drainage des eaux de pluies de la ville de Koudougou. Cependant, cette enquête est insuffisante pour un diagnostic de la situation en assainissement pluviale. Nous ferons une analyse du système de drainage de la ville de Koudougou afin de mieux comprendre les différents problèmes évoqués par la population.

## II. Présentation du réseau de drainage

Le réseau de drainage des eaux pluviales existant est constitué de collecteurs à ciel ouvert et d'ouvrages sous chaussées (dalots ou buses).

Les collecteurs réalisés dans la commune sont :

**a) Le troisième collecteur primaire C1**

Il commence au nord vers la SONABEL et vient se jeter dans le marigot de Ronsin

**b) Le deuxième collecteur primaire C2**

Il commence au niveau du cimetière, longe l'Hôpital et vient se jeter dans le marigot de Ronsin

**c) Le troisième collecteur primaire C3**

Il longe la route nationale 14 sur 2416,50 m. Il commence au croisement de la RN14 et de la circulaire et après l'hôtel photo luxe et se jette dans le marigot au niveau du pont Bourkina.

**d) Le quatrième collecteur primaire C4**

Il commence en face de la zone industrielle et se jette dans le barrage de Issouka.

**d) Le cinquième collecteur primaire C5**

Il commence en face de la cité 4 Août sur la route de Dédougou et vient se jeter dans le marigot du Bourkina

**e) Le sixième collecteur primaire C6**

Il est situé sur le côté droit sur la rue de Melsungen. Il commence après la gendarmerie au secteur 3 et en se dirigeant vers le centre-ville, longe le chemin de fer et se jette dans un des bras du marigot.



Pour illustrer l'état des collecteurs, nous présenterons nos observations sur les deux principaux collecteurs de la ville à savoir le canal primaire C3 long de 2416.5m et le canal primaire C6 long de 2129m.

## II.1. Collecteur primaire C3

- ❖ Le collecteur primaire C3 est un collecteur en béton armé et couvert sur environ 1000m. Ce collecteur fut réhabilité récemment en 2011. Toutefois, on peut noter quelques problèmes sur la partie non recouverte située en amont du réseau. Il s'agit de la présence de quelques déchets, de plantes et de sable dans le collecteur.



**Photo 1 : Présence de plantes dans le collecteur C3**

Source : ZONGO.R ; 2014



**Photo 2: Présence de quelques déchets solides et de sable dans le collecteur C3**

Source : ZONGO.R ; 2014

## II.2. Le collecteur primaire C6

Ce collecteur présente de nombreuses imperfections.

- ❖ La première observation faite sur le terrain est la présence de déchets solides. L'accumulation des déchets dans le collecteur empêche une bonne évacuation des eaux de pluies. En effet, ces déchets obstruent les collecteurs, provoquent des débordements lors des crues, entraînent la stagnation des eaux et favorisent la prolifération de moustiques.
- ❖ Une grande partie des collecteurs n'est pas revêtue sur le collecteur primaire C6. Les sections sont dégradées par l'érosion et cela crée un envasement des collecteurs.



**Photo 3: Canalisation non revêtue sur le collecteur C6**

*Source : ZONGO.R ; 2014*

- ❖ On peut également constater la présence de plantes dans les collecteurs. Ces plantes empêchent le passage des eaux. Elles contribuent à une stagnation des eaux et non à l'écoulement des eaux vers l'exutoire.

### **III. Proposition de solutions**

#### **III.1. Réhabilitation du réseau existant**

##### **❖ La sensibilisation**

La sensibilisation de la population sur l'importance et l'entretien des ouvrages de drainage des eaux de pluie est indispensable. Nous avons remarqué que la population se plaint des conséquences des eaux de pluies et demande la création de collecteurs. Cependant, une bonne évacuation des eaux de pluies ne dépend pas uniquement de la quantité de collecteurs mais aussi de leur entretien. Un bon entretien dépend de la population bénéficiaire. La population doit avoir une idée sur les bonnes actions à entreprendre et celles qui sont à éviter. La sensibilisation doit :

- Permettre à la population de prendre conscience de l'impact des déchets sur le réseau de drainage des eaux de pluies,
- Permettre de mettre en place de façon concertée un système d'entretien efficace n'entraînant pas pour les bénéficiaires des contraintes inacceptables,
- S'approprier les ouvrages d'assainissement.

Cette sensibilisation doit aboutir à un changement de comportement afin de pérenniser les ouvrages d'assainissement dans l'intérêt général de la population bénéficiaire.

##### **❖ Gestion des ordures**

La plupart des déchets présents dans les collecteurs sont des sachets plastiques et des ordures ménagères qui sont, soit transportés par le vent, soit jetés directement dans les collecteurs. Comme nous l'avons vu dans la partie présentant l'état des collecteurs, les déchets ont un impact négatif sur le drainage des eaux de pluies. Il est donc important d'élaborer des stratégies pour une bonne gestion des déchets. Nous proposons dans ce cadre :

- La mise en place de quelques poubelles dans les rues pour permettre aux populations d'y jeter leurs déchets.
- La mise en place d'une petite association qui se chargera de collecter les déchets dans les ménages et dans les poubelles placées dans les rues afin de les acheminer vers des centres pour leur traitement.

Ces quelques mesures permettront d'avoir une ville propre et par conséquent des collecteurs en meilleur état.

### ❖ **Le curage**

Cette opération consiste à un nettoyage des collecteurs en les débarrassant de tout déchet solide, des plantes et du sable. Le curage des collecteurs doit être un service de continuité. Il peut être effectué avant chaque saison pluvieuse pour un meilleur drainage des eaux pluviales.

Cette opération doit tenir compte des populations. Populations et collectivités locales doivent s'unir pour le curage des collecteurs. Nous proposons la mise en place d'une cellule au sein de la population qui sera chargée de faire un calendrier annuel des activités de curage et d'entretien des collecteurs. Cette cellule, en partenariat avec la mairie, devra à chaque activité de curage, lancer un recrutement de jeunes. Cela impliquera la jeunesse dans l'assainissement de la ville et contribuera également à la création d'emplois.

