

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE



UNIVERSITE NANGUI ABROGOUA

**UFR-SGE**

**Sciences et Gestion de l'Environnement**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2016-2017**

**N° DU CANDIDAT : CI 0213037858**  
**NOM : KONAN**  
**PRENOMS : BEHIBRO ANGE-DELON**  
**LABORATOIRE : Géosciences et environnement**

**JURY**

**Président : Dr CISSE MOUSSA, Maître de conférence, Université Nangui Abrogoua**

**Superviseur scientifique : Prof. GONE DROH LANCINE, Professeur titulaire, Université Nangui Abrogoua**

**Encadreur Scientifique : Dr. KANOHIN FULVIE épouse OTCHOUMOU, Maître Assistant, Université Nangui Abrogoua**

**Examineur : Dr AMA Assamoi Béatrice épouse CAUPHYS, Maître Assistant, Université Nangui Abrogoua**

*Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

*Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master 2 en Sciences et Gestion de l'Environnement*

*Option : Géosciences et environnement*

**Thème :**

**Cartographie du niveau d'Assainissement et des sources d'approvisionnement en eau d'Avocatier Agnissankoi**

*Date de soutenance publique : 30/11/2017*

**TABLE DES MATIERES**

**DEDICACE..... iii**

**REMERCIEMENTS..... iv**

**LISTE DES TABLEAUX ..... v**

**LISTE DES PHOTOS..... v**

**LISTE DES FIGURES..... vi**

**SIGLES ACRONYMES ET ABREVIATION ..... vii**

**INTRODUCTION ..... 1**

**CHAPITRE I : CONTEXTE GENERAL DE L’ETUDE ..... 3**

**I. PRESENTATION DU PROJET ..... 4**

**II. SYSTEME D’INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET ANALYSE MULTICRITERE ..... 5**

    2.1. Système d’Information Géographique (SIG) ..... 5

    2.2. ANALYSE MULTICRITERE ..... 6

        2.2.1. L’aide multicritère à la décision ..... 6

        2.2.2. Différentes problématiques ..... 7

        2.2.3. Méthodes d’agrégation ..... 9

        2.2.4. Modélisation d’un problème multicritère ..... 10

        2.2.5. Evaluation et d’analyse d’un problème multicritère ..... 11

    2.3. Quelques méthodes d’analyse multicritères les plus utilisées ..... 11

        2.3.1. Méthode de la somme pondérée ..... 11

        2.3.2. Méthode AHP ..... 12

**III. INTEGRATION SIG-AMC ..... 13**

    3.1. Intégration indirecte ..... 13

    3.2. Intégration encadrée ..... 13

    3.3. Intégration complète ..... 14

**CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES ..... 16**

**I. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE..... 17**

    1.1. Contexte géographique ..... 17

    1.2. Contexte climat ..... 17

    1.3. Contexte géologique et hydrogéologique ..... 18

    1.4. Pédologie ..... 19

**II. MATERIEL..... 19**

    2.1. Matériel utilisé sur le terrain ..... 19

2.2. Matériel utilisé pour le traitement des données .....	20
<b>III. METHODOLOGIE .....</b>	<b>20</b>
3.1. Identification des critères et sous-critères .....	21
3.1.1. Assainissement .....	21
3.1.2. Eau potable .....	23
3.2. Enquête .....	23
3.3. Dépouillement .....	24
3.4. Traitement des données .....	24
3.4.1. Mise en œuvre de l'Analyse multicritère .....	25
3.4.2. Elaboration des cartes.....	29
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>35</b>
<b>I. RESULTATS.....</b>	<b>36</b>
1.1. Milieu humain.....	36
1.2. Assainissement .....	37
1.2.1. Evacuation des Eaux ménagères (EEM) .....	37
1.2.2. Destination des eaux vannes (DEV).....	39
1.2.3. Mode de vidange .....	41
1.2.4. Problème spécifique d'assainissement .....	43
1.2.5. Latrines (PPL) .....	44
1.2.6. Plateforme d'accès (PFA) .....	46
1.2.7. Ouvrage d'accumulation (OA).....	47
1.2.8. Gestion des eaux usées et excréta (GEUE).....	48
1.2.9. Infrastructures d'assainissement individuel .....	49
1.2.10. Niveau d'assainissement.....	50
1.3. Source d'approvisionnement en eau.....	52
<b>II. DISCUSSION .....</b>	<b>54</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>66</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>67</b>

DEDICACE

Je dédie spécialement ce bien modeste mémoire au Seigneur JESUS-CHRIST, mon Ami fidèle, ma Source d'eau vive, et mon Puissant soutien, sans qui rien n'aurait pu être fait.

*C'est la bénédiction de l'Éternel qui enrichit,  
Et il ne la fait suivre d'aucun chagrin.*

*Prou 10 v 22*

REMERCIEMENTS

Nous n'aurions pas pu mener cette étude et produire ce mémoire, sans la bienveillance et le soutien de certaines personnes. C'est par conséquent, un agréable devoir pour nous, de remercier tous ceux qui ont bien voulu nous aider à quelque niveau que ce soit. Nous voudrions adresser nos remerciements :

- Au Prof GONE DROH LANCINE, Doyen de l'UFR SGE, pour avoir bien voulu accepter d'être notre superviseur ;
- A mon encadreur scientifique, Dr OTCHOUMOU FULVIE, Maître assistant à l'UNA, pour son orientation à travers les remarques constructives et pertinentes, pour l'atmosphère agréable de travail ainsi que sa disponibilité en dépit de ses autres obligations.
- A Mme KOKORE AMA JEANNE D'ARC, chef du service Assainissement de l'ONAD, et à Mme SIE, qui en plus de m'avoir accepté pour le stage ont aussi trouvé le financement nécessaire. Puisse Dieu vous le rendre au centuple.
- A mon honorable père M. KOUASSI KONAN PIERRE, pour sa remarquable sagesse dont je prends toujours plaisir à profiter.
- A mon adorable mère Mme KOUASSI née N'DA BOU ALICE dont je suis au fond le pur produit.
- A ma petite sœur KONAN MEHILE NOVA-REINE et à mon cadet KOUASSI MIMIEN GUY MICHAEL qui ont été pour moi une source de motivation.
- A toute la famille YOBOUET AMANI. Cette famille qui m'a ouvert grandement les bras et qui m'a offert le cadre idéal pour mener à bien mes études. Puisse JESUS vous combler de toutes sortes de Grâces.
- A tous mes compagnons de route que sont : KOSSONOU RAHIM, KOUADIO AMOS, YEO MIREILLE, ABI BENJAMIN, et à mes amis(es) de classe.

**LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1** : Echelle de comparaison (Saaty, 1985) ..... 27

**Tableau 2** : Tableau de comparaison par paire des critères..... 27

**Tableau 3** : Tableau de comparaison par paire des sous-critères de GEUE..... 27

**Tableau 4** : Tableau de comparaison par paire des sous critères de IAI..... 28

**Tableau 5** : Matrice générale de performance relative ..... 28

**Tableau 6** : Echelle d'évaluation de EEM, DEV et PSA ..... 30

**Tableau 7** : Echelle d'évaluation des modes de vidange..... 31

**Tableau 8** : Echelle d'évaluation du nombre de personnes par latrine..... 31

**Tableau 9** : Echelle d'évaluation du type de plateforme ..... 32

**Tableau 10** : Echelle d'évaluation des ouvrages d'accumulation ..... 32

**Tableau 11** : Echelle d'évaluation des sources d'approvisionnement en eau potable ..... 33

**LISTE DES PHOTOS**

**Photo 1** : (A) Fiches d'enquête ; (B) GPS Garmin (etrex à gauche et etrex 10 à droite) ..... 20

**Photo 2** : (A) Plateforme à l'Anglaise (B) Plateforme à la turque..... 23

**Photo 3** : Eaux vannes sortant d'une fosse à Avocatier Agnissankoi..... 41

**Photo 4** : Latrine délabrée encore en utilisation dans une cour commune d'Avocatier Agnissankoi ..... 45

**LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1</b> : Les problématiques dans l'aide à la décision multicritère ( <b>Chen, 2006</b> ) .....	9
<b>Figure 2</b> : Illustration de l'intégration indirecte ( <b>Chahar, 2006</b> ).....	13
<b>Figure 3</b> : Illustration de l'intégration encadrée ( <b>Chahar, 2006</b> ). .....	14
<b>Figure 4</b> : Illustration de l'intégration incomplète ( <b>Chahar, 2006</b> ).....	15
<b>Figure 5</b> : Carte du quartier d'Avocatier Agnissankoi .....	17
<b>Figure 6</b> : Courbe ombrothermique de la commune d'Abobo (Climate-data.org).....	18
<b>Figure 7</b> : Carte géologique de la ville d'Abidjan ( <b>Koffi et al., 2013</b> ) .....	19
<b>Figure 8</b> : Répartition des points d'échantillonnages .....	24
<b>Figure 9</b> : Structure hiérarchique du projet .....	26
<b>Figure 10</b> : Carte des diagrammes de Voronoï.....	29
<b>Figure 11</b> : Répartition des statuts de résidant par type d'habitation .....	36
<b>Figure 12</b> : Destination des eaux ménagères .....	37
<b>Figure 13</b> : Déversement des eaux ménagères dans un caniveau à Avocatier Agnissankoi ....	38
<b>Figure 14</b> : Impact de la gestion des eaux ménagères sur la santé et l'environnement.....	38
<b>Figure 15</b> : Destination des eaux de WC .....	39
<b>Figure 16</b> : Impact de la Gestion des eaux vannes sur la santé et sur l'environnement .....	40
<b>Figure 17</b> : Responsabilité de la vidange dans les cours communes.....	41
<b>Figure 18</b> : Trou creusé pour accueillir les produits d'une vidange manuelle .....	42
<b>Figure 19</b> : Carte thématique du mode de vidange.....	43
<b>Figure 20</b> : Impact des problèmes spécifiques d'assainissement sur la santé et sur l'env... ..	44
<b>Figure 21</b> : Nombre de personnes par latrine .....	45
<b>Figure 22</b> : répartition du type de plateforme d'accès par type d'habitation .....	46
<b>Figure 23</b> : Latrine (A) plateforme Samplat (B) plateforme à la Turque avec carreaux cassés	47
<b>Figure 25</b> : Répartition des types d'ouvrages d'accumulation .....	48
<b>Figure 27</b> : Impact de la Gestion des eaux usées et excréta sur la santé et l'environnement	49
<b>Figure 28</b> : Infrastructures d'Assainissement Individuel .....	50
<b>Figure 29</b> : Niveau d'Assainissement.....	51
<b>Figure 30</b> : Répartition des ménages selon l'abonnement à la SODECI.....	52
<b>Figure 31</b> : Répartition spatiale des sources d'approvisionnement (Critère AEP).....	53
<b>Figure 32</b> : Carte thématique des plateformes d'accès .....	66
<b>Figure 33</b> : Carte thématique des ouvrages d'accumulation .....	66

**SIGLES ACRONYMES ET ABREVIATIONS**

<b>AAE</b>	: Association Africaine de l'Eau
<b>AEP</b>	: Approvisionnement en Eau Potable
<b>AHP</b>	: Analytic Hierarchy Process
<b>AMC</b>	: Analyse Multicritère
<b>BC</b>	: Belle Cité
<b>DEV</b>	: Destination des Eaux Vannes
<b>EEM</b>	: Evacuation des Eaux Ménagères
<b>ERU</b>	: Eaux Résiduaires Urbaines
<b>GEUE</b>	: Gestion des Eaux Usées et Excrétas
<b>GPS</b>	: Global Positioning System
<b>IDW</b>	: Inverted Weight Distance
<b>MV</b>	: Mode de Vidange
<b>OA</b>	: Ouvrage d'Accumulation
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé
<b>ONAD</b>	: Office National de l'Assainissement et du Drainage
<b>PFA</b>	: Plateforme d'Accès
<b>PPL</b>	: Personnes Par Latrine
<b>PSA</b>	: Problèmes Spécifiques d'Assainissement
<b>SAEP</b>	: Sources d'Approvisionnement en Eau Potable des ménages
<b>SGBD</b>	: Système de Gestion de Bases de Données
<b>SIRS</b>	: Système d'Information à Référence Spatiale
<b>SIG</b>	: Système d'Information Géographique
<b>SODECI</b>	: Société de Distribution d'Eau en Côte d'Ivoire
<b>TIC</b>	: Technologie de l'Information et de la Communication
<b>UN-WATER</b>	: United Nation – Water
<b>UVED</b>	: Université Virtuelle Environnement et Développement durable
<b>WPM</b>	: Weight Product Method
<b>WSM</b>	: Weight Sum Method
<b>WWAP</b>	: World Water Assessment Programme

## INTRODUCTION

Dans les grandes villes africaines, plusieurs facteurs rendent difficiles la maîtrise de la gestion de l'assainissement urbain et l'accès à l'eau potable. La forte croissance démographique (plus de 5% par an en moyenne dans les villes), s'accompagne d'un développement spatial anarchique qui échappe à tout contrôle des pouvoirs publics. Les populations s'installent sans avoir la possibilité d'accéder aux services urbains (**N'Gnikam et al., 2007**). Ainsi, dans ces villes, la moitié seulement des besoins en eau potable est satisfaite, et il manque dramatiquement des infrastructures pour évacuer les eaux usées (**WHEP, 2008**).

Face à ces difficultés, ces dernières années, l'Etat ivoirien a entrepris des chantiers colossaux pour pallier le déficit de l'assainissement et de l'alimentation en eau potable. Le résultat est que, Abidjan dispose aujourd'hui d'un système d'assainissement et de drainage qui comprend un réseau séparatif de 2100 Km, une station de prétraitement grossier et un refoulement d'une partie des eaux usées vers un émissaire en mer (**C2D, 2017**). Les chantiers de grandes envergures en eau potable se résument aux états généraux de l'eau potable tenu en 2009, au programme présidentiel d'urgence (PPU), au plan d'urgent gouvernemental hydraulique (PUGH) mis en place au lendemain de la crise post-électorale de 2010, à l'alimentation à partir de la nappe phréatique de Bonoua et à la construction de châteaux d'eau dans la ville d'Abidjan (**Diabagaté et al., 2016**). Fort de cela, seulement 40 % de la population abidjanaise bénéficie d'un accès à l'assainissement collectif (**MINSEDD, 2016**) et 69 % à l'eau potable (**ONEP, 2016**). Les objectifs sont donc loin d'être atteints. Dans un tel contexte, disposer d'un support de communication (carte) qui rend compte des efforts déjà consentis, qui facilite les prises de décisions et qui accompagne les actions, serait d'un apport non négligeable dans le processus de résolution des problèmes. En effet, aujourd'hui le potentiel des Systèmes d'Information Géographique (SIG) en matière de contribution à la prise de décision n'est plus à démontrer. Les capacités de ces outils se sont vues décuplées avec d'intégration en leurs sein (Les SIG), de l'analyse multicritère (**Bekhtari, 2016**). Aussi, cette étude a-t-elle été menée dans le dessein de mettre à la disposition des pouvoirs publics et à toutes les parties prenantes, la cartographie du niveau d'assainissement ainsi que celle des sources d'approvisionnement en eau.

Ainsi, l'objectif général de cette étude est de faire ressortir la carte du niveau d'Assainissement et celle des sources d'approvisionnement en eau des populations d'Avocatier Agnissankoi. Pour atteindre cet objectif, trois objectifs spécifiques ont été élaborés à savoir :

- Déterminer des critères et sous-critères pour la détermination du niveau d'assainissement et les sources d'approvisionnement en eau potable et leur influences spécifiques,
- Réaliser les cartes thématiques,
- Faire la superposition pondérée des cartes thématiques.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. Le premier des chapitres présente le contexte général de l'étude. Ensuite le second chapitre traite du matériel et des méthodes qui seront précédés de la présentation de la zone d'étude. Le dernier des chapitres quant à lui est consacré aux résultats et à la discussion.

# **CHAPITRE I : CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE**

## I. PRESENTATION DU PROJET

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet porté par l'Office national de l'assainissement et du drainage (ONAD) et financé par l'Association Africaine de l'Eau.

L'ONAD est une Société d'Etat, créée par décret n° 2011-482 du 28 décembre 2011. Elle est Régie par la loi n° 97-519 du 04 septembre 1997, portant définition et organisation des sociétés d'Etat. Sa mission est d'assurer l'accès aux installations d'assainissement et de drainage, de manière durable et à des coûts compétitifs, à l'ensemble de la population nationale. L'Office est l'acteur unique national agissant dans le cadre d'une convention de délégation de missions de service public, en matière d'assainissement et de drainage avec l'Etat de la Côte d'Ivoire.

L'Association Africaine de l'Eau (AAE) ou African Water Association (AfWA) a pour mission d'assurer une action coordonnée pour l'acquisition et l'amélioration des connaissances en matière de production et de distribution d'eau et de gestion de l'assainissement du point de vue technique, juridique administratif et économique. Sa mission est aussi de favoriser les échanges d'informations sur les recherches, les méthodes, les procédés et procédures de production et de distribution d'eau et d'assainissement. Et enfin elle crée, favorise et promeut toutes actions de coopération et d'échanges en matière de formation professionnelle dans les domaines de l'eau et de l'assainissement.

L'objectif du projet était de montrer comment les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) peuvent être utilisées efficacement dans les services d'eau et d'assainissement. Ainsi le thème du projet était : **Usage des TIC dans les services d'eau et d'assainissement**. Cette étude a été motivée par la volonté d'élargir les connaissances sur l'utilisation des TIC en AEP et en Assainissement ; cela, compte tenu du lien entre les TIC et les questions relatives à l'eau et à l'assainissement (**Tongia et al., 2005**). Ainsi, après une longue revue de littérature sur le sujet, il ressort que, bien que présent, les Systèmes d'Informations Géographiques sont encore à leurs balbutiements dans le domaine de l'Assainissement et de l'eau (**Henriet, 2000**). Pourtant, les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) constituent un domaine assez important des TIC (**Gossart, 2008**).

Cependant, les SIG comme unique outil de réponse à l'objectif de ce travail sont inadaptés. En effet, l'analyse multicritère a pu se développer, notamment sur les questions d'analyses spatiales, là où les SIG ont achoppé. Cette méthode est bien adaptée à l'analyse et à l'évaluation des différents impacts, quantitatifs ou qualitatifs, relatifs à des projets d'envergure.

Cela dit, l'association de ces deux outils (AMC et SIG) constitue une réponse adaptée à un nombre de problématiques (**Bouhet, 2006**) et celle concernant le présent travail ne fait pas exception. D'où le Titre de ce mémoire : **Cartographie du niveau d'Assainissement et du mode d'approvisionnement en eau.**

Les résultats de ce projet permettront de réaliser la carte du niveau d'assainissement à une plus grande échelle telle que celle d'une ville ou d'un pays. Une telle étude permettra de disposer d'un support de communication (carte) qui facilite les prises de décisions à plusieurs niveaux ou qui facilite les présentations au cours des conférences internationales. Un autre avantage c'est qu'on pourra suivre l'évolution de l'assainissement et de l'approvisionnement en eau au fil des années. On peut aussi économiser les ressources financières, matérielles et humaines en ciblant de façon précises les bénéficiaires d'un projet. Par exemple, faire une sensibilisation sur l'Assainissement dans les zones uniquement avec un assainissement médiocre en évitant de gaspiller de l'Energie, du temps et des moyens dans les zones ayant déjà un bon niveau d'assainissement.

## II. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET ANALYSE MULTICRITERE

### 2.1. Système d'Information Géographique (SIG)

Il existe de nombreuses définitions voisines pour le terme **SIG (Pantazis et Donnay 1996)**. D'une façon générale, deux approches sont possibles :

- ❖ La première purement logicielle est celle où le SIG est vu en tant qu'outil informatique pour manipuler des données géographiques. Ainsi selon la norme AFNOR le SIG est un système pour saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et visualiser des données qui sont référencées. Il comprend en principe une base de données localisées et les logiciels applicatifs appropriés (**AFNOR, 1992**).

- ❖ La seconde plus générale est celle où le SIG est vu en tant que système d'information. Il est alors appelé SIRS (Système d'Information à Référence Spatiale) et est défini comme un ensemble organisé globalement comprenant des éléments (données, équipements, procédures, ressources humaines) qui se coordonnent, à partir d'une référence spatiale commune, pour concourir à un résultat (**Bédard, 1982**).

Par la suite, le terme de SIG sera utilisé au sens de la première définition, c'est-à-dire en tant qu'outil logiciel. Par sa capacité à combiner plusieurs types de données d'une même thématique ou de thématiques différentes, les SIG permettent d'apporter des éléments supplémentaires à l'analyse et à l'interprétation des données.

Un SIG intègre généralement cinq fonctionnalités de base qu'on nomme les "5 A" d'un SIG (**Longley et al., 2005**). Il s'agit de :

- ❖ *Acquisition* : Pour la collecte des données grâce à des fonctions de saisie des données sous forme numérique.
- ❖ *Archivage* : Grâce à un système de gestion de bases de données (SGBD).
- ❖ *Analyse* : Par des fonctions de manipulation, croisement et transformation des données spatiales au moyen de requêtes dans le SGBD.
- ❖ *Affichage* : Pour la restitution des résultats par des fonctions de mise en forme et de visualisation.
- ❖ *Abstraction* : Par des fonctions rendant compte de la modélisation de la réalité.

Aujourd'hui les logiciels de SIG intègrent si bien ses composants principaux dans leurs fonctionnalités que, bien souvent les utilisateurs ignorent même l'existence de tels composants. Ainsi selon **Méaille (1988)**, ces cinq composants sont les niveaux fondamentaux de tout SIG, quels que soient sa taille et son utilité ; seule la complexité de ceux-ci varie d'un SIG à un autre.

S'il est vrai que les SIG structurent l'information géographique et la rende visible spatialement et temporellement par la cartographie pour la prise de décision, ils restent toutefois bornés lorsqu'il s'agit d'aborder des questions qui impliquent l'analyse d'un nombre important de critères (**Laaribi, 2000 ; Chakhar, 2006 ; Kêdowidé, 2011**). Le facteur limitant de la technologie SIG réside en leur manque de capacité analytique qui puisse supporter les problèmes spatiaux (**Chakhar, 2006**). Pour pallier ces lacunes, les auteurs proposent de coupler aux SIG une autre approche qui a trait à l'aide à la décision : l'analyse multicritère (**Laaribi, 2000 ; Chakhar, 2006 ; Kêdowidé, 2011**).

## 2.2. ANALYSE MULTICRITERE

### 2.2.1. L'aide multicritère à la décision

L'aide à la décision est au carrefour de plusieurs autres disciplines telles que la recherche opérationnelle, l'économie, la psychologie, la sociologie et l'informatique (**Martel, 1999**).

L'aide à la décision dans sa définition brute et classique est donnée par **Roy (1999)**. C'est l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement clairement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourants à éclairer la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution d'un processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part.

Elle a pour objet d'assurer autant que possible le bon déroulement du processus décisionnel envisagé selon une approche scientifique. En clair, l'aide à la décision a pour vocation de jouer un rôle d'assistance au décideur en l'aidant à progresser dans son processus de choix conformément à ses intérêts, ses objectifs et son système de valeurs (**Kazi, 2008**). En réalité, dans le processus habituel de l'aide à la décision, on distingue deux entités indispensables qui peuvent être distinct ou non (**Yasmina, 2013**). Il s'agit du décideur et de l'homme d'étude.

*L'homme d'étude* : entité appelée à structurer le problème de décision et à modéliser les préférences des acteurs en les guidant à travers la procédure à suivre et en gérant le contexte pour éviter d'éventuelles erreurs.

*Le ou les décideurs* : C'est l'entité à qui revient la prise de décision finale. Les décideurs peuvent également être des experts, des parties prenantes, ou même des analystes.

Le but fondamental des techniques d'analyse multicritères est « d'étudier un certain nombre de possibilités de choix à la lumière de critères multiples et d'objectifs le plus souvent contradictoires » (**Voogd, 1983**). C'est d'aider le décideur à prendre une décision quand celui-ci est en face de plusieurs options qui de prime abord se valent et parfois sont contradictoire. Cela dit, il est possible de générer des alternatives contradictoires et de les ranger selon leurs attractivités (**Janssen et Rietveld, 1990**). Le point de départ commun des méthodes d'analyses multicritères est la construction d'une matrice d'évaluation dont les éléments reflètent les caractéristiques de chaque alternative sur la base d'un ensemble de critères préalablement défini (**Stephen, 1991**).

### 2.2.2. Différentes problématiques

La problématique peut être perçue comme étant une orientation de l'investigation qu'on adopte pour un problème de décision donné. Elle exprime les termes dans lesquels le décideur

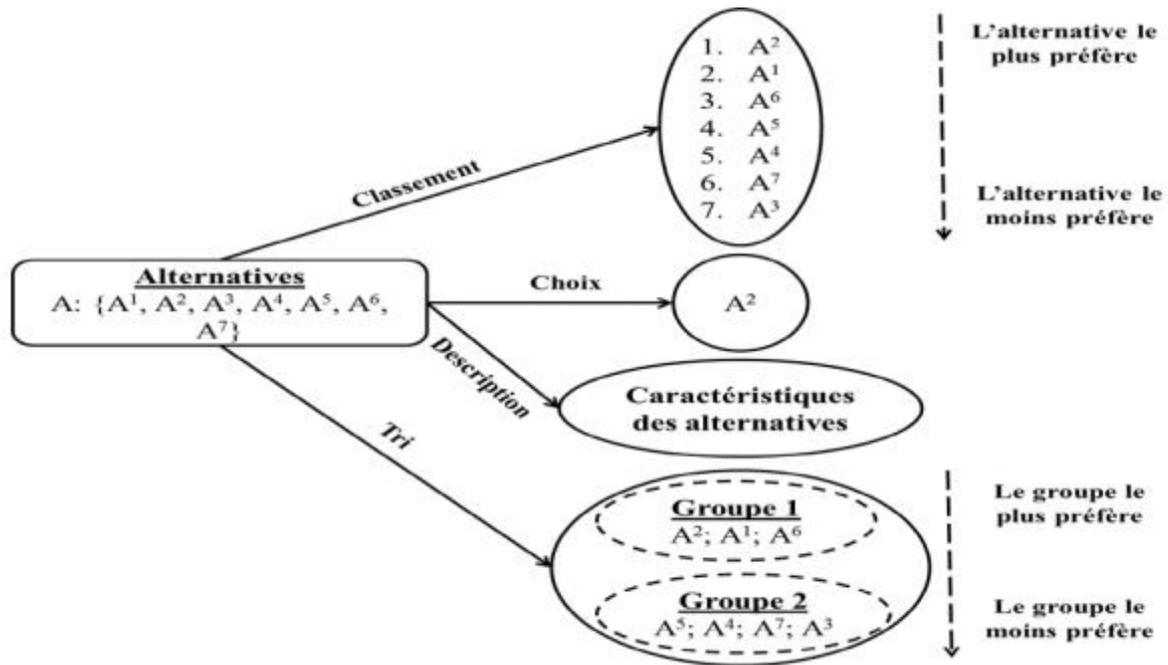
ou l'homme d'étude pose le problème et traduit le type de la prescription qu'il souhaite obtenir. **Roy (1985)** distingue quatre problématiques de base auxquelles tout problème de décision multicritère doit se ramener nécessairement.

*La problématique du choix ( $P. \alpha$ )* : Il s'agit de la problématique la plus classique en aide à la décision (**Henriet, 2000**). Elle consiste à sélectionner un sous ensemble aussi restreint que possible de l'ensemble des actions  $A$ , contenant les meilleures actions. Plusieurs méthodes d'AMC prennent en compte ce type de problématique. Parmi elles on peut citer TOPSIS, AHP, MAUT, MAVT, UTA, SMART, EVAMIX, ELECTRE I et ELECTRE IS.

*La problématique du tri ( $P. \beta$ )* : Elle consiste à affecter chaque action à un ensemble de catégories prédéfinies. Cette formulation est adéquate lorsque le problème de décision consiste à examiner chaque action indépendamment des autres (en tenant compte que des caractéristiques intrinsèques de chaque action) dans le but de proposer une recommandation parmi un ensemble des recommandations spécifiées en avance. ELECTRE TRI et FLOWSORT sont parmi les méthodes AMC adaptée à ce type de problématique.

*La problématique du rangement ( $P. \gamma$ )* : C'est cette avant dernière problématique qui s'est avérée la plus adaptée à notre étude. Elle consiste à ranger les différentes actions en allant de la meilleure action à la moins bonne avec éventuellement des ex aequo. Cette problématique est intéressante lorsque les actions sont à différencier selon leur intérêt relatif. Malgré qu'elle nécessite généralement une information abondante et de bonne qualité, cette problématique est souvent choisie par les décideurs pour la richesse de ses résultats : elle permet d'établir un ordre partiel ou complet sur l'ensemble des actions (Figure 1). Les méthodes suivantes permettent d'aborder aisément la problématique de rangement : AHP, EVAMIX, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, PROMETHEE I, PROMETHEE II, MELCHIOR, ORESTE, NAIADE et QUALIFLEX.

*La problématique de la description ( $P. \delta$ )* : Elle consiste simplement à décrire les actions et leurs conséquences et non pas à les comparer comme c'est le cas avec les trois autres problématiques précédentes.



**Figure 1** : Les problématiques dans l'aide à la décision multicritère (Chen, 2006)

### 2.2.3. Méthodes d'agrégation

C'est la méthode par laquelle les critères et sous critères devront être agrégés. Il s'agit ici d'établir un modèle des préférences globales, c'est-à-dire une représentation formalisée de telles préférences relativement à un ensemble A d'actions potentielles, que l'homme d'étude juge appropriée au problème d'aide à la décision (Mena, 2000).

Si les méthodes d'agrégation sont si nombreuses, c'est parce qu'il est dans la nature des choses, qu'aucune méthode ne respecte la totalité des exigences qu'un utilisateur pourrait trouver "normales" dans l'idée du multicritère (Schärlig, 1985). Il faut donc décider sur quelle exigence on va céder. Face à ce choix, on peut distinguer trois attitudes ou approches opérationnelles (Mena, 2000). Ces types d'agrégation (complète, partielle et locale) ont été brillamment développés par Balzarini et al. (2011) et Kazi (2008). Le lecteur pourra s'il le souhaite consulter les publications qui sont en libre accès. On notera cependant que celle employée dans le présent travail est la méthode d'agrégation complète.

Selon Roy (1985) cette approche est la plus classique. Elle consiste à agréger l'ensemble des critères, de manière à obtenir une fonction critère unique qui synthétise cet ensemble. Ainsi, cette fonction à optimiser, qui peut être par exemple une fonction d'utilité ou de valeur, agrège les préférences locales, au niveau

de chaque critère ou attribut (**Martel, 1999**). En d'autres termes, ceci revient, selon **Schärli** (1985), à transformer un problème multicritère en un problème monocritère. Cependant, il est important de ne pas confondre analyse multicritère et analyse monocritère. **Roy (1985)** souligne, à ce sujet, que même lorsqu'une analyse multicritère s'achève par l'agrégation des critères en un critère unique, celle-ci diffère d'une analyse monocritère.

#### 2.2.4. Modélisation d'un problème multicritère

Formuler un problème de décision revient à le modéliser d'une manière formelle et abstraite (**Tsoukiàs, 2007**) pour ensuite faciliter la résolution du problème qui peut être informatisée ou non. Cette phase comporte elle-même plusieurs étapes (Quatre au total). La première étape de cette phase est l'identification des alternatives ou actions potentielles par les parties prenantes de la décision. D'autre part, les attributs sur lesquels les alternatives seront analysées et évaluées sont établis et les intérêts et objectifs des différentes parties prenantes identifiés. Enfin, la structure du problème est déterminée en fonction de la nature des solutions attendues. C'est à ce niveau qu'on détermine le type de problématique auquel on est confronté. Ainsi selon **Kazi (2008)**, on distingue :

##### ❖ Identification des alternatives

Cette première étape doit permettre de cerner, au mieux, les aspects particuliers du contexte décisionnel analysé. **Schärli (1985)** souligne qu'elle doit être l'occasion d'une réflexion sur ledit contexte. En fait, il s'agit lors de cette étape de délimiter le champ d'étude en définissant l'ensemble des alternatives ou actions potentielles et admissibles, conformément à la situation décisionnelle en question.

##### ❖ Sélection des critères

En effet, les critères à déterminer doivent permettre de décrire, d'analyser, d'évaluer et de comparer les différentes actions potentielles (**Roy, 2005 ; Bouyssou et al., 2006**). Par ailleurs, la détermination de chaque critère devra comprendre les éléments suivants :

- La détermination de l'échelle et de l'unité de mesure de celui-ci. Par exemple une échelle numérique allant de 1 à 9.
- Le sens de l'optimisation à retenir. Dans le cas de l'exemple précédent le sens pourra être, du moins favorable au plus favorable en allant de 1 à 9 par intervalle de 1.

### 2.2.5. Evaluation et d'analyse d'un problème multicritère

Dans cette phase, l'évaluation des alternatives se fait à travers un modèle basé sur la structuration adoptée par les acteurs de la décision. Le but de la phase d'évaluation est de synthétiser les informations récoltées sur l'ensemble des alternatives. La capacité de chaque alternative à atteindre les objectifs fixés est évaluée par quantification des relations entre critères et objectifs. L'évaluation des alternatives se fait donc à l'aide d'un ensemble de critères permettant l'estimation du degré d'atteinte des objectifs par chacune des alternatives. Ce dernier point est rendu possible par la matrice d'évaluation et par l'agrégation des performances.

#### ❖ Matrice d'évaluation

Cette étape consiste à évaluer chaque action potentielle de l'ensemble X selon chaque critère de l'ensemble des critères déterminés lors de la précédente étape. Cette évaluation se fait à l'aide d'une matrice constituée en lignes des actions potentielles de l'ensemble X et en colonnes des différents critères. Ainsi, le croisement des lignes et des colonnes de cette matrice, dite également tableau de performances, forme des valeurs qui ne sont autres que les  $f_i(x_j)$  qui désigne l'évaluation d'une action  $x_j$  suivant le critère i. Cette matrice reprend les évaluations de chaque action suivant tous les critères (Vincke, 1989).

#### ❖ Agrégation des performances

Une fois avoir obtenue l'évaluation de chaque action par rapport à chaque critère, il est nécessaire d'obtenir un modèle qui permettra de faire une évaluation globale. En effet, lors de cette étape, un modèle approprié à la situation étudiée, est déterminé dans le but de représenter des préférences globales sur l'ensemble X. L'agrégation des évaluations individuelles des attributs permet ensuite de quantifier l'importance de chaque alternative vis à vis de son degré d'atteinte des objectifs (Yasmina, 2013).

## 2.3. Quelques méthodes d'analyse multicritères (AMC) les plus utilisées

### 2.3.1. Méthode de la somme pondérée

Cette méthode est probablement la plus communément utilisée spécialement dans les problèmes à une dimension (Triantaphyllou, 2000). Supposons qu'il y a  $m$  alternatives et  $n$  critères. Dans ce cas la meilleure alternative est celle qui satisfait (dans une optique de maximisation) l'expression suivante (Fishburn, 1967) :

$$A_{WSW-score}^* = \max \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad \text{Pour } i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Où  $A_{WSW-score}^*$  est le poids de la meilleure alternative ; n, le nombre de critère de décision et  $a_{ij}$  l'actuelle valeur de la  $i^{\text{ème}}$  alternative relativement au  $j^{\text{ème}}$  critère et  $w_j$  est le poids de l'importance du  $j^{\text{ème}}$  critère.

### 2.3.2. Méthode AHP

Le processus de hiérarchie analytique (AHP) est un outil puissant et flexible qui permet de résoudre des problèmes de décision complexes et non structurés en considérant les aspects quantitatifs et qualitatifs des évaluations. D'abord présenté par Saaty dans les années 70, le processus de hiérarchie analytique est devenu l'une des méthodes les plus largement utilisées dans l'aide à la décision multicritère (Saaty, 1980). Le principe de cette procédure est de décomposer un problème de décision en différents éléments regroupés dans des ensembles suivant une hiérarchie linéaire partant du général au particulier (Tchangani et al. 2012). En réduisant les décisions complexes à une série de comparaisons deux-a-deux, puis en synthétisant les résultats, l'AHP aide à capturer les deux aspects subjectifs et objectifs d'une décision. En outre, l'AHP intègre une technique utile pour vérifier la consistance des évaluations du décideur, réduisant ainsi la partialité dans le processus de prise de décision (Bekhtari, 2015).

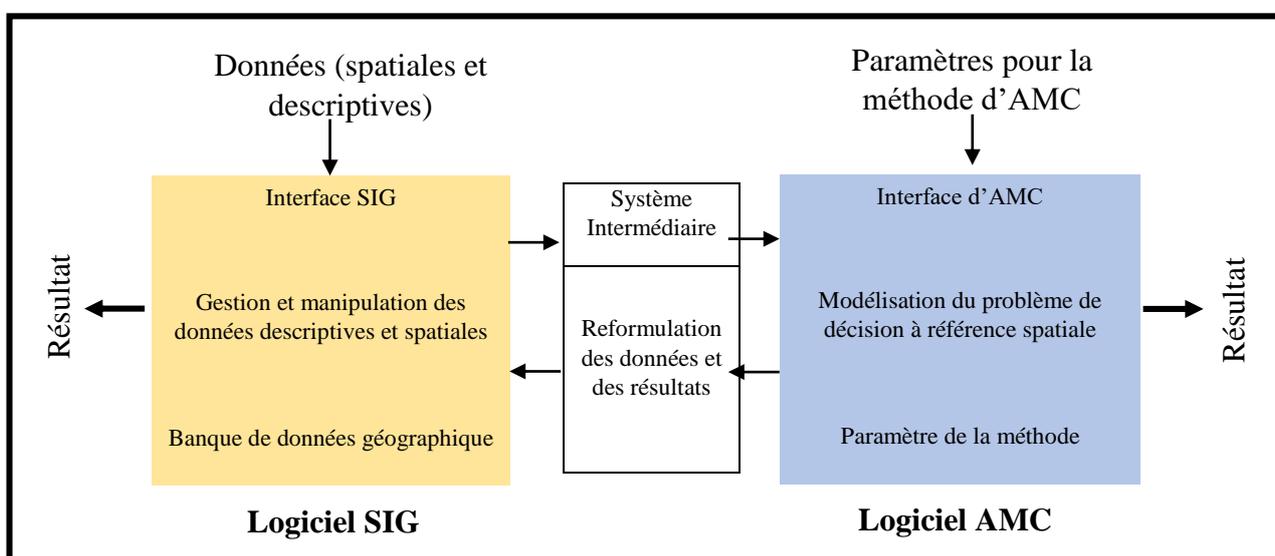
La méthode AHP, permet d'établir un ensemble de poids relatifs pour un groupe de facteurs dans le cadre d'une évaluation multicritères. Plusieurs auteurs divisent la méthode AHP en plusieurs étapes. Parmi eux on peut citer : Yasmina (2008), qui divise l'AHP en deux étapes qui sont (1) Détermination des poids des paramètres de la décision, (2) Evaluation des alternatives. Quant à Gade et Osuri (2014), ils optent plutôt pour quatre étapes qui sont (1) Structuration du problème, (2) Comparaison par paires, (3) Elaboration de la super matrice, (4) Synthèses des priorités des critères et des alternatives et choix de la meilleure alternative. Enfin Bekhtari (2015) la détaille en 6 étapes qui sont (1) Hiérarchisation des critères, sous-critères et alternatives, (2) Recueillement des données correspondant à la structure hiérarchique, (3) Comparaison deux a deux, (4) Normalisation de la matrice, (5) Calcul de l'indice de cohérence (IC) (6) Agrégation. Cependant, dans le souci de rendre l'application de la méthode la plus claire possible, celle-ci sera détaillée en huit (8) étapes principales (Rakotoarivelo, 2015) dont certaines contiennent des sous étapes.

### III. INTEGRATION SIG-AMC

Par mode d'intégration on entend, les différentes façons de coupler les SIG et l'Analyse multicritère. Ces deux outils aujourd'hui se retrouvent sous forme de logiciels, ce qui a donné naissance à la notion de « mode intégration ». Selon Chakhar (**Chakhar, 2006**), trois types d'intégration dessinent essentiellement le panorama des conjonctures informatiques et spatiales. Ce sont l'intégration directe, encastrée et complète :

#### 3.1. Intégration indirecte

Les deux outils, un SIG et un logiciel d'AMC, restent indépendants et le dialogue entre eux se fait à travers un système intermédiaire (Figure 2).



**Figure 2** : Illustration de l'intégration indirecte (**Chahar, 2006**).

Ce dernier permet de reformuler et restructurer les données obtenues à la suite de l'opération de superposition dans le SIG en une forme convenable pour le logiciel d'AMC. Les autres paramètres nécessaires à l'analyse sont introduits directement via le logiciel d'AMC. Les résultats de l'analyse (complètement effectuée par le logiciel d'AMC) peuvent être visualisés par le logiciel d'AMC ou exportés, via le système intermédiaire, vers le SIG pour les visualiser ou les stocker.

#### 3.2. Intégration encastrée

Les deux logiciels restent indépendants mais une seule interface (le plus souvent celle du SIG) est utilisée (Figure 3). Le dialogue entre les deux systèmes se fait toujours via un

système intermédiaire mais pour l'utilisateur l'intégration est apparemment réalisée puisque les échanges de données lui sont transparents. Ce mode est une première étape vers une intégration effective et l'utilisation des fonctionnalités d'analyse multicritère est plus facile que le mode précédent. Cependant, le fait que les données soient stockées indépendamment, la souplesse d'exploitation et l'interactivité restent toujours problématiques. Ce mode d'intégration a été adopté surtout à la fin des années 1990 (Bennett *et al.*, 1999 ; Riedl *et al.*, 2000).