Le curage des collecteurs n'est efficace que si les déchets extraits sont ensuite acheminés vers des sites où ils sont traités. Nous remarquons dans plusieurs grandes villes que les déchets issus du curage sont laissés au bord des collecteurs. Le curage effectué devient dans ce cas un travail inutile car le vent ou la pluie ramènera ces déchets dans le collecteur. Ainsi proposons-nous pour la ville de Koudougou une deuxième équipe qui sera responsable de transporter les déchets issus du curage vers des centres qui seront choisis pour les recueillir, faire le tri des déchets et faire un recyclage.

### ❖ **Le revêtement**

La présentation de l'état des collecteurs a révélé des collecteurs non revêtus qui sont attaqués par l'érosion. Face à ce problème, nous proposons un revêtement en béton pour ces derniers car il résiste mieux à l'érosion.

### ❖ **Réadapter les sections des collecteurs**

Cette action concerne les sections sous dimensionnés. Elles doivent être réadaptées aux conditions actuelles de drainage.

### **III .2. Extension du réseau**

La ville de Koudougou se développe au fil des années avec la croissance démographique et la construction de nouveaux logements. La plupart des collecteurs construits ne sont pas en bon état et ne suffisent pas pour drainer toutes les eaux de la ville. La population demande l'extension du réseau pour résoudre les différents désagréments entraînés par la mauvaise gestion des eaux de pluies. Nous proposons donc une étude du réseau de drainage existant qui consistera à :

- Réévaluer les débits d'eau de pluies à évacuer
- Déterminer les sections des collecteurs principaux nécessaires pour l'évacuation des débits de crues
- Comparer les sections des collecteurs théoriques aux sections existantes
- Adapter les sections existantes aux sections théoriques
- Construire des collecteurs secondaires pour permettre un meilleur drainage des eaux dans les secteurs

Ne disposant pas de données sur les caractéristiques du réseau de drainage existant, nous réévaluerons les débits d'eaux de ruissellement et déterminerons les sections adaptées pour évacuer les débits de crues.

## **3<sup>ème</sup> PARTIE :**

# **Dimensionnement des collecteurs principaux**

## **I. Etudes hydrologiques**

### **I.1. Présentation du bassin versant**

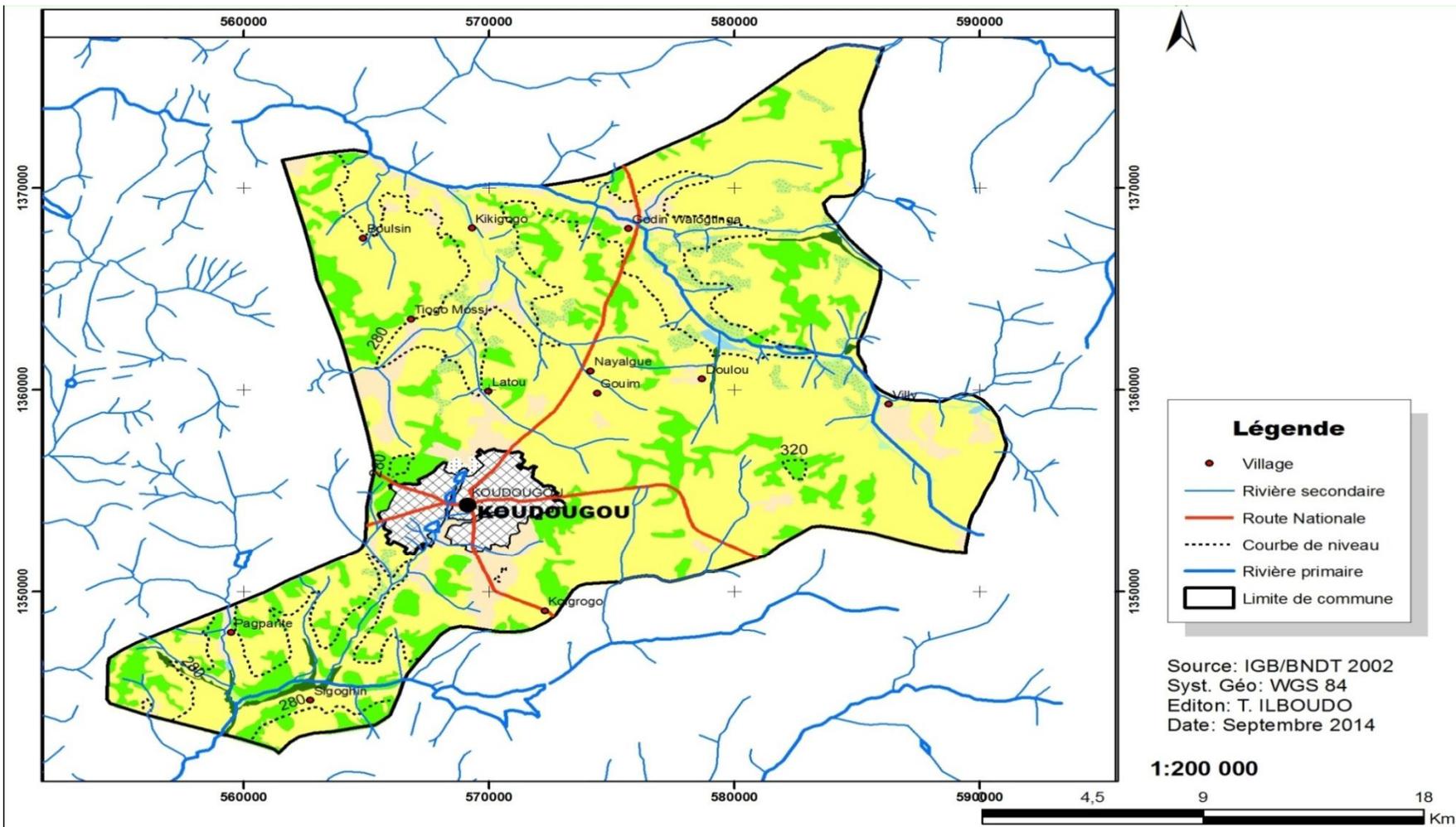
#### **I.1.1. Bassin versant global**

La commune de Koudougou est traversée par deux rivières qui se jettent dans le Mouhoun. Ces deux affluents du Mouhoun nous permettent de délimiter 2 bassins versants dans la commune de Koudougou.