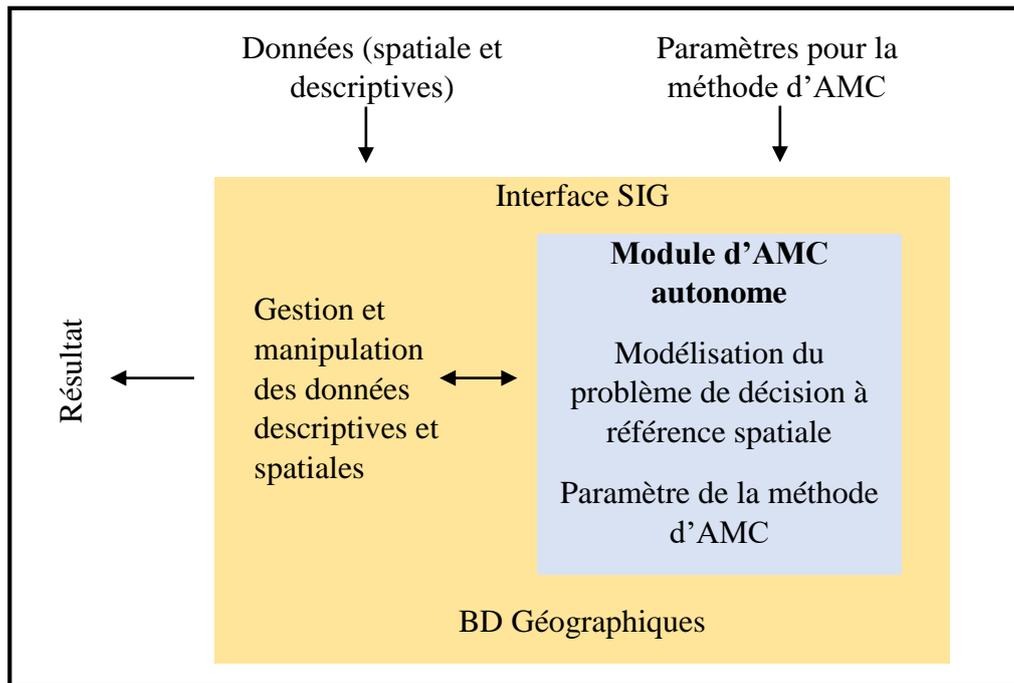
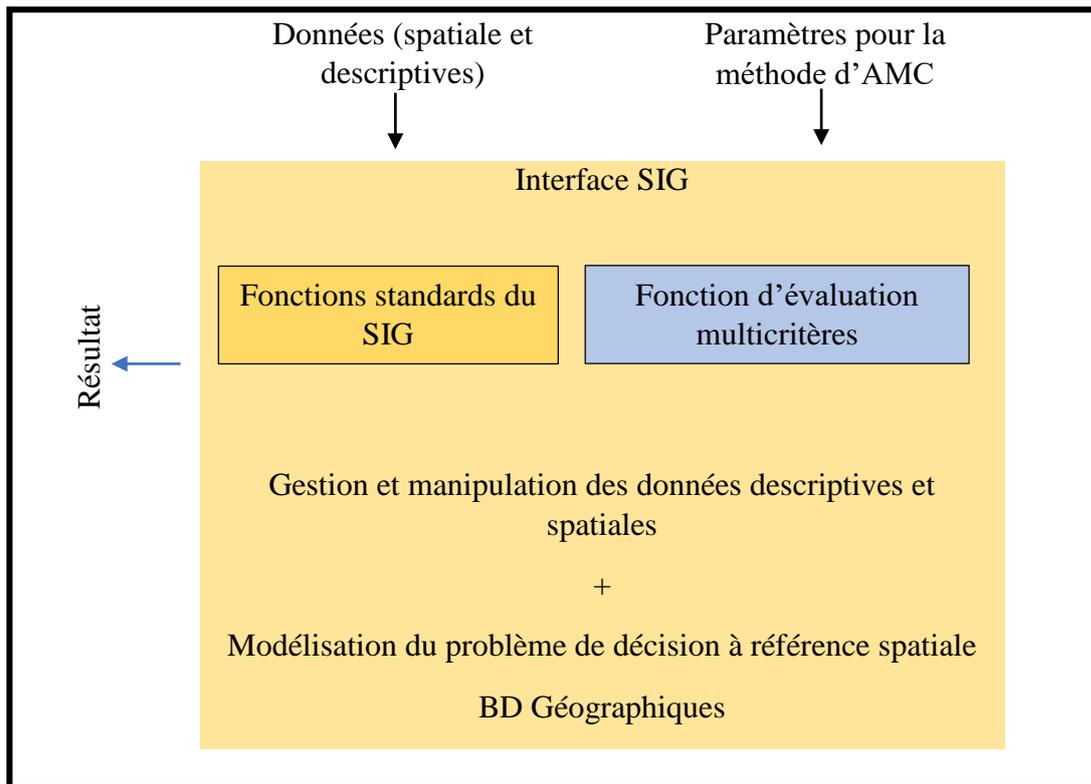


Figure 3 : Illustration de l'intégration encadrée (Chakhar, 2006).

### 3.3. Intégration complète

Une intégration complète permet d'avoir un système SIG-AMC intégré possédant une interface unique et une base de données commune (Figure 4). Dans ce mode, les fonctionnalités de l'analyse multicritère sont activées directement comme toute autre fonction de base du SIG. La base de données du SIG est renforcée afin qu'elle supporte aussi bien les données à référence spatiale que les paramètres nécessaires à l'application des techniques d'analyse multicritère. Les algorithmes multicritères sont reprogrammés dans le macrolangage du SIG (e.g. AML d'Arc/Info ou PLL d'Intergraph ou encore Avenue d'ArcView) ou un langage procédural supporté par le SIG (e.g. comme le SIG ArcGIS d'ESRI qui supporte VBA et JAVA, MapObjects qui supporte VBA) ou un langage de script. Ce mode d'intégration a été utilisé par, par exemple, Eastman *et al.* (1995) et Chakhar (2001).



**Figure 4** : Illustration de l'intégration incomplète (Chahar, 2006).

## **CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES**

## I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 1.1. Contexte géographique

Le quartier d'avocatier Agnissankoi est situé à Abobo qui est l'une des communes du district d'Abidjan. Avocatier Agnissankoi s'étend sur 282 ha entre les latitudes 5°26'02,4" et 5°27'32,4" N et les longitudes 4°01'08,4" et 4°02'06". Il est limité au Nord-Est par le quartier d'Akeikoi, au Sud-Est par le quartier d'Abobo Nord-SETU, et enfin il est limité au Nord par un grand gouffre qui le sépare de la commune d'Anyama (Figure 5). La zone d'étude compte 6 quartiers qui sont : Belle Cité (BC), Dépôt 9, Quartier Perdu, Château, Ayébi et Agnissankoi.

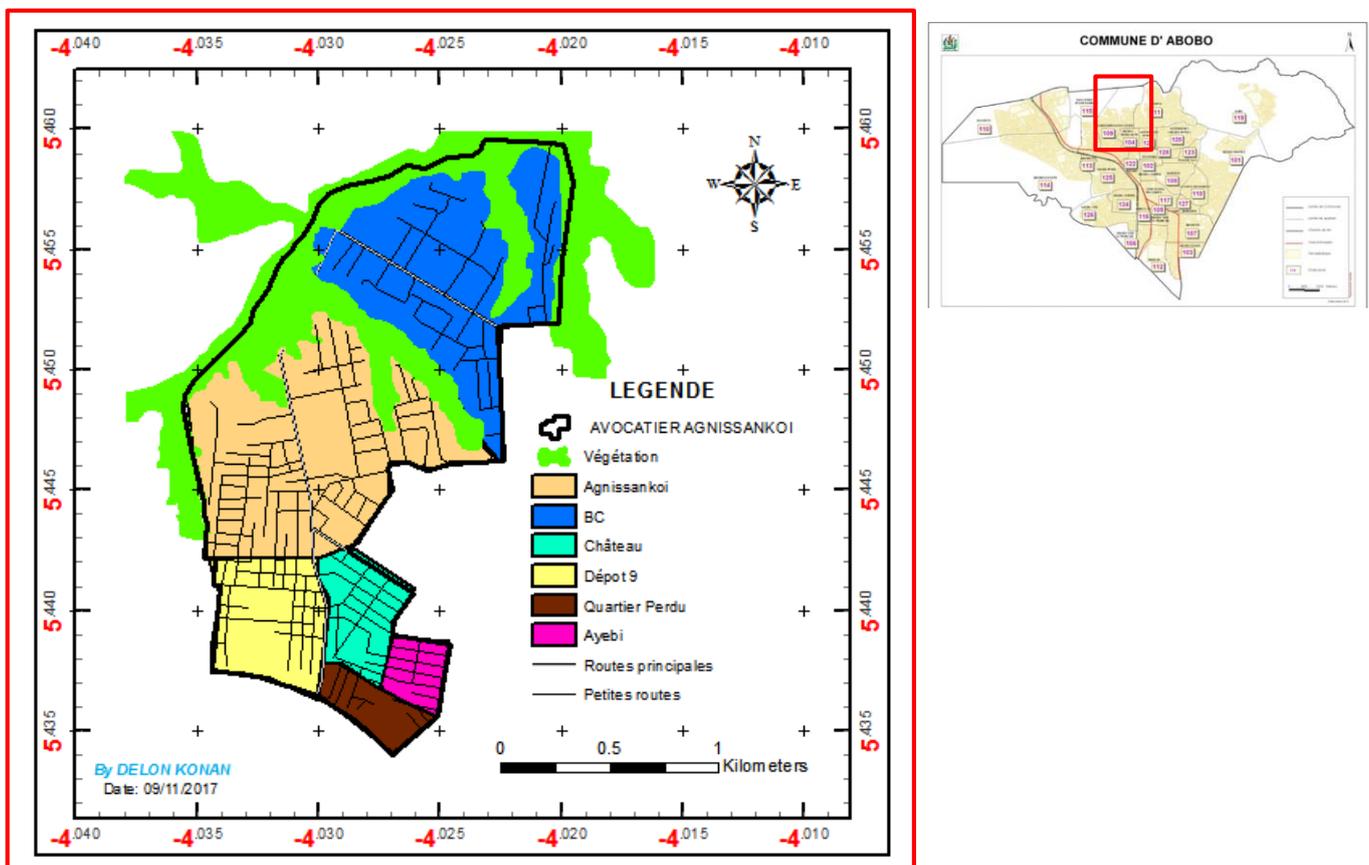
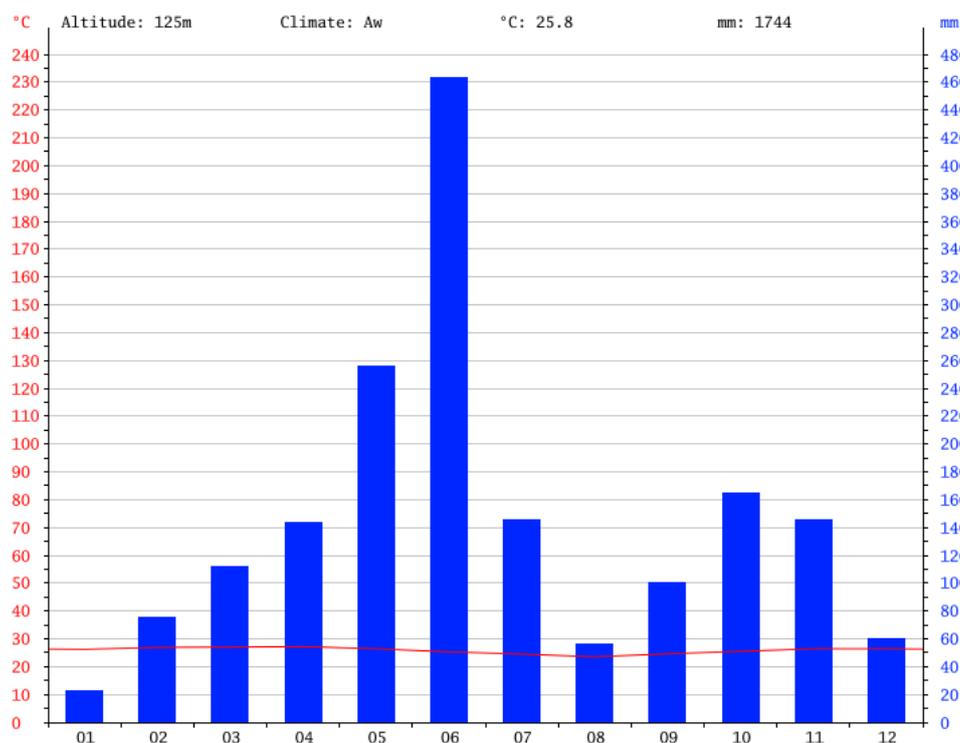


Figure 5 : Carte du quartier d'Avocatier Agnissankoi

### 1.2. Contexte climat

Avocatier Agnissankoi jouit d'un climat de type chaud et humide. Il bénéficie d'une grande saison des pluies durant les mois de mai à juillet et une petite saison de septembre à novembre (Climate-data.org, 2017). Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 1744

mm. Une différence de 440 mm est enregistrée entre le mois le plus sec (Janvier) et le mois le plus humide (Août) (Figure 6).



**Figure 6 :** Courbe ombrothermique de la commune d'Abobo (Climate-data.org)

Avocatier Agnissankoi se trouve dans la zone la plus humide de la Côte d'Ivoire. Le taux d'humidité, indique **Attahi (2001)**, est au-delà d'une moyenne de 80 %. La température moyenne est de 25,8°C. La température moyenne au cours de l'année varie de 3,7 °C (Figure 6). Avril est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 27,2 °C à cette période. Avec une température moyenne de 23,5 °C, le mois d'Août est le plus froid de l'année.

### 1.3. Contexte géologique et hydrogéologique

La zone d'étude est située dans des formations d'argile sableuse (Figure 7) dont l'épaisseur varie de 5 à 50 m (**Koffi et al., 2013 ; Oga et al., 2011**). La nappe alimentée par l'eau de pluie est contenue dans les sables fins, les sables grossiers et parfois des sables moyens (**ONU Habitat, 2012**). D'un point de vue lithologique, les formations subissent latéralement et verticalement d'importantes variations de faciès.

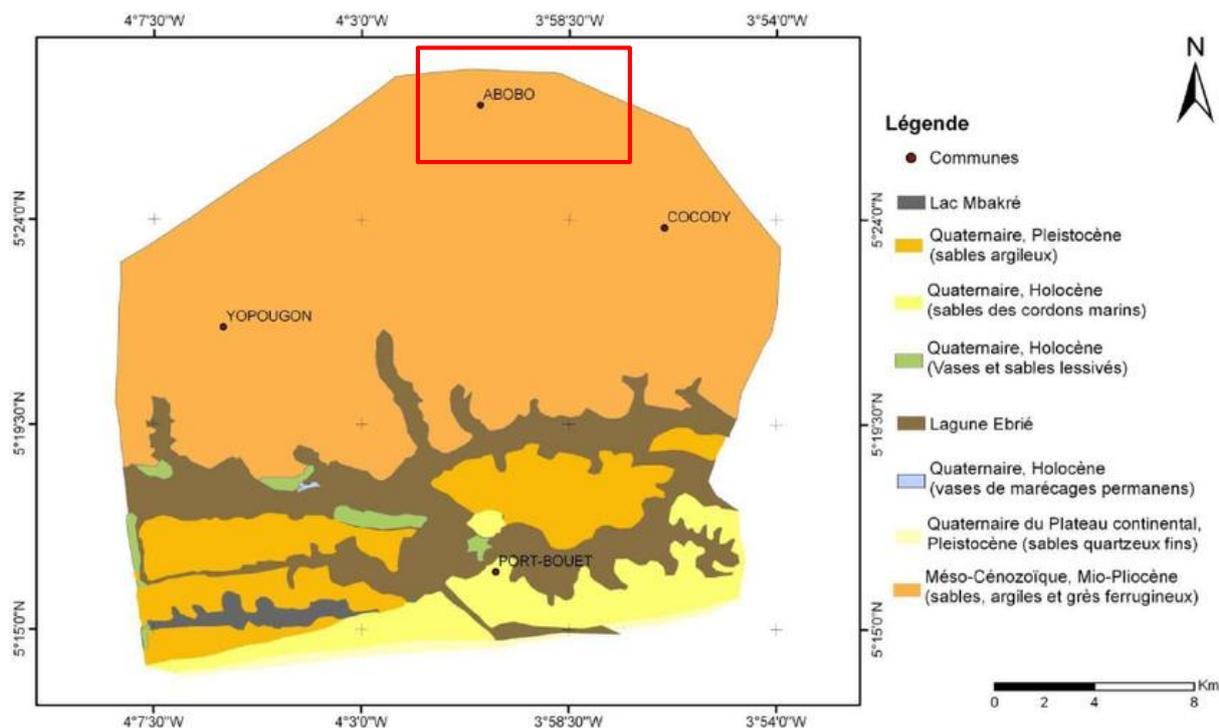


Figure 7 : Carte géologique de la ville d'Abidjan (Koffi et al., 2013)

#### 1.4. Pédologie

Avocatier Agnissankoi repose sur un sol qui est issu des formations sédimentaires, de type ferralitique (Perraud, 1971). Ces formations sédimentaires présentent une texture argilo sableuse très favorable à l'érosion. En effet, la pluviométrie élevée et l'effet du climat favorisent l'altération intense des roches ferralitiques.

## II. MATERIEL

### 2.1. Matériel utilisé sur le terrain

L'acquisition des données s'est faite par une enquête auprès des ménages d'Avocatier Agnissankoi. Cette étape a nécessité l'utilisation de fiches d'enquête, d'un appareil photo embarqué sur téléphone de résolution 5.0 MP, du logiciel **Google Earth**, d'un GPS Garmin *etrex 10* (Photo 1), le deuxième sur la photo a servi à un étudiant qui a souvent participé à l'enquête. L'acquisition des imageries satellitaires à l'aide du logiciel Google Earth a permis l'élaboration de la carte de la zone d'étude.



**Photo 1** : (A) Fiches d'enquête ; (B) GPS Garmin (*etrex* à gauche et *etrex 10* à droite)

## 2.2. Matériel utilisé pour le traitement des données

Le dépouillement et la correction des données se sont fait à l'aide de trois (3) logiciels.

✚ **Sphinx v. 5.1.0.7** : Il a servi à la saisie des données de l'enquête en vue du traitement informatique par la suite.

✚ **Excel 2016** : Il a servi à la correction des données de l'enquête (sauf les coordonnées GPS). Par exemple à l'élimination des fiches inutilisables.

✚ **EasyGPS** : Pour l'importation des coordonnées GPS depuis le GPS sur l'ordinateur. Ensuite à la correction des coordonnées erronées ou inutiles résultant d'une mauvaise manipulation sur le GPS ou à une perte de signal du GPS. Par exemple l'élimination des points qui sortent de la zone d'étude ou qui ont été échantillonnés hors de la zone d'étude.

Le traitement des données proprement dit tout comme l'étape du dépouillement à nécessité à lui aussi l'utilisation de logiciels. Se sont :

✚ **Expert Choice 2000** : Logiciel spécialisé en Analyse multicritère notamment pour la méthode AHP. Avec celui-ci la question de l'AMC de notre étude a été traitée.

✚ **ArcGIS et QGIS** : QGIS (Juste pour des questions d'ergonomie et d'environnement de travail) a servi à élaborer les couches de bases (Contour de la zone d'étude, délimitation de la végétation, ...). ArcGIS quant à lui s'est révélé comme le logiciel de base dans cette étude. Il a servi à sortir toutes les cartes thématiques.

## III. METHODOLOGIE

La méthodologie adoptée dans ce travail s'articule autour de l'identification des critères et sous-critères, de l'enquête, du dépouillement et du traitement des données.

### 3.1. Identification des critères et sous-critères

Il s'agit d'identifier les critères et de mettre en place les sous-critères qui seront utilisés pour l'élaboration de la fiche d'enquête et qui permettront de déterminer le niveau d'assainissement et les sources d'approvisionnement en eau potable.

Les critères et sous critères que sélectionnés pour cette étude ont été choisis selon cinq principes ainsi définis :

- + **Principe 1** : Le critère ou le sous-critère fait déjà l'objet une norme internationale,
- + **Principe 2** : Le critère ou le sous-critère fait l'objet de recommandation comme critère ou sous-critère dans la littérature (articles scientifiques, des communications internationales, rapport de comité de réflexion, ...).
- + **Principe 3** : Le critère ou le sous-critère a un impact non négligeable sur la santé et ou sur l'environnement.
- + **Principe 4** : Le critère ou le sous-critère contribue de façon significative à atteindre un objectif bien défini.
- + **Principe 5** : Le critère ou le sous-critère est élaborés en tenant compte du contexte urbain.

Sur la base de ces principes, les différents critères et sous-critères ont été déterminés.

#### 3.1.1. Assainissement

Deux critères fondamentaux et complémentaires ont été identifiés. Il s'agit d'une part, de la Gestion des Eaux Usées et Excrétas (GEUE) et d'autre part les Infrastructures d'Assainissement Individuel (IAI). Ce sont ces deux critères qui ont été retenus pour la suite conformément au **Principe 4**.

##### 3.1.1.1. Gestion des eaux usées et excréta (GEUE)

Dans le critère GEUE, quatre sous-critères qui rendent bien compte de la gestion des eaux usées et des excréta dans un ménage ont été déterminés.

##### ❖ *Evacuation des eaux ménagères (EEM)* [Principe 3 et 4]

L'une des raisons qui a motivé le choix de ce critère c'est que les eaux ménagères sont non seulement les plus abondantes, mais elles présentent des caractéristiques au niveau de leur composition chimique (métaux lourds,...) et physique (Os, matière organique putrescible, ...) qui peuvent nuire à la santé et à l'environnement (**Bouché et al., 2014**).

❖ *Destination des eaux vannes (DEV) [Principe 2 et 3]*

Les eaux vannes ont été associées dans la littérature comme sous-critère principalement à cause de leur charge bactérienne (Seidl, 2006 ; Adler, 2005) très nocives sur la santé et sur l'environnement.

❖ *Mode de vidange (MV) [Principe 2 et 3]*

Selon les travaux de Morel (2003) in Seidl (2006) sur l'Etat d'assainissement, mal géré les excréta constituent une source de maladie évidente, multipliant les risques de diarrhées, de fièvres typhoïdes et de dysenterie. De ce fait, si la vidange n'est pas effectuée correctement c'est un réel danger pour la santé humaine.

❖ *Problèmes spécifiques d'assainissement (PSA) [Principe 4]*

Les problèmes spécifiques d'assainissement ont été pris en compte comme sous critère car ils rendent compte de tous les autres aspects qui ne sont pas pris forcément en compte par les autres sous-critères. C'est le cas des inondations. Aucun des sous-critères précédent ne le prend en compte cependant ce sous-critère-ci le permet.

### 3.1.1.2. *Infrastructures d'Assainissement Individuel*

A ce niveau trois sous-critères ont été identifiés.

❖ *Nombre de personnes par latrine (PPL) [Principe 1] :*

Le centre International de l'Eau et de l'Assainissement propose ce sous-critère mais ne donne pas de plage sur le nombre de personnes maximum devant utiliser des latrines communes (Verhagen et Carrasco, 2013). Etant donné que la charte humanitaire du projet SPHERE des organisations internationales d'aide humanitaire à fixer à 20, le nombre de personnes par latrine en cas de catastrophe. Pour cette étude, il a été fixé à 10 compte tenu de la zone d'étude qui est en milieu urbain.

❖ *Plateforme d'accès (PFA) [Principe 5] :*

La plateforme d'accès désigne le type d'équipement d'aisance par lequel est évacué les selles (Photo 2). Ce sous-critère a été élaboré sur la base du 5<sup>ème</sup> principe.



**Photo 2 :** (A) Plateforme à l'Anglaise (B) Plateforme à la turque

❖ *Ouvrage d'accumulation (OA)* [**Principe 2 et 3**] :

Ce sous-critère trouve son importance dans le fait qu'il est l'ouvrage qui sert à confiner les eaux vannes et les excréta et ainsi à empêcher tout contact de ces eaux et de ces excréta avec l'homme, bien plus à préserver la nappe phréatique. Car, les boues de vidange contaminent les nappes et plan d'eau, rendant leurs eaux inaptes à la consommation (**Morel, 2003**).

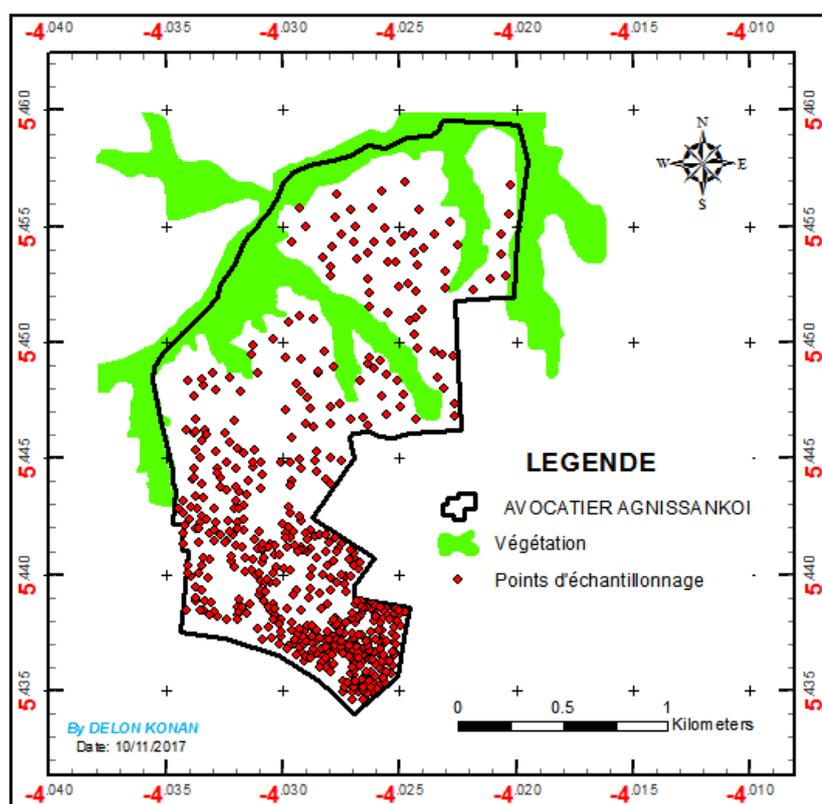
### 3.1.2. Eau potable

L'accès à l'eau potable a été mesuré au moyen d'un indicateur indirect : la proportion de la population utilisant des sources d'approvisionnement en eau améliorées : eau sous canalisation alimentant le domicile, borne-fontaine/fontaine publique, puits tubé/puits foré, puits creusé protégé, source protégée, citerne d'eau de pluie (**OMS, 2012**). Les reventes d'eau sont classées par l'OMS comme une source d'approvisionnement non améliorée. Ainsi, au niveau de l'Objectif « Approvisionnement en eau potable », les Sources d'Approvisionnement en Eau Potable des ménages (SAEP) ont été retenus sur base du **Principe 1**.

### 3.2. Enquête

Pour l'acquisition des données, l'on a procédé par des enquêtes sur le terrain sur toute la zone d'Avocatier Agnissankoi. D'abord avant les enquêtes proprement dites, une visite préalable de terrain a été effectuée. Ensuite, les enquêtes ont été conduites selon la méthode de l'échantillonnage raisonné. Ces enquêtes ont été menées du 13 au 27 juillet et du 05 Septembre au 12 Octobre 2017. La notion de « ménage » dans l'enquête se referait aux concessions partageant les mêmes ouvrages d'accumulation. Le questionnaire s'adressait de préférence aux

propriétaires de maisons et au cas où cela n'était possible, aux locataires. Cependant l'enquête devait au moins avoir 18 ans et résider dans la cour. Pour chaque enquête faite, le ménage a été géoréférencé, des prises de vues ont été faites ainsi que des constats sur le terrain lors de l'enquêtes. Au total 642 ménages ont été enquêtés et géoréférencés (Figure 8). Le questionnaire était structuré en cinq (5) parties (Voir Annexe) : (1) Informations sur l'enquêté, (2) Information sur le ménage, (3) Eau potable et Eaux ménagères, (4), Eaux de toilette et excréta et (5) Observation.



**Figure 8** : Répartition des points d'échantillonnages

### 3.3. Dépouillement

Le dépouillement des données a consisté essentiellement à la saisie des données d'enquêtes dans le logiciel Sphinx et à la correction de celles-ci avec Excel et EasyGPS.

### 3.4. Traitement des données

Cette dernière étape comporte l'analyse multicritère et l'élaboration des cartes proprement dit.

### 3.4.1. Mise en œuvre de l'Analyse multicritère

Elle a consisté à déterminer les coefficients de pondération des différents critères et sous-critères à appliquer aux cartes thématiques.

#### 3.4.1.1. Justification du choix de la méthode d'agrégation

Parmi toutes les méthodes adaptées à notre problématique (problématique du rangement), la méthode du processus d'analyse hiérarchique (AHP) a été retenue non sans raison. En effet, le choix de la méthode AHP a été motivé principalement par sa simplicité, sa facilité de compréhension pour résoudre un large éventail de problèmes non structurés, sa flexibilité ainsi que sa capacité à rapprocher les critères quantitatifs et qualitatifs dans le même cadre décisionnel (**Amraoui et al., 2017**).

D'une part, notre problème présente clairement une structure hiérarchique avec un objectif principal évalué par un ensemble de critères qui sont eux-mêmes divisés en plusieurs sous-critères. D'autre part, la méthode AHP est particulièrement appréciée par les analystes par rapport aux méthodes comme WSM, WPM (Plus simple à mettre en œuvre que l'AHP) puisqu'elle permet de décomposer un problème complexe en « sous-problèmes » plus faciles à appréhender (comme la décomposition en plusieurs critères dans notre cas) (**Chevallier, 2015**). Aussi, l'AHP permet de générer le poids des critères d'évaluation sur la base des comparaisons par paires pour chaque critère. Le poids le plus élevé est alors attribué au critère le plus important.

#### 3.4.1.2. Détermination des poids des critères et sous critères

Cette phase comprend l'élaboration de la structure hiérarchique du projet et la comparaison par paires de tous les critères et sous-critères.

##### ❖ Structure hiérarchique du projet

La structure hiérarchique du projet selon la Méthode AHP correspond dans notre cas à l'organisation en objectif, critère et sous-critères. Cette hiérarchie se présente de la façon suivante (Figure 9) :

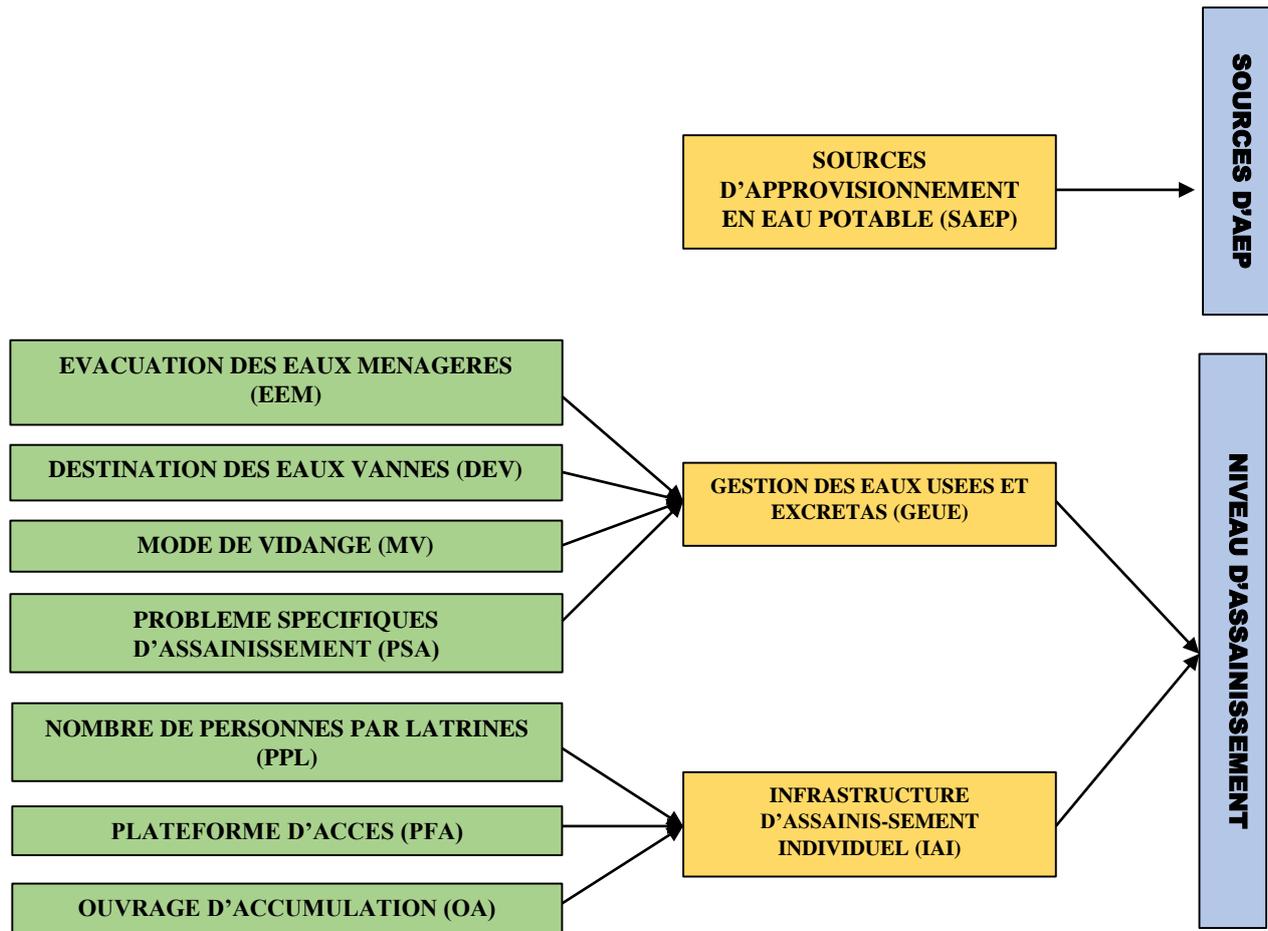


Figure 9 : Structure hiérarchique du projet

❖ Comparaison par paires

Les comparaisons par paires sont effectuées sur la base d'une échelle de comparaison développée par Saaty en 1984 (Tableau 1). Chaque critère (ou sous-critère) est comparé à chacun des autres critères et une valeur est attribuée. Cette valeur est choisie en fonction de l'importance du critère dans l'atteinte de l'objectif, par rapport au critère auquel on le compare.

**Tableau 1** : Echelle de comparaison (Saaty, 1985)

Expression verbale et numérique de l'importance relative d'un critère par rapport à un autre	Notes
Même importance	1
Un peu plus important	3
Plus important	5
Fortement plus important	7
Extrêmement plus important	9
Un peu moins important	1/3
Moins important	1/5
Fortement moins important	1/7
Extrêmement moins important	1/9

Toutefois, des valeurs intermédiaires entre celles présentées dans le tableau peuvent être utilisées. Sur cette base des comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide du logiciel Expert Choice (Les critères entre eux et les sous-critères entre eux) (Tableau 2, 3 et 4).

**Tableau 2** : Tableau de comparaison par paire des critères

	GEUE	IAI
GEUE	1	1.5
IAI	1/1.5	1
Ratio d'incohérence = 0.00		

**Tableau 3** : Tableau de comparaison par paire des sous-critères de GEUE

	DEV	EEM	MV	PSA
DEV	1	7	5	3
EEM	1/1.5	1	1/3	1/5
MV	1/5	3	1	1/3
PSA	1/3	5	3	1
Ratio d'incohérence = 0.04				

**Tableau 4** : Tableau de comparaison par paire des sous critères de IAI

	<b>PPL</b>	<b>OA</b>	<b>PFA</b>
<b>PPL</b>	1	3	1
<b>OA</b>	1/3	1	1/5
<b>PFA</b>	1	5	1
Ratio d'incohérence = <b>0.03</b>			

❖ **Matrice de performance relative**

La matrice de performance relative (Tableau 5) a été établie après deux étapes principales. La première est le calcul du vecteur de priorité et la seconde est la détermination du ratio de cohérence. Cette dernière étape comprend elle-même :

- 1) Le calcul de la valeur de  $\lambda_{\max}$  ;
- 2) La détermination de la valeur de l'indice aléatoire (IA) à parti du tableau proposé par Saaty (Tableau 1)
- 3) Calcul de l'indice de cohérence (IC)
- 4) Détermination du ratio de cohérence (RC) ou d'incohérence (RI) qui doit être obligatoirement inférieur à 0,1 sinon les comparaisons faites sont incohérentes.

Le logiciel Expert Choice, réalisant ces différentes étapes, on obtient :

**Tableau 5** : Matrice générale de performance relative

<b>Critères</b>	<b>Sous-critères</b>	<b>Poids</b>
<b>GEUE</b> <b>0.565</b>	<b>DEV</b>	<b>0.565</b>
	<b>EEM</b>	<b>0.055</b>
	<b>MV</b>	<b>0.118</b>
	<b>PSA</b>	<b>0.262</b>
<b>IAI</b> <b>0.435</b>	<b>PPL</b>	<b>0.405</b>
	<b>OA</b>	<b>0.114</b>
	<b>PFA</b>	<b>0.481</b>

### 3.4.2. Elaboration des cartes

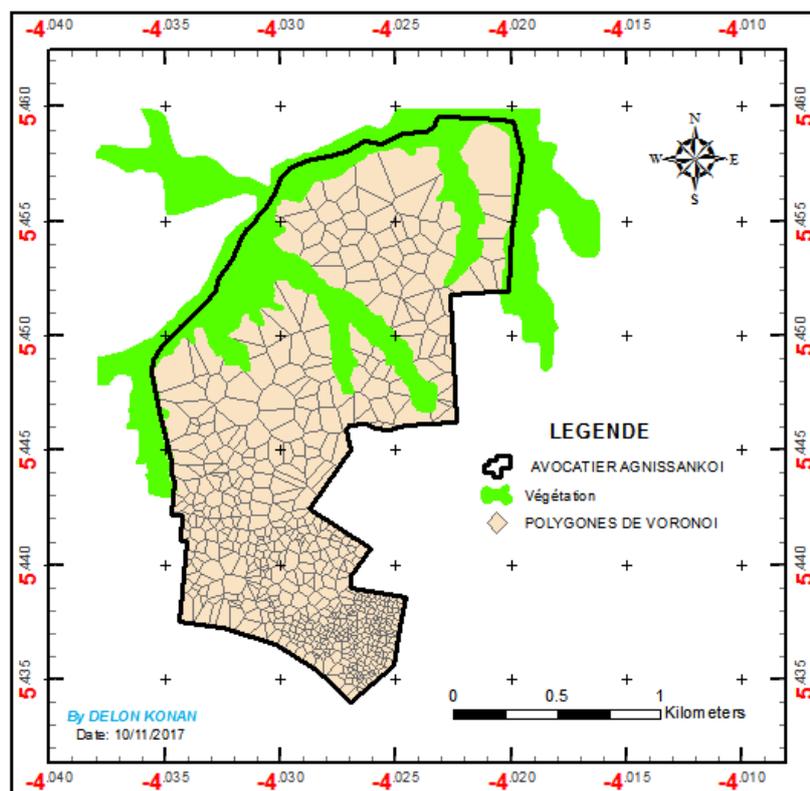
Dans cette phase l'objectif était de faire ressortir la carte du niveau d'assainissement et celle des sources d'approvisionnement en eau en appliquant aux cartes thématiques, les poids correspondants déterminés à l'étape précédente.

#### 3.4.2.1. Organisation des données

L'organisation des données à consister à les ranger par thématiques.

#### 3.4.2.2. Elaboration des diagrammes de Voronoï

Etant donnée la nature discontinue des données de l'enquête, la façon la plus fidèle de représenter la réalité était d'utiliser des diagrammes de Voronoï (Figure 10) appelé aussi polygones de Thiessen (Zhilin et al., 2005).



**Figure 10** : Carte des diagrammes de Voronoï

En effet, ces polygones ont la particularité d'affecter à chaque observation sur le terrain une zone d'influence restreinte. Cela est d'autant avantageux dans ce type d'étude dans la mesure où s'il est vrai que les caractéristiques d'un ménage à un autre très proche ne varient pas de manière significative (C'est le constat qui a été fait dès le début des enquêtes), il ne

faudrait tout de même pas négliger les exceptions qui peuvent être des variations brusques du niveau d'assainissement. Cette méthode est donc celle qui convient. Ainsi les méthodes habituelles de spatialisation telles que le Krigeage, l'IDW (Inverted Weight Distance) se sont avérées inappropriées. La génération des diagrammes de Voronoï a été rendue possible grâce à la fonctionnalité « Create Thiessen Polygons » de l'outil « Analysis Tools » de ArcGIS.

### 3.4.2.3. *Elaboration des cartes thématiques de sous-critères*

Les cartes thématiques de sous-critères sont les cartes de premier niveau. Leur élaboration passe par la standardisation des sous-critères. Elle consiste à évaluer les différentes réponses des enquêtés sur base d'échelles afin d'attribuer des notes à ces réponses. Toutes les échelles s'étendent sur une plage de 1 à 9. Plusieurs échelles ont permis d'attribuer des notes aux différentes réponses.

#### ❖ Echelle de EEM, DEV et PSA

La première échelle d'évaluation révèle l'impact de la réponse sur la santé et sur l'environnement (Tableau 6). Cette échelle a été utilisée pour évaluer les réponses des questions relatives aux sous-critères suivant : EEM, DEV et PSA.

**Tableau 6** : Echelle d'évaluation de EEM, DEV et PSA

<b>Impact</b>		Note	Appréciation sur la carte
<b>Sur la santé</b>	<b>Sur l'environnement</b>		
Aucun	Aucun	9	Bon
Aucun	Faible	8	Faible
Faible	Aucun	7	
Faible	Faible	6	
Aucun	Fort	5	Fort
Faible	Fort	4	
Fort	Aucun	3	
Fort	Faible	2	Critique
Fort	Fort	1	

❖ **Echelle de MV (Mode de vidange)**

La deuxième échelle concerne le mode de vidange. Cette échelle a été élaboré sur la base des réponses possibles (Tableau 7).

**Tableau 7** : Echelle d'évaluation des modes de vidange

Mode de vidange	Note
Mécanique	9
Mécanique et Manuelle	6,5
Manuelle	4
Pas de vidange	0

❖ **Echelle de PPL (Personnes par latrine)**

Cette échelle concerne le sous-critère PPL (Nombre de personnes par latrine). Elle classe le nombre de personnes par latrine selon des plages (Tableau 8) (Cf. 3.2.1.2. ).