Comme nous l'observons sur la **carte 5**, la ville de Koudougou, située au sud-ouest de la commune se trouve entièrement sur un seul bassin versant. Il s'agit du bassin versant de Issouka dont l'exutoire est le barrage de Issouka. Il existe des bassins versants secondaires relevant du bassin versant de Issouka. Ces bassins versants sont déterminés par la topographie et l'hydrographie. Ils sont à leurs tours constitués de mini bassins versants. On distingue deux bassins versants secondaires relevant du bassin versant de Issouka.

- Le bassin versant de Bourkina : Il couvre une superficie de 1376ha dont l'exutoire est la retenue d'eau de Bourkina. Il inclut le bassin versant de Ronsin d'une superficie de 946ha.
- Le bassin versant de Dita Samba : Il couvre une superficie de 926ha dont l'exutoire est le marigot de Dita Samba. Il inclut le bassin versant de Song-Pelsé d'une superficie de 593ha.

Les bassins versants de Bourkina et de Ronsin sont donc disposés en série de même que les bassins versants de Dita Samba et de Song-Pelsé.



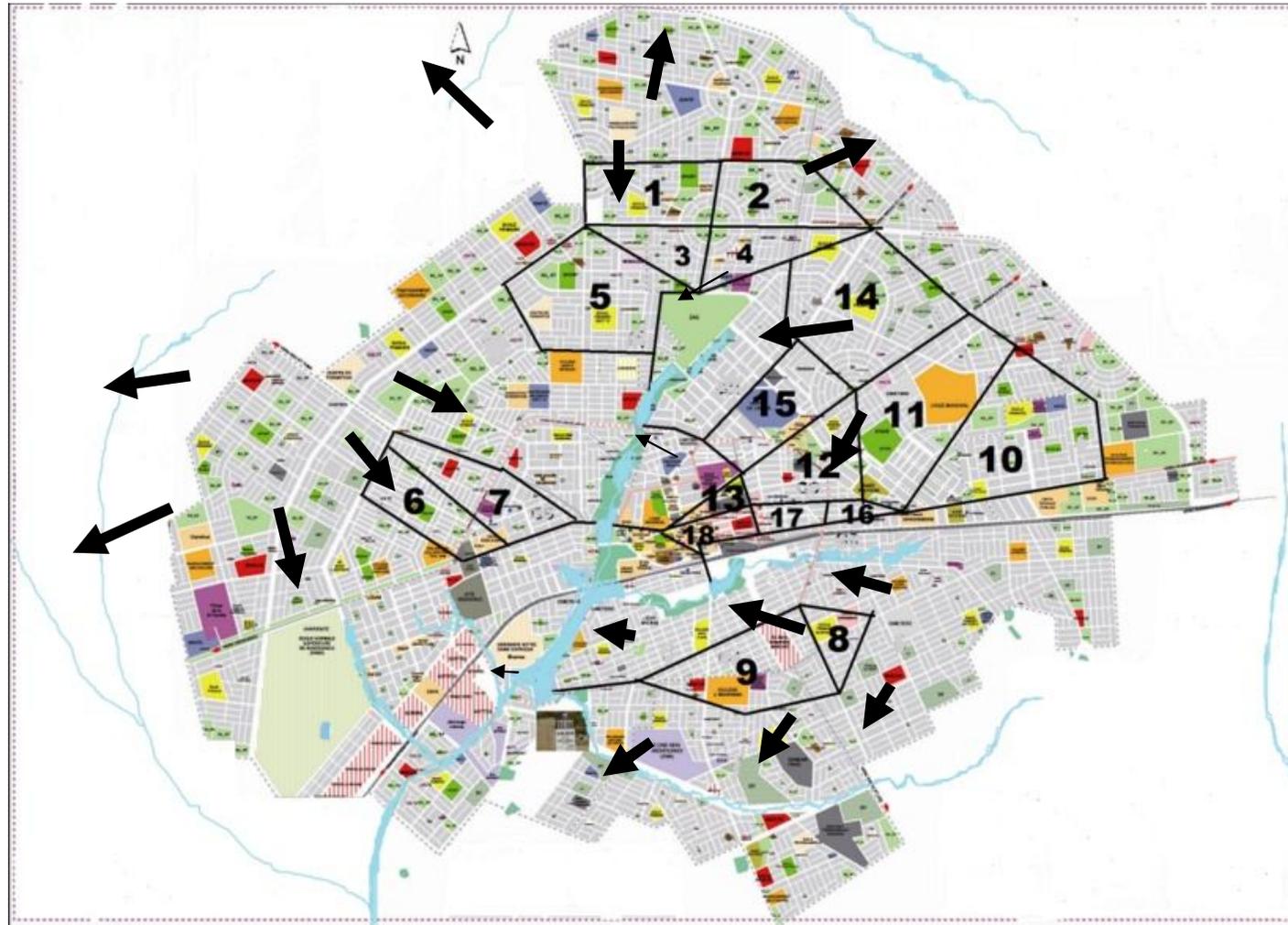
**Carte 5 : Présentation des bassins versants de la commune de Koudougou**

### **I.1.2. Découpage du bassin versant**

Il consiste à découper le bassin versant en sous bassins versants B1, B2 .... B n à l'exutoire desquels le réseau pourra véhiculer les eaux collectées. Notre découpage est dicté par :

- Le plan d'urbanisation : le réseau suit dans la mesure du possible les voies de circulation
- Le réseau hydrographique : les cours d'eau existants constituent des exutoires naturels. Ces cours d'eaux nous permettent de déterminer les lignes de partage des eaux et le sens d'écoulement des eaux.

Le découpage de notre bassin versant donne 18 sous bassins



**Carte 6 : Bassins versants élémentaires et sens d'écoulement des eaux**

*Source : Mairie de Koudougou, 2014*

### I.1.3. Caractéristiques des bassins versants

La surface : elle a été déterminée par un papier millimétré. Cette méthode consiste à déterminer la surface du bassin en mm<sup>2</sup> en fonction du nombre de carré de 100mm<sup>2</sup> couvrant le bassin versant. Cette surface est ensuite rapportée à l'échelle de la carte pour retrouver la surface réelle du bassin versant.