**Tableau 8** : Echelle d'évaluation du nombre de personnes par latrine

Nombre de personnes par latrine	Note	Appréciation sur la carte
1 - 2	9	Bon
3 - 5	7	
6 - 10	5	Acceptable
10 - 15	3	Mauvaise
>15	1	

❖ **Echelle de PFA (Plateforme d'accès)**

L'échelle des plateformes a été élaborée en tenant compte du contexte urbain. En effet, les plateformes adaptées au milieu urbain ont été privilégiées au détriment de celles qui ne le sont pas. Ainsi, il a été attribué 9 pour les plateformes à l'anglaise, 7 pour les plateformes à la turque, 5 pour les plateformes à la turque avec carreaux cassés (Turque C. C.) et 3 pour les plateformes samplat. Cependant une même concession peut avoir deux différents types de plateforme. Les scenarii rencontrés ont été utilisés pour l'échelle (Tableau 9).

**Tableau 9** : Echelle d'évaluation du type de plateforme

Type de plateforme	Note	Appréciation sur la carte
Anglaise	9	Anglaise
Anglaise et Turquie	8	Anglaise et Turquie
Anglaise et Turquie C. C.	7	Anglaise et Turquie C. C.
Turquie et Turquie C. C.	6	Turquie et Turquie C. C.
Turquie C. C.	5	Turquie C. C.
Samplat	3	Samplat

❖ **Echelle de OA (Ouvrage d'accumulation)**

Cette échelle comprend quatre (4) classes. Les notes de ces classes s'inspirent de la première échelle. Ainsi, les fosses étanches ont reçu 9 comme note. Les fosses non-étanche ont reçu 5. 4 pour les fosses raccordées à un caniveau à ciel ouvert. Et 1 pour les puits perdus (Tableau 10). Par puit perdu, on entend un trou à ciel ouvert plus ou moins profond sans aucun revêtement des parois dans lequel les eaux usées sont évacuées.

**Tableau 10** : Echelle d'évaluation des ouvrages d'accumulation

Type de fosses	Note	Appréciation sur la carte
Fosse étanche	9	Fosse étanche
Fosse non étanche	5	Fosse non étanche
Raccordée à un caniveau	4	Raccordée à un caniveau
Puits perdu	1	Puits perdu

❖ **Echelle de « Source d'Approvisionnement en eau potable »**

Cette échelle est pour le critère SAEP (Tableau 11). A ce niveau, on distingue deux réponses de la part des enquêtés à la question « Quelle est votre source d'approvisionnement en eau potable ? ». Il s'agit de « SODECI » et « Revendeur d'eau ». Sur une échelle de 1 à 9, la valeur de 7 (au lieu de 9) a été attribué à « SODECI » compte tenu des coupures intempestives d'eau. A « Revendeur » la valeur 5 a été attribuée en raison de la disponibilité de la ressource mais aussi de l'exposition de cette eau aux pollutions.

**Tableau 11** : Echelle d'évaluation des sources d'approvisionnement en eau potable

Réponse	Note
SODECI	7
Revendeur	5

Une fois les diagrammes de Voronoï constitués et les réponses évaluées, les cartes thématiques des sous-critères ont été réalisées en appliquant l'échelle du sous-critère à la symbologie de sa carte.

#### ***3.4.2.4. Elaboration des cartes thématiques de critères et d'objectif***

Il s'agit pour les critères, de GEUE (Gestion des Eaux Usées et Excréta), IAI (Infrastructures d'Assainissement Individuels) et SAEP (Sources d'Approvisionnement en Eau Potable). La carte thématique de critères a été obtenue en superposant les cartes thématiques de ses sous-critères. Celle d'un objectif est obtenue en superposant les cartes thématiques de ses critères. Bien sûr chacune de ses cartes sera pondérée par son poids relatif (déterminé par analyse multicritère) lors de la superposition. Pour cela, deux étapes sont nécessaires : La rasterisation des cartes thématiques des sous-critères, la reclassification de ces cartes et enfin leurs superpositions pondérées. La rasterisation n'est pas nécessaire pour la carte d'un objectif vu que les cartes de ses critères sont déjà en raster. On remarquera qu'aucune superposition de carte ne sera nécessaire pour l'objectif « Sources d'approvisionnement en eau potable » car celui-ci est constitué d'un seul critère. La carte thématique de ce critère correspondra donc à celle de l'objectif.

##### **❖ Rasterisation des polygones**

La rasterisation des polygones se fait à l'aide de la fonctionnalité « Polygon to Raster » de l'outil « Conversion Tools ». Cette étape est indispensable dans la mesure où la pondération des différentes cartes thématiques des sous-critère ne peut se faire que si celle-ci sont organisées en Raster.

##### **❖ Reclassification et superposition pondéré**

La phase précédente génère des rasters à virgule flottante (dans les pixels). Or l'une des conditions de la mise en œuvre de la superposition des cartes thématiques est que celle-ci soit

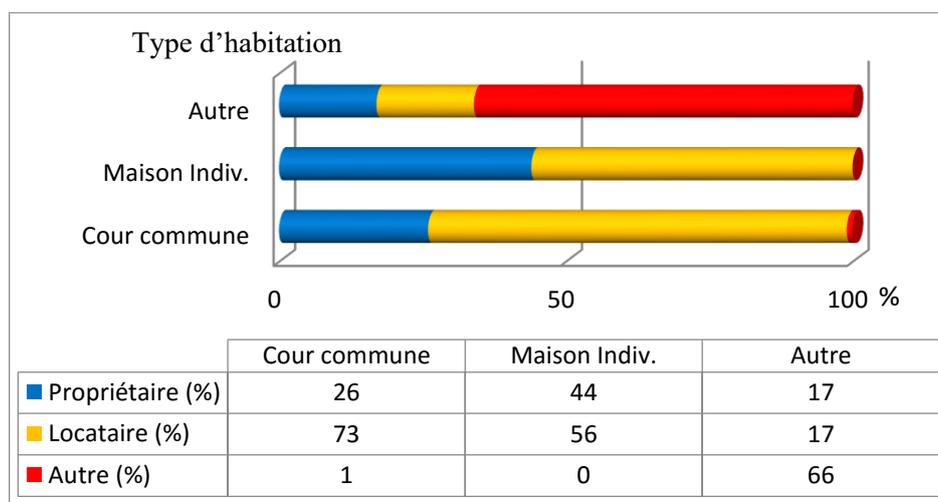
des rasters d'entier. Cependant l'outil servant à effectuer la superposition pondérée des différentes cartes thématiques, intègre l'outil de reclassification. Donc la reclassification des Rasters Thématiques a été effectuée avant de passer à la superposition pondérée. La superposition des cartes thématiques de sous-critères (4 pour GEUE et 3 pour IAI) a donné les deux (2) cartes thématiques de critères. Les superpositions se sont faites en affectant à chaque carte thématique, le poids du sous-critère qu'il représente. La même opération a été répétée sur les cartes thématiques de critères pour sortir la carte du niveau d'Assainissement. La carte du mode d'Approvisionnement n'a pas été concernée par cette étape vue qu'elle ne prend en compte qu'un seul critère. La fonctionnalité utilisée est « Weighted Overlay » de l'outil « Spatial Analyst Tools ».

## **CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION**

## I. RESULTATS

### 1.1. Milieu humain

La quasi-totalité des maisons à Avocatier Agnissankoi est en parpaing. Les cours communes dominent le type d’habitation à raison de 63,8% contre 35,2% pour les maisons individuelles et 1% pour les « autres » types. Les « Autres » types d’habitation désignent tout autre établissement dans lequel résident des personnes (tel que des hôtels). La figure 11 présente la répartition des statuts de résidant par type d’habitation à Avocatier Agnissankoi. Il ressort de cette figure que, dans le cas des maisons individuelles et des cours communes, respectivement 56% et 73% des habitations sont occupées par les locataires. En effet, ce pourcentage élevé au niveau des cours communes témoigne du fait qu’elles sont mises en location par les propriétaires qui, en général ne résident pas avec les locataires. Il arrive aussi que ces habitations soient habitées par d’« Autres » types de résidant qui ne sont ni propriétaires ni locataire : Ce sont souvent des gestionnaires.



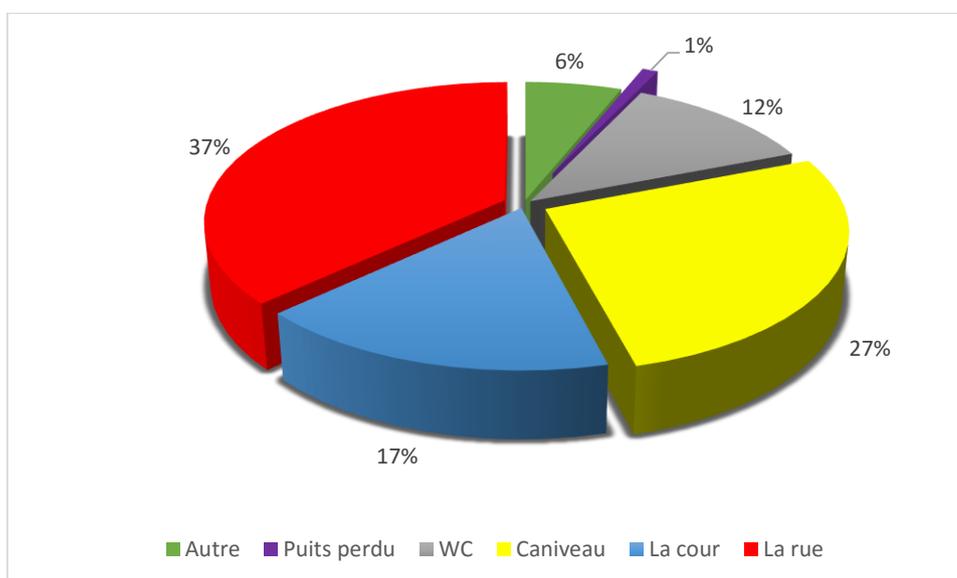
**Figure 11** : Répartition des statuts de résidant par type d’habitation

Avocatier Agnissankoi est en pleine expansion du côté de BC où de nouvelles constructions modernes sont en construction (figure 5). Avocatier Agnissankoi présente un profil de densité de population qui croit du Nord (Sous-quartier BC) vers le Sud (Quartier Perdu). Environ 89% des résidants habitent Avocatier Agnissankoi depuis au moins deux (2) ans.

## 1.2. Assainissement

### 1.2.1. Evacuation des Eaux Ménagères (EEM)

Les habitations à Avocatier Agnissankoi sont rarement pourvues de lavabos dans lesquels les eaux ménagères peuvent être évacuées. Les pratiques pour l'évacuation de ces eaux sont diverses. 37% des ménages déversent leurs eaux dans la rue. Ceux dont des caniveaux sont à proximité de leurs maisons choisissent l'option du caniveau. Ils représentent 27% de la population. C'est une pratique très courante pour les ménages en bordure de la voie principale d'Abobo. Quand l'espace de la cour le permet, certains ménages préfèrent après avoir filtré l'eau de tout ce qui est déchets solides, la répandre dans la cour (17%). D'autres pratiques qu'on rencontre aussi consistent à déverser ces eaux dans les WC (12%), dans un puits perdu (1%) ou soit dans d'autres endroits tel que la brousse quand il en existe à proximité (6%).



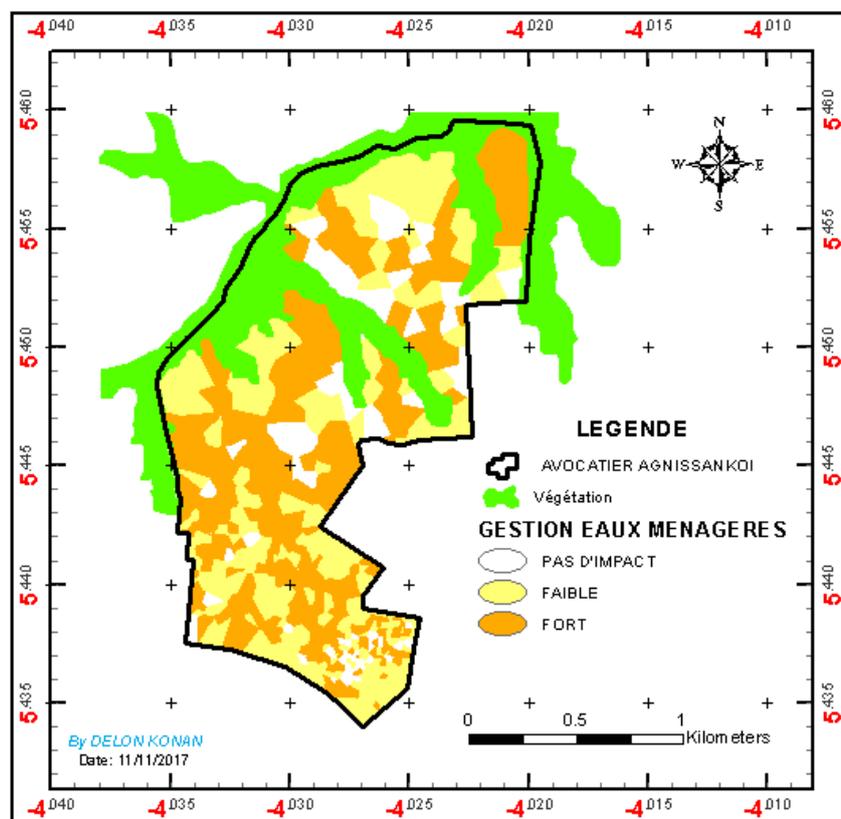
**Figure 12 :** Destination des eaux ménagères

L'évacuation des eaux ménagères dans les endroits autre que dans ceux destinés à cet effet engendre des odeurs nauséabondes dont se plaignent fréquemment les riverains (Figure 13).



**Figure 13:** Déversement des eaux ménagères dans un caniveau à Avocatier Agnissankoi

La mauvaise gestion des eaux ménagères n'étant pas sans risque, la carte du sous-critère Evacuation des Eaux Ménagères (EEM) a été sortie. Cette carte thématique présente l'impact de la gestion des eaux ménagères sur la santé et l'environnement (Figure 14).



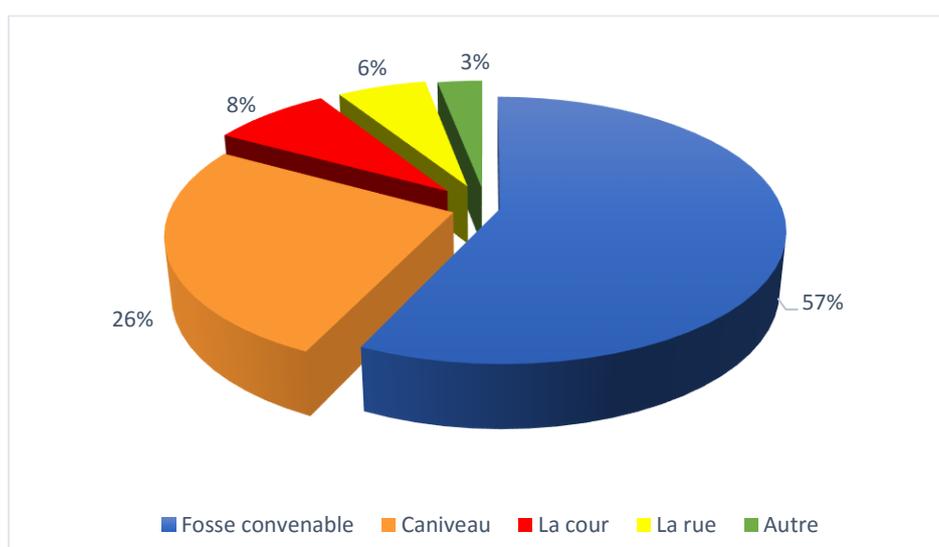
**Figure 14 :** Impact de la gestion des eaux ménagères sur la santé et l'environnement

La couverture de la classe « Fort impact » est la plus élevée avec 47,4%. Elle correspond aux endroits dans lesquels le mode d'évacuation des eaux ménagères a un fort impact sur

l'environnement et/ou sur la santé des populations. C'est la plus dominante dans le sous-quartier Agnissankoi. Cette classe est suivie de la classe « Faible Impact » avec 39,6%. Seulement 13% pour « Pas d'impact » qui pour l'essentiel se retrouve dans le Nord.

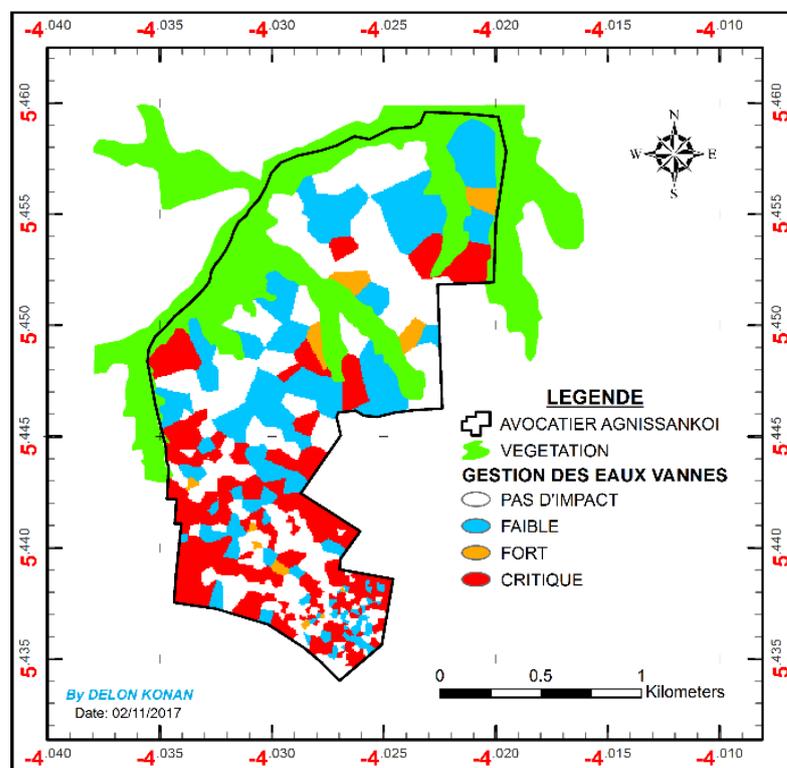
### 1.2.2. Destination des eaux vannes (DEV)

La figure 15 présente les différentes proportions des lieux d'évacuation des eaux de WC. Les populations d'Avocatier Agnissankoi arrivent assez difficilement à gérer leurs eaux. En effet, seulement 57% ont des fosses dans lesquelles ces eaux sont convenablement évacuées. Alors même qu'il n'existe pas de réseaux d'égout à Avocatier Agnissankoi, 26% des 43% restant (soit un peu plus de la moitié) disposent de fosses connectées aux caniveaux à ciel ouvert ou des canalisations enterrées fait par des particuliers sans aucun respect des exigences que requièrent de tels ouvrages. Si les excréta sont contenus dans ces fosses, cela n'est pas le cas pour les eaux vannes qui sont évacuées à travers ces caniveaux. La conséquence directe c'est les odeurs nauséabondes qui en résultent. Cette pratique semble être anodine à côté de celles qui consistent à laisser s'échapper dans la cour (8%) ou dans les rues (6%), le trop plein d'eau vanne de la fosse. Dans ces cas cela commence par une fosse pleine et qui n'est pas vidangée (pour diverses raisons). Les eaux vannes alors débordent de la fosse et s'écoulent dans la cour ou dans la rue. Après plusieurs jours voire plusieurs semaines ou mois, et l'absence de plaintes assez menaçantes du voisinage, la situation devient comme normale et la fosse n'est plus vidangée. Les 3% des ménages restant déversent ces eaux dans d'autres endroits tel que directement dans le gouffre qui sépare Avocatier Agnissankoi de la commune d'Anyama.



**Figure 15** : Destination des eaux de WC

Ces chiffres cachent cependant une disparité spatiale que la carte thématique DEV a permis de faire ressortir. Celle-ci rend compte de la pression en termes d'impact, de la gestion de ces eaux sur la santé et sur l'environnement (Figure 15).



**Figure 16 :** Impact de la Gestion des eaux vannes sur la santé et sur l'environnement

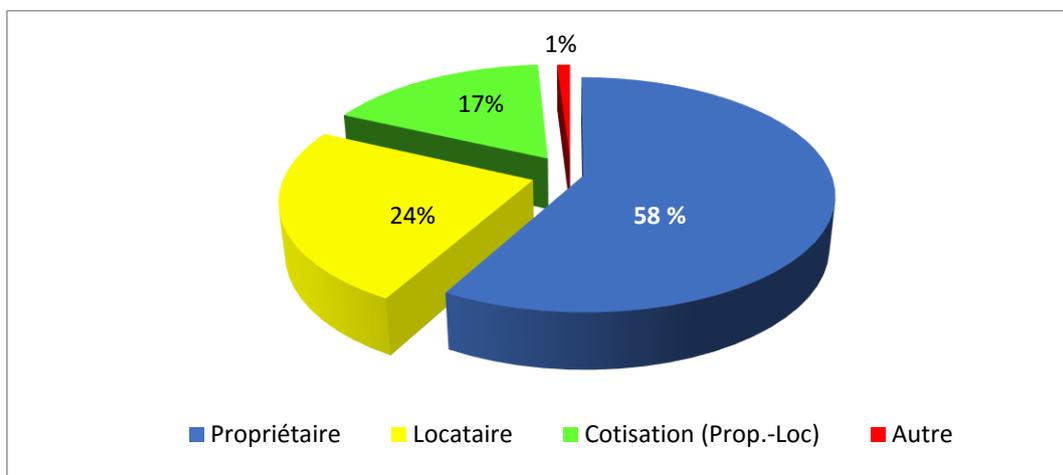
Sur cette carte on peut constater que la gestion critique des eaux vannes (Photo 4) se concentre essentiellement dans les sous-quartiers du Sud (Quartier Perdu, Ayébi et Dépôt 9) tandis que les classes « Pas d'impact » et « Faible » elles sont dominantes à BC et à Agnissankoi (sous-quartier) dans le Nord. En effet, les pratiques les plus préjudiciables à la santé et à l'environnement telles que l'évacuation des eaux vannes dans les rues et dans les cours se font plus au Sud que dans le centre et le Nord.



**Photo 3** : Eaux vannes sortant d'une fosse à Avocatier Agnissankoi

### 1.2.3. Mode de vidange

Selon le type d'ouvrage d'accumulation ou pour d'autres raisons, la vidange peut ou non être nécessaire. Pour les habitations où la vidange des fosses se fait, plusieurs cas de figures se présentent dans la responsabilité de la vidange. Pour les maisons individuelles et les autres types d'habitation (en dehors des cours communes), la responsabilité incombe au résidant de la maison. Cette responsabilité est définie dans les closes de la location de l'habitation. Dans le cas des cours communes, soit le propriétaire assure seule cette charge (c'est le cas le plus fréquent avec 58% des cas) soit la charge de la vidange est laissée au(x) locataire(s) (dans 24% des cas) ou soit elle fait intervenir les locataires et le propriétaire qui se cotisent dans ce cas (17%). La classe « Autre » correspond au cas des hôtels et autres types d'habitation tel que mentionnés plus haut.



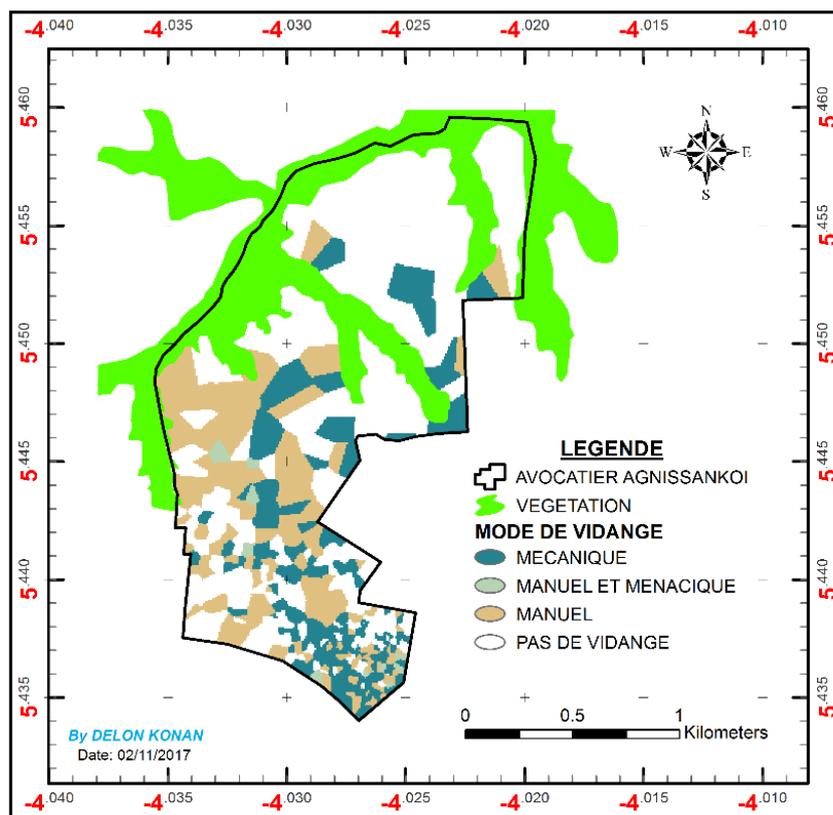
**Figure 17** : Responsabilité de la vidange dans les cours communes

Deux pratiques sont courantes pour la vidange des fosses. Elles sont souvent complémentaires. Il s'agit de la vidange mécanique et de la vidange manuelle. 39,6% pratiquent la vidange manuelle uniquement. C'est le type de vidange pour lequel des personnes (Puisatiers ou vidangeurs manuels) descendent dans la fosse pour la vidanger. Ensuite la boue est mise dans un endroit non loin du lieu d'extraction (Figure 18). Les autres 60,4% pratiquent la vidange mécanique avec environ 10% qui complètent cette vidange par la vidange manuelle.



**Figure 18** : Trou creusé pour accueillir les produits d'une vidange manuelle

La carte thématique du mode de vidange présente la répartition spatiale des modes de vidange à avocatier Agnissankoi (Figure 17).



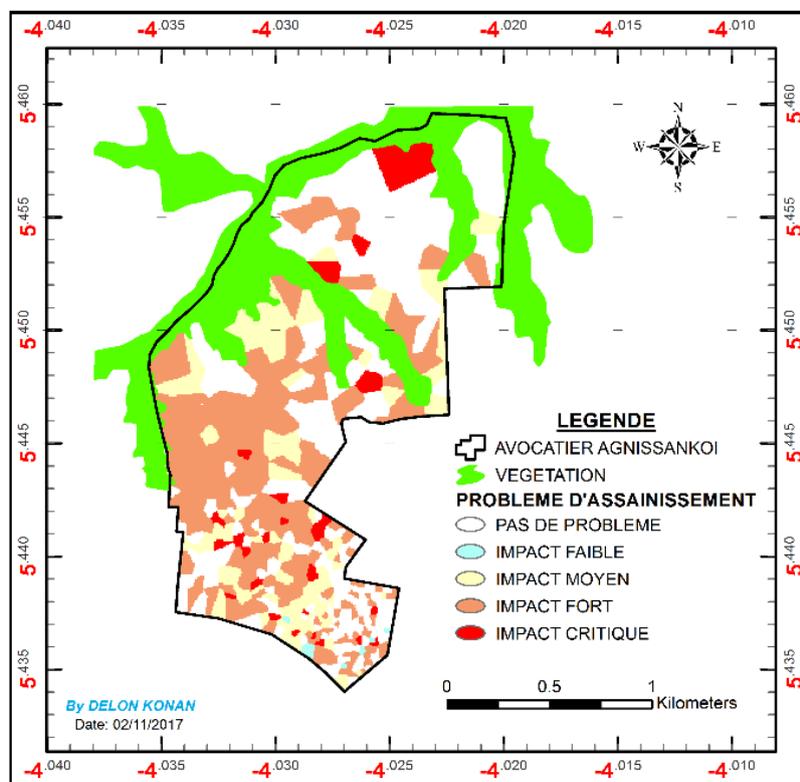
**Figure 19** : Carte thématique du mode de vidange

On remarque que la vidange mécanique est beaucoup pratiquée au quartier perdu et à Ayébi. La classe « Mécanique » couvre 16,2% de la zone d'étude. La classe « Manuel » se rencontre à Agnissankoi, Dépôt 9 et Château. Elle représente 21,5% du territoire. Il existe des ménages qui pratiquent la vidange manuelle et la vidange mécanique. Il représente 1% et sont essentiellement au sud. La classe « Pas de vidange » concerne les ménages qui ne font pas ou n'ont jamais fait la vidange de leur fosse. Plusieurs raisons sont évoquées. Soit parce qu'ils n'ont pas de fosse d'accumulation, soit parce que la fosse est raccordée au gouffre ou à un caniveau, etc. Cette classe couvre 61,3% de la zone d'étude et couvre presque tout BC. Pour le cas de BC la raison est que la majorité dispose de fosses septiques qui n'ont pas encore été vidangées parce ce qu'elles ne sont pas encore pleines.

#### 1.2.4. Problèmes spécifiques d'assainissement

Ces problèmes à Avocatier Agnissankoi sont divers et variés. En effet, 62,3% des ménages enquêtés affirment avoir ces problèmes. Ils vont des plus anodins aux plus sérieux. Les plus récurrents cependant sont les odeurs persistantes qui représentent 62% des cas. Sinon d'autres problèmes tels que la stagnation des eaux de pluie dans la cour, les inondations,

l'écoulement des eaux de caniveaux vers la cour, sont souvent présents. La figure suivante présente l'impact des problèmes spécifiques d'assainissement sur la santé et sur l'environnement à Avocatier Agnissankoi.



**Figure 20** : Impact des problèmes spécifiques d'assainissement sur la santé et sur l'environnement

Sur cette carte on peut remarquer que BC est le quartier dans lequel la grande majorité des ménages n'a pas de problème. C'est loin d'être le cas pour Agnissankoi où les problèmes d'assainissement avec un fort impact sur l'environnement et la santé sont dominants. C'est aussi dans ce quartier qu'il y a des inondations car plusieurs habitations sont construites dans un bas-fond. L'Etat a déjà entrepris des déguerpissements cependant le constat est que les populations s'installent à nouveau dans ces zones à hauts risques. Les résultats sont les fréquentes inondations qui surviennent en saison des pluies.

### 1.2.5. Latrines (PPL)

La figure 21 présente la répartition du nombre de personne par latrine à Avocatier Agnissankoi. 64,9% du territoire d'Avocatier dispose d'une latrine pour un nombre de personne compris entre 6 et 10. C'est le cas à BC où plus de 70% des ménages se situent dans ce canevas. 30,5% du territoire dispose d'une latrine pour plus de 10 personnes. Rarement on trouve des

habitations dans lesquelles une latrine à moins de cinq (5) utilisateurs (4,6%) ; et quand c'est le cas, généralement il s'agit de maisons individuelles. Bien que les latrines soient toutes construites en parpaing, on a pu cependant constater que bon nombre des ménages enquêtés ont des latrines délabrées (Photo 6).

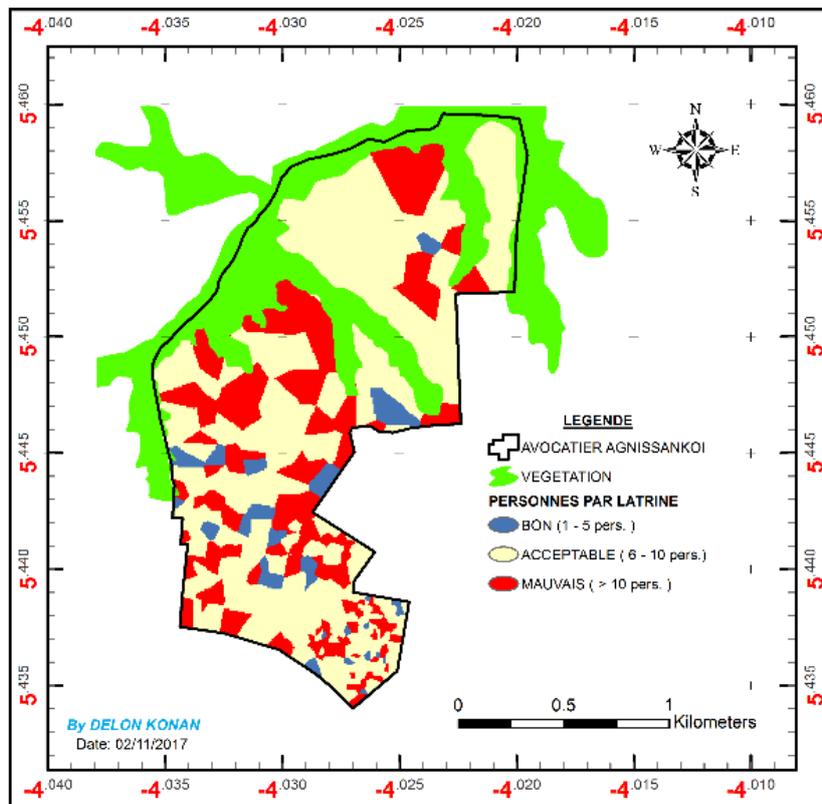


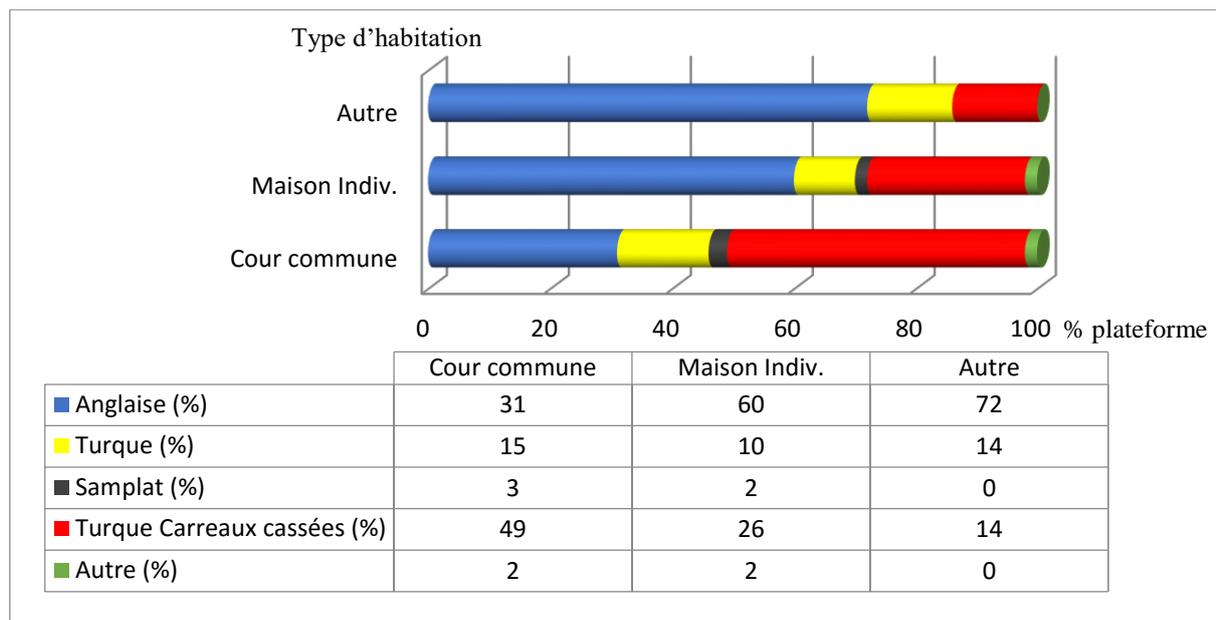
Figure 21 : Nombre de personnes par latrine



Photo 4 : Latrine délabrée encore en utilisation dans une cour commune d'Avocatier Agnissankoi

**1.2.6. Plateforme d'accès (PFA)**

La carte thématique des plateformes d'accès est présentée en annexe. Quatre types de plateforme d'accès sont rencontrés à Avocatier Agnissankoi. Il s'agit des latrines à l'anglaise, des latrines à la turque, des latrines samplat et des latrines à la turque avec revêtement de carreaux cassés. La figure 22 présente la répartition du type de plateforme d'accès par type d'habitation.



**Figure 22** : répartition du type de plateforme d'accès par type d'habitation

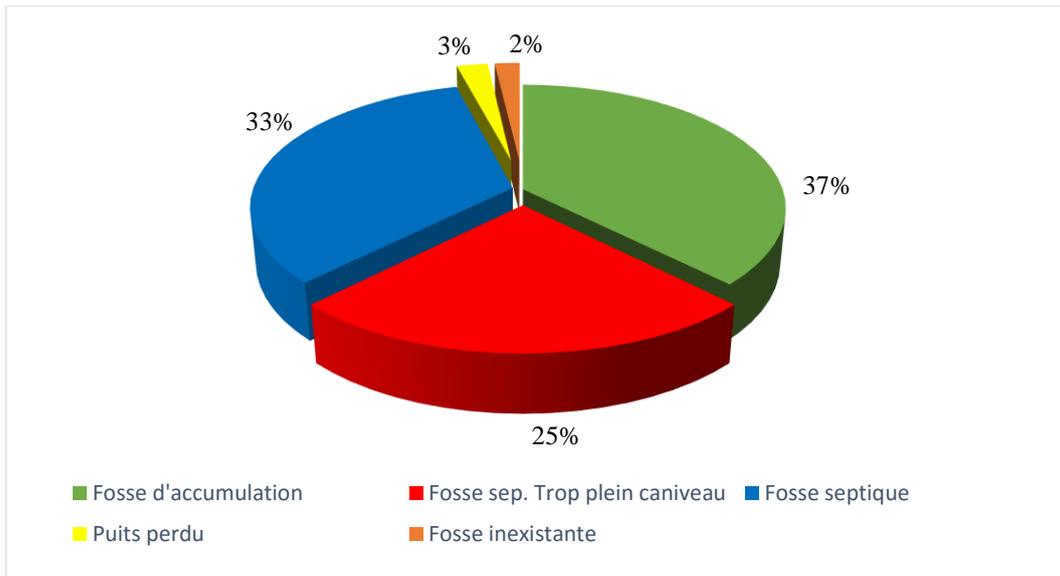
Ce graphique montre qu'au niveau des cours communes, les plateformes à la turque avec carreaux cassés sont les plus utilisées (49%) alors que dans le cas des maisons individuelles et des autres types d'habitation, les plus fréquentes sont les plateformes à l'anglaise (resp. 60% et 72%). En effet les plateformes à l'anglaise sont chères et leur entretien assez difficile quand elles sont utilisées par un grand nombre de personnes comme dans les cours communes. C'est pourquoi, même dans les habitations avec des plateformes à l'anglaise on rencontre certaines dans lesquelles plus d'un type de plateforme est utilisé. Selon les enquêtes 30% des habitations utilisant les plateformes à l'anglaise utilisent aussi un des trois autres types de plateforme (avec une prédominance de 82,4% des plateformes à la turque carreaux cassés). BC est le quartier dans lequel les populations utilisent le plus les plateformes à l'anglaise. D'un point de vue général, du fait du mauvais entretien des latrines, celles-ci sont très souvent en piteux état surtout dans les cours communes (Figure 23 et 24).



**Figure 23:** Latrine (A) plateforme Samplat (B) plateforme à la Turquie avec carreaux cassés

### 1.2.7. Ouvrage d'accumulation (OA)

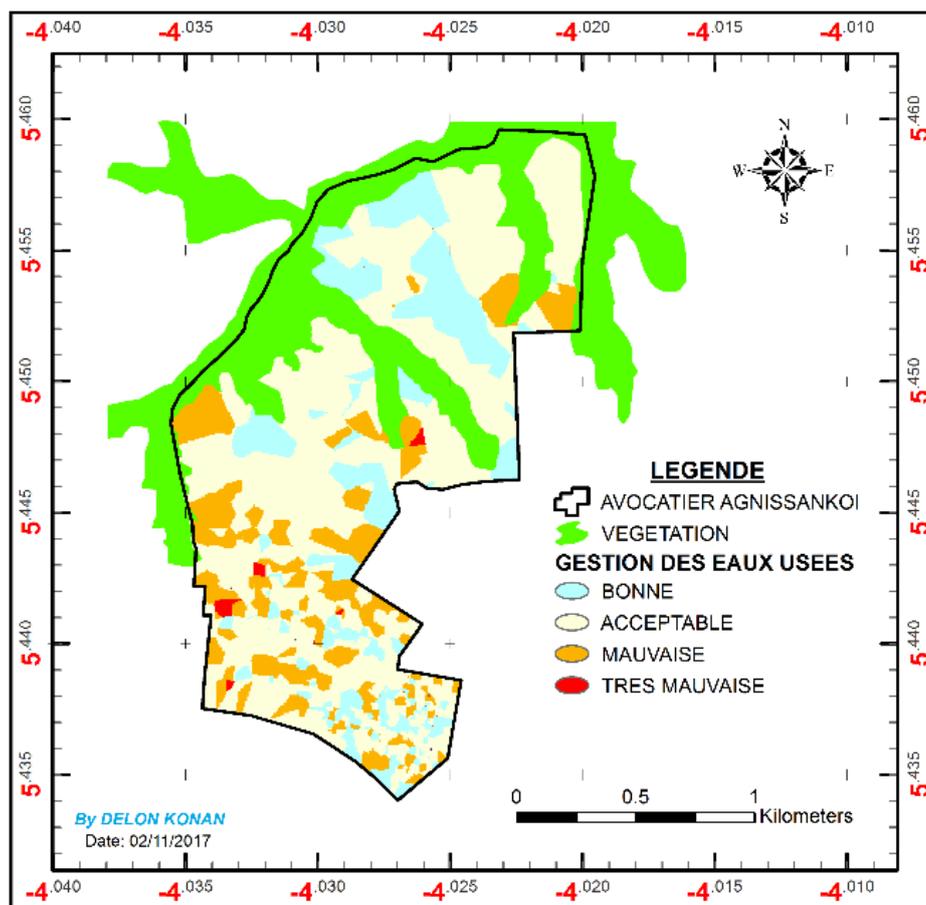
La carte thématique des ouvrages d'accumulation est présentée en annexe. L'assainissement autonome est le système d'assainissement d'Avocatier Agnissankoi. Les excréta y sont gérés de plusieurs manières. La figure 25 présente la répartition des types d'ouvrages d'accumulation. 2% des habitations ne disposent pas de fosses d'accumulation. Soit parce qu'elles n'ont pas de latrine, soit parce que la latrine est directement reliée à un caniveau. Pour les 88% qui en disposent, les fosses d'accumulation sont de 3 types. La figure 25 présente la répartition des ouvrages d'ANC par catégorie. D'abord, on a les fosses d'accumulation qui représentent 37% des habitations avec des fosses. Elles sont construites en parpaing et les excréta sont confinés sans aucune autre issue de sortie et les vidanges doivent être faites régulièrement. Ensuite, il y a les fosses septiques. On distingue les fosses septiques classiques c'est-à-dire dont les eaux sont dirigées vers des puits d'infiltration (33%) de celles dont les eaux sont évacuées dans les caniveaux (25%). En effet pour ce dernier type, la fosse est reliée aux caniveaux dans lequel le trop plein d'eau de la fosse est directement évacué. Ainsi, la fosse peut mettre plus de 10 ans avant qu'elle ne nécessite une vidange de la boue restée à l'intérieur. Enfin, certaines habitations utilisent des puits perdus. Ce sont des fosses creusées sans revêtement intérieur et qui servent de lieu de destination des excréta, des eaux vannes et des eaux de douche. Les eaux s'infiltrent et quand le puits est plein des excréta, il est refermé et un autre à proximité est rouvert. Très peu d'habitations utilisent un tel dispositif, à peine 3%.