La longueur hydraulique : Il s'agit du plus long chemin pour arriver à l'exutoire du bassin versant. Nous l'avons également mesuré sur la carte et rapporté à l'échelle de la carte pour avoir la longueur réelle.

**Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versants**

Bassins versants	Superficies (ha)	Longueur Hydrauliques (m)
1	32,6	1250
2	20,6	937,5
3	11,4	1093,75
4	10,3	781,25
5	47,19	1250
6	24,39	1093,75
7	37,89	1562,5
8	23,94	843,75
9	31,01	1562,5
10	34,95	1875
11	42,48	1875
12	9,36	1250
13	4,65	468,75
14	51,84	1250
15	42,89	1562,5
16	9,77	625
17	10,65	625
18	10,65	375

*Source : ZONGO, R. feuille de calculs Excel 2014*

## I.2. Détermination des débits d'eaux pluviales

Nous ferons une présentation de deux méthodes généralement utilisées pour l'évaluation des débits afin de choisir la méthode adéquate pour les calculs. Il s'agit de la méthode Rationnelle et de la méthode Superficielle (Caquot).

### I.2.1. La méthode rationnelle

C'est une méthode très utilisée, du fait de sa simplicité. C'est probablement à l'ingénieur irlandais Thomas J. Mulvaney que revient le mérite d'avoir le premier élaboré la formule rationnelle telle qu'on l'utilise actuellement (CRES, 2001).

Le principe de la méthode rationnelle est le suivant :

- On décompose le bassin versant en  $n$  bassins élémentaires
- On suppose que l'intensité de la pluie est uniforme sur le bassin versant
- On admet que le coefficient de ruissellement garde dans chaque zone élémentaire une valeur constante.

La formule rationnelle s'écrit dans son expression la plus simplifiée, en supposant une pluie qui tombe sur une surface élémentaire :

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

Avec :

- $Q$  : le débit de crue en  $m^3/s$
- $C$  : le coefficient de ruissellement qui traduit qu'une partie de l'eau de pluie ne vient pas à l'exutoire
- $I$  : L'intensité moyenne maximale sur la période de retour en  $mm/h$
- $A$  : surface du bassin versant en  $ha$

### Limites de la méthode rationnelle

L'hypothèse des paramètres homogènes sur le bassin récepteur limite la méthode rationnelle sur la taille du bassin versant où on met en œuvre la méthode. (BCEOM, 1981, p.110) précise que, pour des conditions théoriques appliquées à cette méthode, la surface ne peut excéder 400ha.

Par ailleurs, la méthode rationnelle surestime le débit.

#### **I.2.2. La méthode superficielle (Formule de Caquot)**

La méthode superficielle peut être considérée comme une évolution de la méthode rationnelle.

Elle intègre deux autres phénomènes qui interviennent dans le ruissellement urbain :

- un stockage temporaire de l'eau dans le réseau
- Le fait que le temps de concentration du bassin versant dépende du débit (donc de la période de retour choisie).

Cette méthode se traduit par une formule donnant le débit de pointe en fonction des seuls caractéristiques du bassin versant à savoir la surface, la pente et le coefficient de ruissellement.

$$Q_p = \left[ \frac{a(T) \times \mu(M)^{b(T)}}{6 \times (\beta + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-b(T) \times f}} \times I^{\frac{c \times b(T)}{1-b(T) \times f}} \times C^{\frac{1}{1-b(T) \times f}} \times A^{\frac{d \times b(T) + 1 - \varepsilon}{1-b(T) \times f}}$$

#### **Formule de Caquot**

On trouve souvent cette formule sous la forme :

$$Q_p = K \times I^u \times C^v \times A^w$$

Avec

$Q_p$  : le débit de pointe

$I$  : la pente moyenne du bassin suivant la ligne d'écoulement

$C$  : le coefficient de ruissellement

$A$  : la superficie du bassin versant

$M$  : allongement du bassin versant

$$\beta + \delta = 1,40$$

$$\varepsilon = 0,05$$

$$\mu = 0,19 \times M^{0,8}$$

$$C = -0,41$$

$$D = 0,507$$

$$F = -0,287$$

a(T) et b(T) sont les coefficients de Montana

### **Limites de la méthode superficielle de Caquot**

Tout comme la méthode rationnelle, la méthode superficielle de Caquot ne donne qu'une idée du débit à l'exutoire du bassin versant et rien sur la forme de l'hydrogramme et du volume des crues. D'après (CRES, 2001) une superficie inférieure à 200ha est préférable pour l'application de la méthode de Caquot en Afrique ainsi que en France.

### **I.2.3. Choix de la méthode**

Les superficies des bassins versants élémentaires sont inférieures à 400ha. Nous choisissons la méthode rationnelle pour le calcul des débits de crues.

## **I.2.3. Evaluation des débits par la méthode rationnelle**

### **a) Le temps de concentration**

Le temps de concentration  $T_C$  est le temps mis par une goutte d'eau tombant sur le point le plus éloigné hydrologiquement pour arriver à l'exutoire (Karambiri, 2008).

Il existe plusieurs méthodes pour la détermination du temps de concentration. Nous utiliserons la formule suivante :

$$T_C = T_r + T_e + T_i$$

Avec :

$T_C$  : le temps de concentration (mn)

$T_r$  : le temps de ruissellement en surface (mn)

$T_e$  : le temps d'écoulement dans le réseau jusqu'à l'exutoire (mn)

$T_i$  : le temps d'imbibition (mn)

### ❖ Temps de ruissellement en surface avant d'entrer dans le réseau

Le temps de ruissellement en surface  $T_r$  est estimé à partir de valeurs prédéfinies et on trouve différentes références. D'après (ENPC, 1978, p.37) , il varie entre 10mn et 15mn pour les agglomérations d'habitats denses à faible pente. Nous prendrons 15mn pour nos calculs.