**Figure 24** : Répartition des types d'ouvrages d'accumulation

### 1.2.8. Gestion des eaux usées et excréta (GEUE)

La superposition pondérée des quatre cartes thématiques des sous-critères Evacuation des Eaux ménagères (EEM), Problèmes Spécifiques d'Assainissement (PSA), Mode de Vidange (MD) et Destination des Eaux Vannes (DEV) du critère Gestion des Eaux Usées et Excrétas (GEUE) a donné la carte thématique de la figure 27. Elle présente l'impact de la gestion des eaux usées et excréta sur la santé des populations et/ou sur l'environnement.

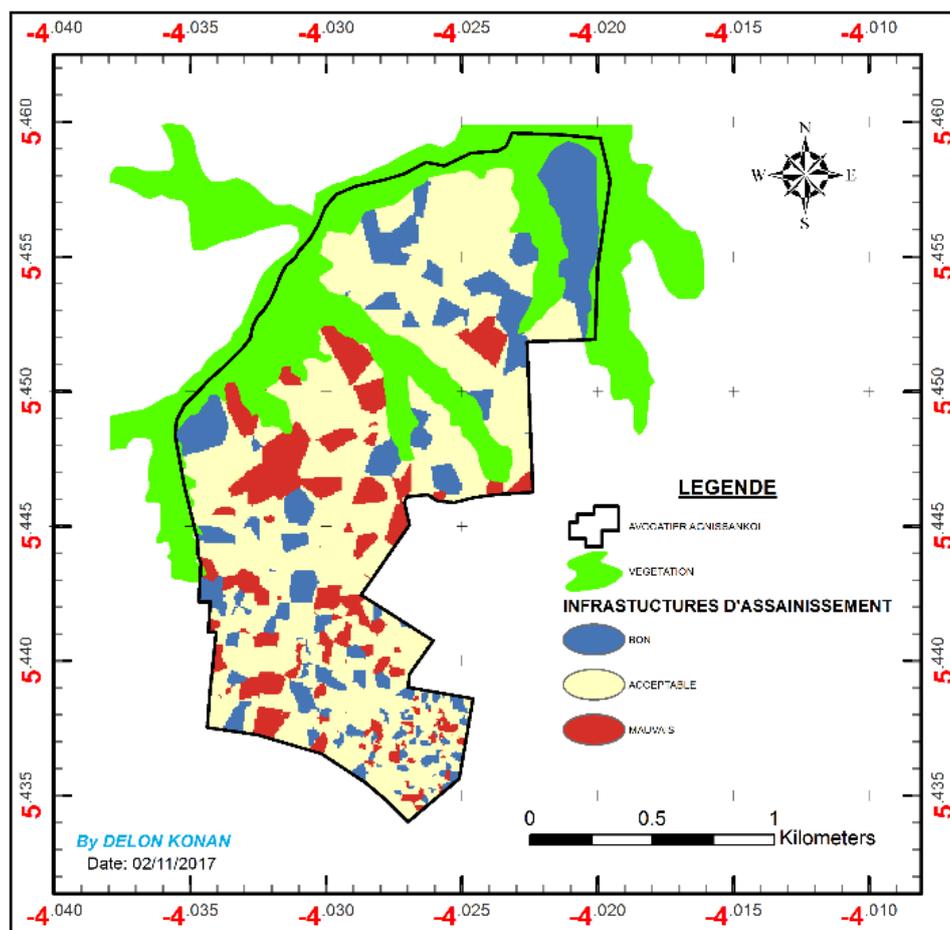


**Figure 25 :** Impact de la Gestion des eaux usées et excréta sur la santé et l’environnement

La carte présente quatre (4) classes. La classe « Bonne » représente les zones dans lesquelles les eaux usées sont gérées de façon à ne pas être un danger pour la santé et pour l’environnement. Les classes « Acceptables », « Mauvaise » et « Très mauvaise » couvre les zones avec un impact sur la santé et sur l’environnement allant respectivement de faible à très fort. D’un point de vue général les eaux usées sont gérées de manière acceptable. On notera cependant que BC et le Nord de Agnissankoi présentent une gestion souhaitable (bonne ou acceptable) de leurs eaux usées. En revanche, Ayébi, Quartier perdu et surtout Dépôt 9, château et le nord de Agnissankoi présentent le contraire de ce constat.

### 1.2.9. Infrastructures d’assainissement individuel

L’agrégation et la superposition pondérée des sous-critères que sont Personnes Par Latrine (PPL), Plateforme d’Accès (PFA) et Ouvrage d’Accumulation (OA) a permis d’avoir la carte thématique de la figure 28. Il s’agit de la carte qui présente l’impact des caractéristiques des ouvrages sur la santé des populations et/ou de sur l’environnement.

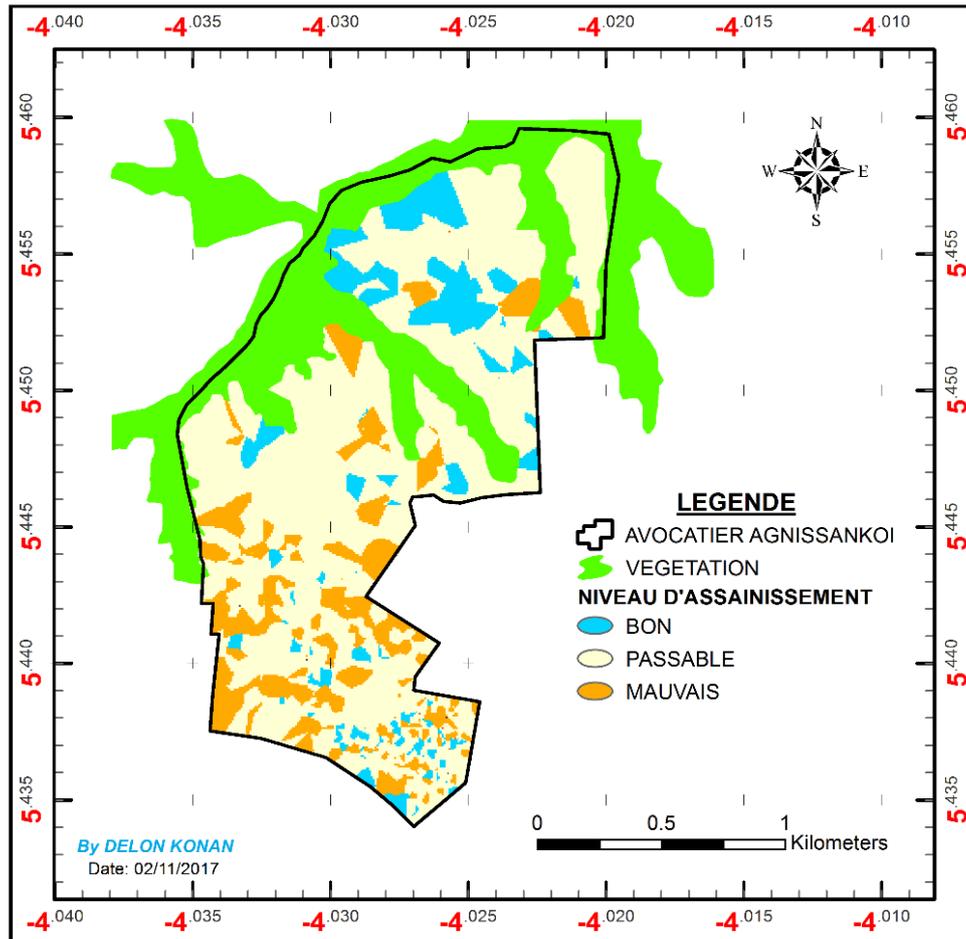


**Figure 26 :** Infrastructures d’Assainissement Individuel

La tendance générale c’est que 62,2% du territoire dispose d’infrastructures d’assainissement qui sont acceptables au regard des sous-critères. C’est-à-dire qui représente moins de risque pour la santé des populations et qui exercent moins de pressions sur l’environnement du point de vue de la rétention des excréta et des effluents. Cette figure montre que 22,5% du territoire possède de bonnes infrastructures d’assainissement et 15,5 % de mauvaises. On remarque aussi une certaine proximité entre la classe « Bon » et la classe « Mauvais ». Cela traduit le fait que dans une même zone géographique, d’une habitation à une autre voisine, les plateformes d’accès (PFA), le nombre de personnes par latrine (PPL) et les ouvrages d’accumulation (OA) peuvent différer de manière significative.

### 1.2.10. Niveau d’assainissement

La carte du niveau d’assainissement est donnée par la superposition pondérée des cartes thématiques du critère Gestion des eaux usées et excréta (GEUE) et du critère Infrastructures d’Assainissement Individuelle (IAI) à raison respectivement de 60% et de 40% (Figure 25).



**Figure 27 :** Niveau d'Assainissement

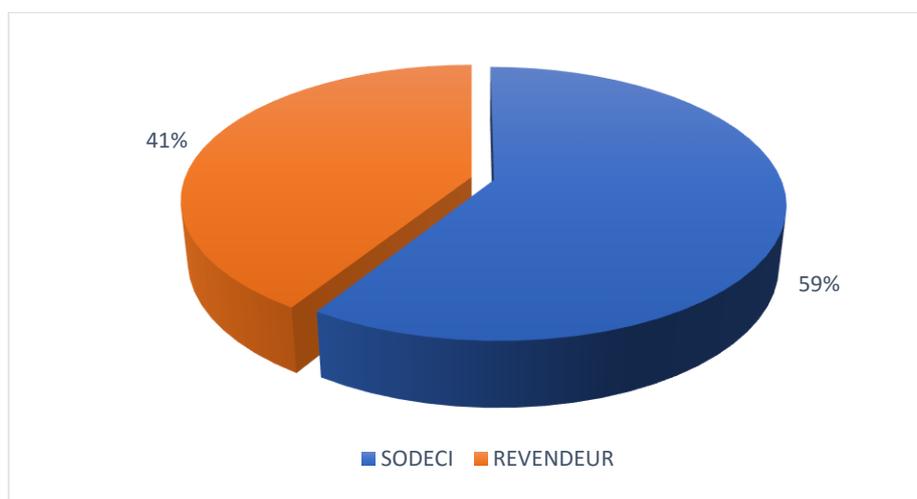
L'analyse de cette figure montre trois classes. Il s'agit de « Bon », « Passable » et « Mauvais ». La première classe, concerne les habitations avec un « Bon » niveau d'assainissement. C'est-à-dire des habitations dans lesquels les eaux usées et les excréta sont convenablement évacués et les infrastructures d'assainissement suffisamment en bon état pour ne pas être une source de maladies ou une source de pollution de l'environnement. C'est le contraire de la catégorie « Mauvais ». Quant à la classe « Passable » ou « Acceptable », elle se situe entre les deux classes évoquées précédemment. Cependant toujours est-il que pour cette classe, les risques pour la santé sont faibles même si elles peuvent être élevés pour l'environnement.

La classe « BON » ne couvre que 12,84% d'Avocatier Agnissankoi avec plus de 70% du côté de BC dans le Nord. Tandis que les zones avec un niveau d'assainissement dans la classe « Mauvais » sont concentrées dans le Sud depuis le Sud d'Agnissankoi sous-quartier. La

catégorie « PASSABLE » domine quant à elle 72,81% du territoire et à plus de 75% dans le sous-quartier d’Agnissankoi. On peut aussi constater qu’à Ayébi, les deux extrêmes cohabitent.

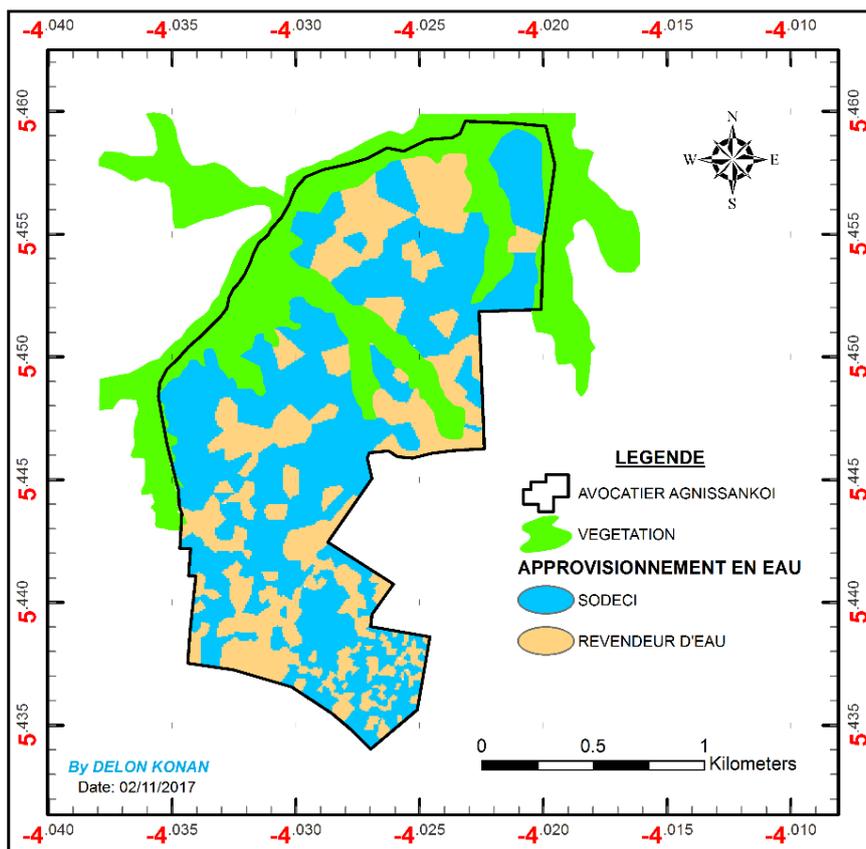
### 1.3. Source d’approvisionnement en eau

La figure 29 représente la répartition des sources d’approvisionnement en eau d’Avocatier Agnissankoi. L’eau est un des principaux soucis des ménages au quotidien. En effet à Avocatier Agnissankoi, on distingue essentiellement deux sources d’approvisionnement en eau potable. La première est l’approvisionnement par la Société de Distribution d’Eau en Côte d’Ivoire (SODECI). 59% des ménages disposent de compteurs d’eau de la SODECI. On fait également le constat que dans le lot des ménages approvisionnés par la SODECI, certains s’associent pour un compteur et se partagent la facture certainement pour des raisons économiques. 8% des 59% recourent à cette méthode. La deuxième source est l’approvisionnement auprès des revendeurs (41%). Il se fait de deux manières. Le revendeur installe une pompe d’une part, dans la cour de son client qui lui reverse un montant fixe par mois. Ce montant est fonction du nombre de personnes dans l’habitation et des activités en relation avec l’eau qui s’y font. D’autre part, le revendeur dispose d’un point d’eau qui souvent est temporaire où les populations viennent s’approvisionner avec des récipients.



**Figure 28** : Répartition des ménages selon l’abonnement à la SODECI

La carte de la répartition des sources d’approvisionnement en eau est présentée par la figure 31. Elle révèle que la couverture en AEP par la SODECI s’élève à 64,5% à Avocatier Agnissankoi. Les 35,5% restant sont couverts par les revendeurs d’eau. Cependant, les enquêtes ont révélé que plus de 50 % de la population s’approvisionne auprès des revendeurs d’eau. Car même les ménages disposant d’un abonnement SODECI s’y approvisionnent assez souvent.



**Figure 29** : Répartition spatiale des sources d'approvisionnement (Critère AEP)

## II. DISCUSSION

Bien que le réseau d'adduction de la SODECI soit présent sur toute la zone d'Avocatier Agnissankoi, les résultats révèlent que plus de 50% de la population s'approvisionne auprès des revendeurs d'eau. C'est le même constat qu'on fait généralement dans les quartiers à faible revenu à Abidjan (**Collignon, 1999**). Ce constat pourrait s'expliquer par deux facteurs importants qu'il faudrait prendre en compte dans le contexte d'un quartier à faible revenu comme Avocatier Agnissankoi.

Premièrement, ces populations trouvent le coût de l'eau de la SODECI assez cher pour contracter un contrat d'approvisionnement de peur de ne pouvoir payer la facture chaque trois mois. En effet, ceux qui disposent de compteur individuel (51% de la population) ou à plusieurs (7,4%) dépensent en moyenne respectivement 5800 et 5700 par mois qu'ils doivent payer à plus de 17 000 Fr d'un seul coup au terme des trois mois. En revanche les populations qui s'approvisionnent auprès des revendeurs d'eau dépensent en moyenne 3200 Fr par mois. De plus pour ceux qui ne sont pas abonnées chez un revendeur d'eau, ce montant est reparti sur tout le mois puisque c'est par type de récipient que l'eau est payée auprès du revendeur souvent à 100 FR, 50 Fr.... L'approvisionnement auprès des revendeurs semble être avantageux pour les populations d'Avocatier Agnissankoi. Ce constat semble être différent de celui de **Diabaté et al., (2016)** qui ont travaillé sur Abobo et Yopougon. En effet, **Diabaté et al., (2016)** affirment que l'eau auprès du revendeur est à la portée de tous les ménages, mais que le transport de cette eau fait qu'elle revient plus chère. Car en plus d'acheter de l'eau avec les revendeurs, les populations se voient obligées de recourir aux porteurs pour le transport de leurs bidons d'eau ce qui représente un surcoût à leur budget (**Diabagaté et al., 2016**). Or d'abord, à Avocatier Agnissankoi, la majorité des populations s'approvisionnant auprès des revendeurs, le fait par abonnement auprès des revendeurs. La contrainte du transport est donc évitée. Dans l'autre cas les populations elles même se chargent du transport. D'ailleurs c'est la raison pour laquelle elles se plaignent. Ensuite 195 échantillons ont été pris sur toutes la zone d'Abobo par **Diabaté et al., (2016)** contre 642 sur Avocatier Agnissankoi pour notre étude. De plus si ces coûts sont si abordables chez certains revendeurs et si certains d'entre eux ont une activité temporaire, c'est parce qu'ils ont non seulement une grande clientèle, mais aussi parce que bon nombre d'entre eux vandaliseraient les canalisations de la SODECI ou se brancheraient frauduleusement sur les compteurs des abonnées de la SODECI. C'est ce qui ressort de l'entretien avec des chefs de ménages qui affirment avoir été victime de tels actes. Ce même constat est fait dans le quartier de Koweït dans la commune de Yopougon où ce type de comportement frauduleux se développe

(**Gnagne et al., 2008**). S'il est vrai que l'approvisionnement auprès des revendeurs revient moins cher aux populations, il n'en demeure pas moins que cette pratique est dangereuse d'un point de vue sanitaire. En effet, le risque de contamination de cette eau est bien réel. Les diverses manipulations subies par l'eau en provenance des revendeurs amenuisent le taux de chlore résiduel et l'exposent davantage aux germes pathogènes augmentant ainsi le risque des maladies diarrhéiques (**Kouassi et al., 2008; Konan et al., 2010**).

Dans un second temps, il convient de noter qu'à Avocatier Agnissankoi, selon les populations, deux mois avant nos enquêtes, les coupures intempestives d'eau étaient la norme malgré la présence du château d'eau. Cette situation s'intègre bien dans le constat général dans la plupart des quartiers de la commune d'Abobo (**ONU-Habitat, 2012**). Avec ces coupures, quand l'eau venait c'était les nuits et la pression était faible. De ce fait, les abonnées de la SODECI s'approvisionnaient de temps à autre auprès des revendeurs (**Tia et Séka, 2015**). Car ceux-ci n'ont pas d'eau. Cependant, récemment la SODECI a entrepris des travaux à Avocatier Agnissankoi pour pallier le problème des coupures intempestives. Mais, le constat est qu'elles existent encore.