### ❖ Le temps d'écoulement dans le réseau

Il dépend de la longueur des caniveaux ( $L_c$ ) et de la vitesse moyenne d'écoulement de l'eau prise égale à 2m/s (Wethe, 2007).

$$T_e = \frac{L_c}{V_e}$$

Avec :

$L_c$  : la longueur de tronçon du caniveau

$V_e$  : la vitesse d'écoulement

### ❖ Le temps d'imbibition

Il est pris égal à 5 mn généralement dans les zones urbaines. (Karambiri, 2008)

## b) Choix de la période de retour

Ce choix permet de fixer la protection que vont offrir les ouvrages d'assainissement et, de façon plus pragmatique, de fixer les coefficients de formules d'ajustement IDF (CRES, 2001).

La ville de Koudougou peut être considérée comme une zone vulnérable car elle est constituée de zone d'habitation dense, d'une zone industrielle et commerciale. Nous choisissons donc une période de retour de 10ans. Ce choix tient aussi compte du fait que les ajustements IDF (Intensité – Durée – Fréquence) à utiliser, ont été établis sur la base d'une période de retour de 10 ans.

## c) L'intensité de la pluie

Dans le domaine de l'assainissement des eaux pluviales, ce sont les pluies de courtes durées (généralement inférieure à 4h) qu'il convient de considérer car ce sont elles qui sont à l'origine

des crues (**REPERE, aout 1998**). L'intensité des pluies de courte durée est généralement estimée par la formule de Montana :

$$I = a \times T_c^{-b}$$

Avec :

**I** : l'intensité de la pluie en mm/mn

**T<sub>c</sub>** : le temps de concentration en mn

**a** et **b** sont des paramètres déterminés à partir de l'étude détaillée des pluies de courte durée pour des stations disposant de suffisamment de données. Pour Koudougou aéroport, en considérant les pluies de durée inférieure à 1heure et une durée de retour de 10ans, les coefficients de Montana sont les suivants : **a=9.4** et **b=0.5**

#### d) Le coefficient de ruissellement

Les coefficients de ruissellement sont choisis dans le tableau de (**Bourrier, 1997, p.769**). Ce tableau donne les coefficients de ruissellement en fonction du type d'urbanisation de la zone considérée et de la nature du sol. Il est choisi pour chaque bassin élémentaire. Le coefficient de ruissellement équivalent des sous bassins est évalué par une moyenne des coefficients de ruissellements spécifiques pondérée par leurs surfaces.

$$C_{eq} = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Avec :

**C<sub>eq</sub>** : le coefficient de ruissellement équivalent

**C<sub>i</sub>** : les coefficients de ruissellement pour les bassins élémentaires

**A<sub>i</sub>** : Les surfaces élémentaires

#### e) Débit des bassins versants élémentaires

Le débit à l'exutoire de chacun des sous bassins calculé par la méthode rationnelle donne les résultats suivants :

**Tableau 3 : Débits à l'exutoire des bassins versants élémentaires**

Bassins versants	Superficies (ha)	Longueur Hydrauliques (m)	C	Te (mn)	Ti(mn)	Tr(mn)	Tc(mn)	I(mn/h)	Q(m3/s)
1	73,24	1406,25	0,35	11,72	5	15	31,72	100,14	5,75
2	61,04	1093,75	0,35	9,11	5	15	29,11	104,53	5,05
3	34,18	1250	0,5	10,42	5	15	30,42	102,26	4,07
4	29,30	937,5	0,5	7,81	5	15	27,81	106,94	3,68
5	117,19	1468,75	0,5	12,24	5	15	32,24	99,33	12,74
6	46,39	1343,75	0,5	11,20	5	15	31,20	100,98	5,37
7	87,89	1875	0,35	15,63	5	15	35,63	94,49	6,46
8	43,95	1000	0,35	8,33	5	15	28,33	105,96	3,75
9	83,01	1812,5	0,35	15,10	5	15	35,10	95,19	6,16
10	126,95	2031,25	0,35	16,93	5	15	36,93	92,81	8,99
11	146,48	2125	0,5	17,71	5	15	37,71	91,85	14,56
12	68,36	1468,75	0,35	12,24	5	15	32,24	99,33	5,34
13	14,65	625	0,35	5,21	5	15	25,21	112,33	1,40
14	131,84	1437,5	0,35	11,98	5	15	31,98	99,73	10,01
15	87,89	1750	0,9	14,58	5	15	34,58	95,91	16,85
16	9,77	781,25	0,9	6,51	5	15	26,51	109,54	2,39
17	14,65	781,25	0,9	6,51	5	15	26,51	109,54	3,51
18	14,65	468,75	0,9	3,91	5	15	23,91	115,35	3,69

*Source : ZONGO, R. ; feuille de calculs Excel 2014*

## II. Dimensionnement des collecteurs

### II.1. Nature et forme des collecteurs

Il existe des collecteurs à ciel ouverts et des collecteurs fermés. Les collecteurs fermés sont plus onéreux à la construction et plus difficiles à entretenir. Les collecteurs à ciels ouverts occupent plus de place et peuvent créer des accidents.

Nous choisissons des collecteurs à ciel ouvert pour la ville de Koudougou pour la facilité d'entretien et nous proposons de mettre en place des passerelles sur certains points du réseau pour faciliter l'accès des riverains à leurs logis.

Nous choisissons un revêtement en béton pour les collecteurs. La nature du sol de Koudougou est sensible à l'érosion. Les canaux revêtus en béton armé sont certes plus onéreux mais auront une durée de vie plus élevée. Le coefficient de rugosité  $K_s$  dans ce cas est 67 (CRES, 2001).

Nous optons pour les collecteurs de forme rectangulaire afin de réduire la largeur des collecteurs.

## II.2. La pente

La pente est généralement dictée par la pente du terrain naturel. Nous ne disposons pas de données topographiques pour la ville de Koudougou. Cependant, d'après (Sahel Consult, Juillet 1999), les pentes des collecteurs existants sont comprises entre 0,005 et 0,008. Nous choisissons une pente de 0,005 pour le dimensionnement de nos collecteurs.

## II.3. Calcul des sections

Nous utilisons la formule de Manning-Strickler pour le dimensionnement.

$$Q = K_s \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{I} \quad (1)$$

Avec :

Q : le débit capable du collecteur en m<sup>3</sup>/s

I : la pente longitudinale du collecteur en m/m

R<sub>h</sub> : le rayon hydraulique en m

S : la section du fossé en m<sup>2</sup>

Notre dimensionnement est effectué en section hydrauliquement favorable.

### ❖ Calcul du tirant d'eau y

- La section mouillée et le périmètre s'écrivent :

$$S = y(b + my) \quad (2) \qquad P = b + 2y\sqrt{1 + m^2} \quad (3)$$

Avec :

y : le tirant d'eau en m

b : la largeur au plafond en m

m : le fruit de berge

Nous avons choisi une section rectangulaire donc  $m=0$

- **Expression de b en fonction de y**

La dérivée de **S** par rapport à **b** et la dérivée de **P** par rapport à **b** donne deux équations qui permettent de tirer l'expression de **b** en fonction de **y**.

$$D'où \mathbf{b} = 2y(\sqrt{1 + m^2} - m)$$

En prenant  $m=0$ , on a

$$\mathbf{b} = 2y \quad (4)$$

Par ailleurs,  $R_h = \frac{S}{P}$ . Ainsi, on a :

$$S = y^2$$

$$P = 2y$$

D'où :

$$R_h = \frac{y}{2}$$

- **Expression de y**

En remplaçant  $R_h$  et  $S$  par leur expression dans la formule de Manning-Strickler, on obtient l'expression suivante du tirant d'eau  $y$ :

$$y = \left[ \frac{Q \times 2^{2/3}}{K_s \times 2 \times \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad (5)$$

❖ **Calcul de la largeur au plafond b**

Connaissant la valeur de  $y$ , on applique la formule (4) pour déterminer la largeur  $b$ .

❖ **La revanche r**

Nous choisissons une revanche de 0,2m

❖ **Calcul de la vitesse V**

L'expression de  $V$  est la suivante :

$$V = \frac{Q}{S}$$

En utilisant la formule de Manning-Strickler, on a :

$$V(m/s) = K_s \times R_h^{2/3} \times \sqrt{I} \quad (6)$$

Dans le cas des collecteurs en béton armé, les vitesses sont limitées à 4,5m/s.

**Tableau 4 : les dimensions des collecteurs**

Tronçons	Ks	b(m)	y (m)	v(m/s)	Dimensions constructives
T1	67	2,2	1,1	3,21	2,2 × 1,2
T2	67	2,4	1,2	3,41	2,5 × 1,5
T3	67	1,7	0,8	2,67	2 × 1
T4	67	2,3	1,2	3,28	2,2 × 1,5
T5	67	1,7	0,9	2,69	2 × 1,2
T6	67	2,3	1,1	3,26	2,2 × 1,5
T7	67	1,9	0,9	2,85	2,2 × 1,2
T8	67	2,4	1,2	3,42	2,5 × 1,5
T9	67	2,5	1,3	3,51	2,5 × 1,5
T10	67	2,5	1,3	3,53	2,5 × 1,5
T11	67	2,2	1,1	3,18	2,2 × 1,2
T12	67	2,2	1,1	3,27	2,2 × 1,2
T13	67	2,2	1,1	3,18	2,2 × 1,2
T14	67	2,2	1,1	3,27	2,2 × 1,2

*Source : ZONGO, R. ; feuille de calculs Excel 2014*

Toutes les vitesses sont supérieures à 4,5m/s

### III. Cadre de devis

Désignation	Unité	Quantité	PU (FCFA)	PT(FCFA)
Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1246	15 000	18690000
Collecteurs 2,2*1,2	ml	6000	150 000	900000000
Collecteurs 2,5*1,5	ml	3500	180 000	630000000
Collecteurs 2*1,2	ml	2850	140 000	399000000
Montant total HT				1548690000
Imprévus (15%)				232303500
TVA (18%)				278764200
Montant total TT				<b>2059757700</b>



# 4<sup>EME</sup> PARTIE :

## Discussions

## Et Recommandations

## I. Analyse et Discussion des résultats

Les collecteurs sont situés aux abords des chaussées et ont des sections de l'ordre de 2m. Les largeurs de grandes dimensions peuvent poser des problèmes compte tenu des espaces réservés à la chaussée. Ces grandes dimensions s'expliquent par les superficies importantes des bassins versants. La réhabilitation du réseau en adaptant les sections réelles aux sections théoriques est une solution à court terme. D'autres stratégies peuvent être entreprises en réduisant la surface des bassins versants attribuée à chaque collecteur.

L'utilisation des technologies alternatives telles que les bassins et tranchées d'infiltrations, l'assainissement à la parcelle et les bassins de rétention est une stratégie à long terme. Avec l'utilisation de ces technologies, les collecteurs auraient des dimensions réduites car ils seraient destinés à évacuer les débits excédentaires en complément des aménagements réalisés.

## II. Recommandations

L'étude réalisée est la première étape pour une bonne mise en œuvre du schéma directeur de l'assainissement pluviale de la ville de Koudougou. Les recommandations ci-après sont nécessaires pour la suite des travaux.

- ❖ **Sensibilisation de la population et des autres parties prenantes:** La sensibilisation de la population est une étape très importante. La population devra être impliquée dans toutes les étapes de réalisation du projet. Il faut une collaboration entre les autorités et les habitants de la ville.
- ❖ **Etat des lieux des collecteurs :** Il s'agira de recenser tous les collecteurs de la ville (primaires, secondaires et tertiaires) avec leurs caractéristiques (hauteur, largeur, revêtement). Ces caractéristiques devront être comparées aux caractéristiques théoriques déterminées dans cette étude. Les collecteurs ayant des sections trop faibles pour évacuer les eaux de ruissellement devront être recensés et soumis à des études plus approfondies. Ces études

auront pour objectif de modifier les sections existantes afin de les adapter aux sections théoriques. Les collecteurs non revêtus devront être revêtus en béton.

- ❖ **Aménagement des marigots existants :** cela limitera les risques d'inondations ou d'éventuelles catastrophes naturelles ayant trait au système de gestion des eaux pluviales.
- ❖ **Eaux usées recueillies de l'Hôpital et des industries doivent être traitées** avant d'être rejetées dans l'exutoire final car elles peuvent contenir des éléments polluants chimiques ou organiques.
- ❖ **A la Commune de Koudougou, nous recommandons la réalisation d'archives** sécurisées pour toutes les études réalisées. Ce projet d'amélioration du système de drainage des eaux de ruissellement serait moins onéreux si la commune avait déjà à sa disposition toutes les caractéristiques des ouvrages de collecte d'eaux pluviales existants dans la ville. Ces archives permettront une bonne gestion générale du territoire communale.

## Conclusion

L'étude de la gestion des eaux de ruissellement de la ville de Koudougou nous a permis d'appréhender les problèmes d'assainissement auxquels sont confrontés les pays d'Afrique et les agglomérations du Burkina Faso.

Les récriminations des populations envers les autorités locales et gouvernementales se fondent sur l'insuffisance de collecteurs. Pourtant, une bonne gestion des eaux de ruissellement ne dépend pas seulement du nombre de collecteurs. Le diagnostic de l'état de collecteurs a montré que la majorité des collecteurs est en mauvais état ou en état de dégradation avancée. La première étape pour améliorer la gestion des eaux de ruissellement est l'entretien des collecteurs existants avec une implication de la population en général et des riverains en particulier.

Les différentes solutions proposées permettront d'atteindre ces objectifs. Le dimensionnement des collecteurs primaires nous a donné les dimensions théoriques des collecteurs existants. Ces dimensions sont de :  $2.2 \times 1.2$  sur un linéaire de 6000m,  $2.5 \times 1.5$  sur un linéaire de 3407m,  $2 \times 1.2$  sur un linéaire de 2850m. Ces dimensions théoriques devront être comparées aux dimensions réelles des collecteurs. La construction de collecteurs secondaires est aussi nécessaire pour un meilleur drainage des eaux.

Compte tenu de la limite des données disponibles et des moyens d'étude, nous n'avons pas pu faire une comparaison des sections théoriques et des sections réelles afin de faire ressortir la liste des collecteurs à réhabiliter. Mais cette étape est nécessaire pour une bonne exécution du schéma directeur d'assainissement. Nous invitons donc les autorités communales à prendre les mesures nécessaires pour les suites à donner à cette étude.

## Références bibliographiques

### • Ouvrages et articles

---

BCEOM. (1981) p.110. *Hydraulique routière*. Paris: Ministère français de la coopération.

Chocat, B. (1997). *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*. Paris (France): Lavoisier Tech&Doc.

Christophe, B. (1989). *Contribution à l'étude du ruissellement en Afrique de l'Ouest; Application à la simulation sur petits bassins*. Montpellier.

Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest. (Février 2007). *L'Afrique de l'Ouest: Une région en mouvement, une région en mutation, une région en voie d'intégration*.

Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest. (Février 2007). *L'Afrique de l'Ouest: Une région en mouvement, une région en mutation, une région en voie d'intégration*.

Commune de Koudougou. (2006). *Accompagnement et appui des collectivités locales africaines pour l'élaboration de stratégies concertées d'intervention pour les services d'eau et d'assainissement PHASE1*.

EPCD. (août 1998). *Politique globale et schéma directeur de l'assainissement à Koudougou*.

François-Noël, C. (2001). *Hydrologie urbaine quantitative-assainissement pluviale*. EIER-ETSHER.

INSD. (2009). *Annuaire statistique*

José, V. (2006). *Hydraulique à surface libre*

Karambiri, H. (2008). *Cours d'hydrologie 2*. 2iE.

Kassem, S. (Juin 2008). *"La production des services sociaux au niveau local. Le cas de la commune de KOUDOUGOU" Etude récit n°23*. Ouagadougou, Laboratoires Citoyennetés.

M., D., & C., B. (1990). *ASSAINISSEMENT PLUVIAL HURBAIN EN AFRIQUE DE L'OUEST Modélisation du ruissellement*. Ouagadougou.

REPERE. (1998). *Plan directeur d'assainissement de la ville de KOUDOUGOU*.

Vladimir, K., Markus, B., & Luca, R. (2004). Solutions techniques pour l'assainissement pluviale. *STORM-assainissement par temps de pluies*, 2-9.

Wethe, J. (2007). *Assainissement pluviale: considérations générales et systèmes de drainage*. 2IE.

## • Sites internet

---

<http://www.mairie-koudougou.bf> consulté le 05 / 07 / 2014

<http://www.insd.bf/n/> Consulté le 29 / 07 / 2014

## • Liste des personnes rencontrées

---

- Monsieur Philippe YAMEOGO chef de service voirie et ouvrages de la mairie de Koudougou
- Monsieur Djibril TONDE chef de service assainissement de la mairie de Koudougou



# ANNEXES

### **Annexe 1 : Coefficient de ruissellement**

Nature du terrain et de la couverture végétale	Valeur du coefficient de ruissellement C							
	Petits bassins de 0 à 10 ha avec une pente (%) de				Bassins moyens de 00 à 400 ha avec une pente (%) de			
	< à 5	5-10	10-30	> 30	< à 5	5-10	10-30	>30
Plates-formes et chaussées de route, cours	0.95	-	-	-	-	-	-	-
Terrain dénudé, ou à végétation non couvrante Terrain déjà attaqué 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 Terrain 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
	0.20	0.25	0.30	0.40	0.15	0.18	0.22	0.25

### **Annexe 2: Coefficient de rugosité**

Nature	Valeur de K
Ouvrage en terre	33
Ouvrage taillé dans un sol rocheux	25
Ouvrage en béton	67

### **Annexe 3: Fiche d'enquête**

## **Questionnaire**

### **A. IDENTITE**

- Nom de l'enquêtrice : .....
- Nom de l'enquêté(e) : .....
- Profession : .....
- Quartier, Secteur, Village : .....

### **B. DETERMINANTS SOCIAUX**

#### **1. Sexe**

- a. Masculin                       b. Féminin

#### **2. Age**

- a. 16 - 25 ans                       b. 25 - 35 ans   
c. 36-45 ans                       d. 46 et plus

#### **3. Etat Civil**

- a. Marié(e)                       b. Célibataire   
c. Divorcé(e)                       c. Veuf(e)

#### **4. Niveau d'instruction**

- a. Sans instruction                       b. Primaire   
c. Secondaire                       d. supérieur ou universitaire

### C. MODE DE GESTION

#### 1. Depuis combien de temps habitez-vous ce quartier ?

Années : ..... Mois : .....

#### 2. Existe-t-il des caniveaux, collecteurs dans votre quartier ?

a. oui  b. non

#### 3. Si oui, dans quel état se trouvent-ils ?

a. bon  b. mauvais

#### 4. Selon vous quel est le rôle des caniveaux ?

4.1. Collecte des eaux pluviales : .....

4.2. Collecte des eaux usées domestiques : .....

4.3. Collecte des eaux usées industrielles : .....

4.4. Collecte des déchets solides ménagers : .....

#### 5. Quel est le problème majeur de la gestion des eaux de pluies qui vous préoccupe ici ?

### D. LES HABITUDES DE LA POPULATION

#### 1. Est-ce que vous vous sentez concernés par ce problème ?

a. oui  b. non

#### 2. Quelle attitude affichez-vous face à l'absence de caniveaux et des problèmes qui y sont liés ?

a. rigoureuse  b. tolérante

c. négligente  d. autres

#### 3. Ets-vous prêt à participer activement au développement et à l'amélioration de la qualité de l'assainissement pluviale dans votre quartier ?

a. oui  b. Non  c. Je ne sais pas encore

#### 4. Selon vous quelle mesure pouvez-vous prendre pour contribuer à la bonne gestion des eaux de pluies

#### **Annexe4: Calcul des débits à l'exutoire**

Bassins versants	Superficies (ha)	Longueur Hydrauliques (m)	C	Te (mn)	Ti(mn)	Tr(mn)	Tc(mn)	I(mn/h)	Q(m3/s)
1	32,6	1250	0,35	10,42	5	15	30,42	102,26	2,72
2	20,6	937,5	0,35	7,81	5	15	27,81	106,94	1,84
3	11,4	1093,75	0,5	9,11	5	15	29,11	104,53	1,47
4	10,3	781,25	0,5	6,51	5	15	26,51	109,54	1,39
5	47,19	1250	0,5	10,42	5	15	30,42	102,26	5,53
6	24,39	1093,75	0,5	9,11	5	15	29,11	104,53	3,02
7	37,89	1562,5	0,35	13,02	5	15	33,02	98,15	3,01
8	23,94	843,75	0,35	7,03	5	15	27,03	108,48	2,15
9	31,01	1562,5	0,35	13,02	5	15	33,02	98,15	2,49
10	34,95	1875	0,35	15,63	5	15	35,63	94,49	2,69
11	42,48	1875	0,5	15,63	5	15	35,63	94,49	4,62
12	9,36	1250	0,35	10,42	5	15	30,42	102,26	0,83
13	4,65	468,75	0,35	3,91	5	15	23,91	115,35	0,48
14	51,84	1250	0,35	10,42	5	15	30,42	102,26	4,23
15	42,89	1562,5	0,9	13,02	5	15	33,02	98,15	8,72
16	9,77	625	0,9	5,21	5	15	25,21	112,33	2,45
17	10,65	625	0,9	5,21	5	15	25,21	112,33	2,66
18	10,65	375	0,9	3,13	5	15	23,13	117,28	2,77



**Annexe5 : Calculs des sections**

Collecteurs	L(m)	Assemblage BV	A(ha)	Ceq	tc(mn)	i (mm/h)	Q(m <sup>3</sup> /s)	I(m/m)	Ks	r(m)	b (m)	y (m)	Rh (m)	v (m/s)
C12	625,00	1//2	53,2	0,6	31,72	100,14	7,28	0,005	67	0,5	2,2	1,1	0,56	3,21
C34	937,50	(1//2) et (3//4)	74,9	0,60	36,93	92,81	9,34	0,005	67	0,5	2,4	1,2	0,61	3,41
C6	1156,25	6	24,39	0,60	31,2	100,97	3,50	0,005	67	0,4	1,7	0,8	0,42	2,67
C7	312,50	6 et 7	62,28	0,60	35,63	94,49	7,98	0,005	67	0,5	2,3	1,2	0,58	3,28
C8	1656,25	8	23,94	0,6	28,33	105,96	3,61	0,005	67	0,4	1,7	0,9	0,43	2,69
C9	812,50	8 et 9	54,95	0,66	35,1	95,20	7,81	0,005	67	0,5	2,3	1,1	0,57	3,26
C10	406,25	10	34,95	0,6	36,93	92,81	4,53	0,005	67	0,4	1,9	0,9	0,47	2,85
C11	1093,75	10 et 11	77,43	0,65	46,04	83,12	9,42	0,005	67	0,5	2,5	1,2	0,61	3,42
C12	906,25	10 et 11 et 12	86,79	0,65	45,26	83,83	10,49	0,005	67	0,5	2,6	1,3	0,64	3,51
C13	468,75	10 et 11 et 12 et 13	91,44	0,66	49,17	80,43	10,70	0,005	67	0,5	2,6	1,3	0,64	3,53
C14	1312,50	14	51,84	0,6	31,98	99,73	7,07	0,005	67	0,5	2,2	1,1	0,55	3,18
C15	562,50	14 et 15	94,73	0,74	125,21	50,40	7,86	0,005	67	0,5	2,3	1,1	0,57	3,27
C16	1406,25	16	9,77	0,70	26,51	109,54	7,07	0,005	67	0,5	2,2	1,1	0,55	3,18
C17	803,75	16 et 17	20,42	0,70	26,51	109,54	7,86	0,005	67	0,5	2,3	1,1	0,57	3,27





Gestion des eaux de la ville de Koudougou (province du Boulkiemdé, région du centre-ouest) : diagnostic et dimensionnement des collecteurs principaux prévus au schéma directeur d'assainissement