Avec la carte du niveau d'assainissement, on constate que le niveau d'assainissement décroît du Nord vers le Sud. En effet, ce constat dans le Nord pourrait s'expliquer par le fait que le quartier BC (Belle Cité) est un nouveau quartier en pleine construction. La population y est moins dense et les maisons sont modernes et nouvelles. Ainsi contrairement aux autres sous-quartiers, BC ne présente pas les traits d'un quartier précaire et spontané. Cependant, un des problèmes majeurs que BC rencontre c'est l'avancement du gouffre qui menace les maisons à proximité.

Les quartiers du sud quant à eux sont les plus peuplés et concentrent l'essentiel de la population. Aussi, en rapport avec le facteur démographique, le Sud est la zone dans laquelle on rencontre le plus de cours communes. Les maisons sont de bas standing (**Kaba, 2015**), vieillissantes et agglomérées sans schéma clairement défini. C'est surtout le cas du Quartier perdu.

Dans les cours communes d'Avocatier Agnissankoi, en générale les latrines sont communes et les plateformes sont à la turque carreaux cassés ou à l'anglaise. Avec une moyenne de 36 personnes par cour, très vite le nombre de personnes par latrine (PPL) devient inadmissible et l'entretien des latrines, un problème pouvant causer des problèmes spécifiques d'Assainissement (PSA). Cette conjoncture est favorable au développement de maladies telles que le choléra et la dysenterie (**Tak, 2017**).

Un autre facteur en rapport avec les précédents, au désavantage des quartiers du sud serait la vidange. En effet, selon nos enquêtes 61,7% de la population dont la majorité est dans le sud dispose de fosses non étanches. 52% de ces fosses nécessitent au moins une vidange par an. Ce fait concorde avec les résultats de **Eviar et al. (2013)** qui estiment à 42,52% le nombre de ménages à Abobo qui font leurs vidanges au moins une fois par an. De plus, la vidange s'élève en moyenne à 30 000 Fr. Pourtant, dans les cours communes, la responsabilité de la vidange, si elle n'est pas à la charge du propriétaire qui d'ailleurs n'habite pas la maison, elle est partagée entre plusieurs personnes (soit entre le propriétaire et les locataires ou soit entre les locataires). Le problème c'est que la nécessité de faire la vidange n'est senti que lorsque des problèmes de saturation de la fosse apparaissent. Or selon **Bouché et al. (2014)**, la vidange d'une fosse toutes eaux devrait se faire lorsque celle-ci est pleine à moitié. Cela entraîne bien souvent des problèmes entre les propriétaires et les locataires d'une part qui sont obligés d'attendre toujours le propriétaire pour la vidange ou entre les locataires d'autres part. Le résultat est qu'on se retrouve parfois avec des fosses pleines, pas vidangées et dont les effluents s'écoulent dans la cour ou dans la rue (**Eviar et al., 2013**).

67,3% du territoire d'Avocatier Agnissankoi est accessible par les camions de vidange. Fort de cela, la vidange manuelle est très pratiquée. Les raisons seraient la cherté de la vidange mécanique (**Mbeguere et al., 2011**) et l'incapacité des camions à enlever les boues de vidange (**Blunier, 2004 ; Mikhael et al., 2014**). On note aussi que, bien souvent (dans 32,6% des cas) les camions de vidange refusent de s'aventurer dans les quartiers à cause de l'état de la route. Ce constat est général pendant la saison des pluies. En effet, les voies ne sont pas bitumées et deviennent très vite boueuses quand il pleut rendant ainsi les voies impraticables. Ceci expliquerait pourquoi les vidanges mécaniques se pratiquent plus au sud au quartier perdu et à Ayébi. Ces quartiers sont en bordure de route et bénéficient de voies encore en bon état.

Une des pratiques courantes à Avocatier Agnissankoi pendant la pluie, consiste à ouvrir les fosses d'accumulation pour laisser s'échapper les effluents en même temps que les eaux de ruissellement. Cette méthode est aussi présente à Williamsville (**Tuo, 2007**). C'est le même constat de vidange à ciel ouvert qui a été fait dans le quartier d'Abobo Sagbé où selon **Kaba (2015)** la mairie a déjà fait de multiples interventions à ce sujet. Les vidanges mécaniques quant à elles se font en temps de soleil. Après la vidange, les fosses creusées pour recevoir les boues de vidange restent ouvertes tout le temps que doit durer l'infiltration totale du liquide surnageant. Ce n'est qu'après cela qu'elles sont refermées. Les risques de contamination de la nappe par de telles actions ne seraient pas négligeable (**Eviar et al., 2013**).

Selon **ONU-Habitat (2012)**, Abobo compte environs 118 Kml d'ouvrages de drainage réalisés le long des voies bitumées. Cela reste insuffisant pour les 1 005 Kml de voies que compte la commune. La couverture spatiale du réseau de drainage est seulement de 11,8 % et Avocatier Agnissankoi n'en fait pas parti. Les zones couvertes sont la route du zoo, la voie express, le camp commando et le quartier SOGEFIHA. Toutefois, Il existe à Avocatier Agnissankoi quelques canalisations des eaux pluviales fait par les riverains eux-mêmes (**Ouattara et al., 2017**). C'est d'ailleurs dans ces canalisations que les eaux vannes sont évacuées. Cette pratique pourrait avoir contribué significativement en défaveur des sous-quartiers du Sud pour la détermination du niveau d'assainissement. Car dans ladite zone elle est très en vogue.

Il ressort des enquêtes que 82,6% des enquêtés affirment ne jamais avoir été sensibilisés ou formés à l'hygiène ou à l'assainissement. Cependant, ils sont conscients à 95,1% qu'un mauvais assainissement est susceptible de posée des problèmes de santé. **Sahirou (2012)** a trouvé des résultats similaires à Gamkallé Gollé, l'un des quartiers péri-urbains de Niamey au Niger au traits semblables à Avocatier. Dans ce quartier, 85% en moyenne de la population est consciente que les eaux usées causent de réels problèmes de santé. Cette situation expliquerait pourquoi dans un contexte où 14,35% du territoire d'avocatier Agnissankoi se classe dans la catégorie « Mauvais » assainissement, et 12,84% dans la catégorie « Bon », la classe « Passable » soit prédominante sur 72,81%.

## CONCLUSION

Cette étude a pu montrer comment le niveau d'assainissement et aussi le mode d'approvisionnement peuvent être cartographiés en couplant les SIG et l'Analyse Multicritères. Il ressort de cette étude que la population d'Avocatier Agnissankoi connaît des problèmes d'approvisionnement en eau mais surtout beaucoup de problèmes avec l'assainissement Automne. En effet, elle ne sait pas vraiment comment s'y prendre quand il s'agit de la gestion, premièrement de ses eaux usées et excréta et ensuite de celle de ses ouvrages d'assainissement. Toutefois, des disparités spatiales sont marquées entre le Nord et le Sud. Dans le Nord, depuis le sous-quartier de BC jusque dans le nord d'Agnissankoi sous-quartier, l'assainissement est plutôt de bon. La population y est moins dense et les constructions nouvelles. Cependant en allant vers le Sud (Dépôt 9, Château, Ayébi et Quartier Perdu), le niveau d'assainissement baisse car plusieurs pratiques malsaines telles que les vidanges à ciel ouvert qui sont sources de maladies s'y développent en plus de la forte densité de la population.

Il convient d'élaborer des stratégies de sensibilisation à l'hygiène et à l'assainissement auprès de ces populations en vue de les aider à mieux s'insérer dans le contexte de l'assainissement individuel. Parlant de l'utilisation des TIC dans les services d'eau et d'assainissement, plusieurs champs attendent encore d'être défrichés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adler E., 2005.** Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement. Centre d'affaires des Monts d'or, St Genis les Ollières, 87 p.
- Amraoui, E. S. M., Rouchdi M., Bouziani, M., et El Idrissi A., 2017.** Intégration du SIG et de l'analyse hiérarchique multicritère pour l'aide dans la planification urbaine : étude de cas de la province de Khemisset, Maroc. *Papeles de geografía*, (63) : 1-20.
- Attahi K., 2001.** Gestion des déchets urbains, Abidjan : Des solutions pour l'Afrique. CRDI-Karthala, Abidjan 255 p.
- Balzarini R., Davoine P. A., et Ney M., 2011.** Évolution et développement des méthodes d'analyse spatiale multicritère pour des modèles d'aptitude : l'exemple des applications en Géosciences. ESRI France, France, 25 p.
- Bédard Y., 1982.** Bilan d'activité et utilisation de l'habitat par la grande oie blanche (*Anser Caerulscens atlantica*) dans l'estuaire du St. Laurent au printemps. Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec, 340 p.
- Bekhtari M. C., 2015.** Les méthodes multicritères pour analyser les aptitudes des terres agricoles : le cas du blé tendre en Languedoc Roussillon analysé avec la méthode AHP. Mémoire de Master. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéenne - Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, Montpellier, 50 p.
- Bekhtari M. C. (2016) :** Intégration des méthodes multicritères et des ensembles flous dans un SIG pour analyser l'adaptabilité des terres agricoles : Application au maïs grain en Languedoc-Roussillon. Mémoire de Master. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéenne - Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, Montpellier, 65 p.
- Bennett D. A., Wade G. A. et Armstrong M.P., 1999.** Exploring the solution space of semi-structured geographical problems using genetic algorithms. *Transactions in GIS*, 3 : 51–71.
- Blunier P., 2004.** La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso) : Analyse du marché et propositions de réorganisation des

flux financiers. Mémoire de master, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 63 p.

**Bouché M. M., Cordier, Hermal et Placial. (2014).** Le guide de l'assainissement. Fine Media, Boulogne, 179 p.

**Bouhet O., 2006.** Transports publics et structuration de l'espace périurbain : méthode d'aide à la décision pour l'implantation d'un tram-train. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 314 p.

**Bouyssou, Denis et Marchant, Thierry et Pirlot, Marc et Tsoukiàs, Alexis et Vincke, Philippe. (2006).** Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria : Stepping Stones for the Analyst. Springer Science & Business Media, 446 p.

**C2D (2017).** Contrat de Désendettement et de Développement. Fiche projet Côte d'Ivoire CCI 1532. 2<sup>ème</sup> C2D eau et assainissement. 2 p.

**Chakhar S., 2001.** Toward a spatial decision support system : Multi-criteria evaluation functions into geographical information systems. Mémoire de DEA, Institut Supérieur de Gestion, Université de Tunis, Tunis, 79 p.

**Chakhar S. (2006).** Cartographie décisionnelle multicritère : formalisation et implémentation informatique. Thèse de Doctorat, Université Paris Dauphine, Paris, 301 p.

**Chen Y., 2006.** Multiple criteria decision analysis : Classification problems and solutions. Thèse de doctorat, University of Waterloo, Ontario, 168 p.

**Chevallier M., 2015.** Mise en œuvre d'un outil SIG et d'un processus d'analyse multicritère semi-automatisé pour l'aménagement du territoire : Application dans le cadre de la révision du SCoT des Vosges Centrales. Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, France, 64 p.

**Collignon B., 1999.** Analyse du service de l'eau potable et de l'assainissement pour les populations pauvres dans les villes de Côte d'Ivoire. Edition Hydroconseil, France, 35 p.

**Diabagaté A., Konan H. G. et Koffi A., 2016.** Stratégies d'approvisionnement en eau potable dans les agglomérations d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Geo-Eco-Trop*, 4 : 345-360.

- Eastman J. R., Jin W., Kyem P. A. K., et Toledano J., 1995.** Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61 : 539–547.
- AFNOR, 1992.** Traitement de l'information géographique numérique, EdiGéo, Norme Z 13-150.
- Eviar O. B., Atta K. et Gogbe T., 2013.** Stratégies de gestion des cadres et conditions de vie des populations à abobo. *European Scientific Journal*, 9 (29) : 1-16.
- Fishburn P.C., 1967.** Additive Utilities with Incomplete Product Sets : Application to Priorities and Assignments. *Operations Research*, 15 : 537-542.
- Gade K. P. O. M., (2014).** Evaluation of Multi Criteria Decision Making Methods for Potential Use in Application Security. Mémoire de Master, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, 63 p.
- Gnagne T., Touré Y. G, Konan K. F. et Bruce O. R., 2008.** Concertation des acteurs pour un accès durable des populations à faibles revenus au réseau public d'eau potable : cas de Koweït dans la commune de Yopougon. *GEOTROPE, Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, (2) : 64-74.
- Gossart C., 2008.** « TIC et politiques environnementales : L'épreuve de l'effet rebond », *Netcom*, 22 (3 et 4) : 247-254.
- Henriet L., 2000.** Systèmes d'évaluation et de classification multicritères pour l'aide à la décision : Construction de modèles et procédures d'affectation. Informatique. Université Paris Dauphine - Paris IX, France, 154 p.
- Janssen R., et Rietveld P. (1990).** Multicriteria analysis and geographical information systems : an application to agricultural land use in the Netherlands. *Geographical information systems for urban and regional planning*, 17 : 129-139.
- Kaba I., (2015) :** Qualité de vie et santé dans un quartier a habitat indigne de la ville d'Abidjan (Côte d'ivoire) : Rôle de l'assainissement dans ce débat écologique. *European Scientific Journal*, 11 (29) : 1-12.

- Kazi T. L. A. (2008)** : La Modélisation des préférences du décideur dans le modèle du Goal Programming. Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, Tlemcen, 283 p.
- Kêdowidé C. M. G. (2011)** : SIG et Analyse multicritère pour l'aide à la décision en agriculture urbaine dans les pays en développement, Cas de Ouagadougou au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université Paris 8, Saint-Denis, 301 p.
- Koffi A. S., Ait F. A., Elbelriti H., El Gasmi E. H., 2013.** Extraction par télédétection des réseaux de fractures majeures à partir de l'image landsat de la région d'Abidjan en Côte d'Ivoire. *Science Lib Editions Mersenne*, 5 (130713) : 1-18.
- Konan K. F., Touré Y. G., Bony K. Y., Ouattara P, Kouamé K. M. et Gnagne T., 2010.** Qualité de l'eau de boisson et mode d'approvisionnement à Yopougon-Koweït (Abidjan, côte d'ivoire) en 2008. *Cah. Santé Publique*, 10 (1) : 56-62.
- Kouassi D., Fernand K. K., Brama K., Jean B., Tanner M. et Guéladio C. (2008).** Analyse de la situation de l'environnement sanitaire des quartiers défavorisés dans le tissu urbain de Yopougon à Abidjan, Côte d'Ivoire, *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 8 (3) : 1-11
- Laaribi A., 2000.** SIG et analyse multicritère. Hermes-Lavoisier, France, 192 p.
- Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., et Rhind D. W. (2005).** Geographic information systems. John Wiley & Sons, New York, 517 p.
- Martel J. M. (1999).** L'aide multicritère à la décision : Méthodes et applications. *CORS-SCRO Bulletin*, 31 (1) : 6-16.
- Mbeguere M, Gning JB, Toure F, Diop B, Toure S, Fam A. (2011).** Landscape analysis & business model assessment in fecal sludge management : extraction and transportation models in Africa–Senegal. Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, 79 p.
- Méaille R., 1988.** Les Systèmes d'Information Géographique : Structure, mise en œuvre et utilisation dans différentes études. Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis, Nice, 182 p.
- Mena S. B., 2000.** Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 4 (2) : 83-93.

- Mikhael G, Robbins DM, Ramsay JE, Mbéguéré M. (2014).** Methods and means for collection and transport of faecal sludge. *In*: Strande L, Ronteltap M, Brdjanovic D, Management Systems Approach Implementation and Operation, (eds). IWA Publishing, London, 405 p.
- MINSEDD, 2017.** Document de présentation de la thématique : Eau et Assainissement. Ministère de la salubrité, de l'environnement et du développement durable. Côte d'Ivoire, 6 p.
- Morel à l'H. A. (2003).** Gestion domestiques des eaux usées et des excréta : Etude des pratiques et comportement, des fonctions de demande, de leur mesure en situation contingente et de leur opérationnalisation, PDM-pS-Eau, 197 p.
- N'Gnikam E., Mougoue F. et Tietche F. (2007).** Eau, Assainissement et impact sur la santé : étude de cas d'un écosystème urbain à Yaoundé. *Actes des JSIRAUF*, 13 p.
- Oga Y. M. S., Lasm T., Massault M., Baka D., Ake G., Marlin C., et Hillaire-Marcel C., 2011.** Caractérisation et suivi isotopique des eaux de la nappe semi-captive du Maestrichtien de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (3) : 991-1004.
- OMS (2017).** Eau, Assainissement et Santé : Principaux concepts. Disponible à : [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp2012/key\\_terms/fr/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/key_terms/fr/), consulté le 10 novembre 2017.
- ONEP (2016).** Information générale sur les bornes fontaines yaoli modifiées et leur gestion, ministère des infrastructures économiques, direction de l'hydraulique rurale et péri-urbaine. 33p.
- ONU-Habitat (2012).** Côte d'Ivoire : Profil urbain d'Abobo. Editions UNON, Nairobi, 28 p.
- Ouattara P. J. M., Assamoi B. A., Messou A., Diomandé D., et Coulibaly L., 2017.** Etat de l'assainissement dans les zones défavorisées : cas des quartiers précaires d'Abobo (Abidjan, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19 (2) : 424-434.
- Perraud A. (1971).** Pédologie, in Atlas de Côte d'Ivoire, ORSTOM, Abidjan, 379-391 p.

- Rakotoarivelo J. B. (2015).** Analyse comparative de méthodes multicritères d'aide à la décision pour le secteur financier. Mémoire de Master, Université Paul Sabatier de Toulouse, Toulouse, 62 p.
- Riedl L., Vacik H. et Kalasek R., 2000.** MapModels : A new approach for spatial decision support in silvicultural decision making. *Computers and Electronics in Agriculture*, 27 : 407-412.
- Roy B. (1985).** Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Economica, Paris, 412 p.
- Roy B., 1999.** Decision-aiding today : What should we expect in Multicriteria Decision Making, *Springer* 21 : 1-31.
- Roy B. (2005).** An overview of MCDA techniques today : Paradigms and challenges. *In*: Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (eds), *Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys*. Springer, New York : 3–24.
- Saaty T. L., 1980.** The analytic hierarchy process : Planning, Priority, Setting, Resource Allocation. MacGraw-Hill International Book Company, New York/London, 287 p.
- Sahirou S. O., 2012.** Diagnostic d'un système de gestion des eaux usées dans un quartier périurbain de Niamey : Cas de Gamkallé. Mémoire de Master spécialisé. Institut International d'Ingénierie, Ouagadougou, 59 p.
- Schärlig A. (1985).** Décider sur plusieurs critères : Panorama de l'aide à la décision multicritère. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 304 p.
- Seidl M. (2006).** Enjeux et pratiques de l'assainissement en Afrique subsaharienne. Journées Scientifiques de l'Environnement : Le citoyen, la ville et l'environnement, Créteil, 10 p.
- Stephen J. C. (1991).** Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5 (3) : 321-339 p.
- Tak Z. (2017).** Le droit à l'eau : Un droit fondamental des Autres Droits De l'Homme. *European Scientific Journal*, 13 (14) : 1-14.
- Tchangani A., Bouzarour-Amokrane Y. et Pérès F., 2012.** Evaluation Model in Decision Analysis : Bipolar Approach. *INFORMATICA*, 23 (3) : 461-485.

- Tia L. et Séka G. S., 2015.** « Acteurs privés et approvisionnement en eau potable des populations de la commune d'Abobo-Côte d'Ivoire ». *Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical géographie*, 2 (2) : 15-28.
- Tongia R., Subrahmanian E., et Arunachalam V. S., 2005.** Information and communications technology for sustainable development : Defining a global research agenda. Allied Publishers, Inde, 545 p.
- Triantaphyllou E. (2000).** Multi-Criteria Decision Making Methods. *Springer*, 44 : 5-21.
- Tsoukiàs A. (2007).** On the concept of decision aiding process : an operational perspective. *Ann. Oper. Res.* 154 (1) : 3–27.
- Tuo P., 2007.** Assainissement et gestion de l'environnement dans la commune d'Adjamé : le cas de Williamsville (Abidjan). Disponible à : [www.memoireonline.com/10/11/4903/Assainissement-et-gestion-de-lenvironnement-dans-la-commune-dAdjame-le-cas-de-williamsville-.html](http://www.memoireonline.com/10/11/4903/Assainissement-et-gestion-de-lenvironnement-dans-la-commune-dAdjame-le-cas-de-williamsville-.html), Consulté le 10 Novembre 2017.
- Verhagen J. et Carrasco M. (2013).** Mise en place d'une filière complète d'assainissement pérenne : les services d'assainissement non collectif. IRC, 14 p.
- Vincke P. (1989)** L'aide multicritère à la décision. Bruxelles, Éd. de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, 13 p.
- Voogd H., 1983.** Multicriteria evaluation for urban and regional planning. Delftsche Uitgevers Maatschappij, Eindhoven, 383 p.
- WHEP, 2008.** Women Health Education Programme. Projet pilote : « La santé au fil de l'eau ». Disponible à : [www.whep.info/](http://www.whep.info/) consulté le 11 Septembre 2008
- Yasmina B. A. (2013).** Structuration des Processus d'Aide à la Décision par Analyse Bipolaire. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier de Toulouse, Toulouse, 176 p.
- Zhilin L., Qing Z. et Chris G. (2004).** Digital terrain modeling : principles and methodology. CRC press, 340 p.

ANNEXES

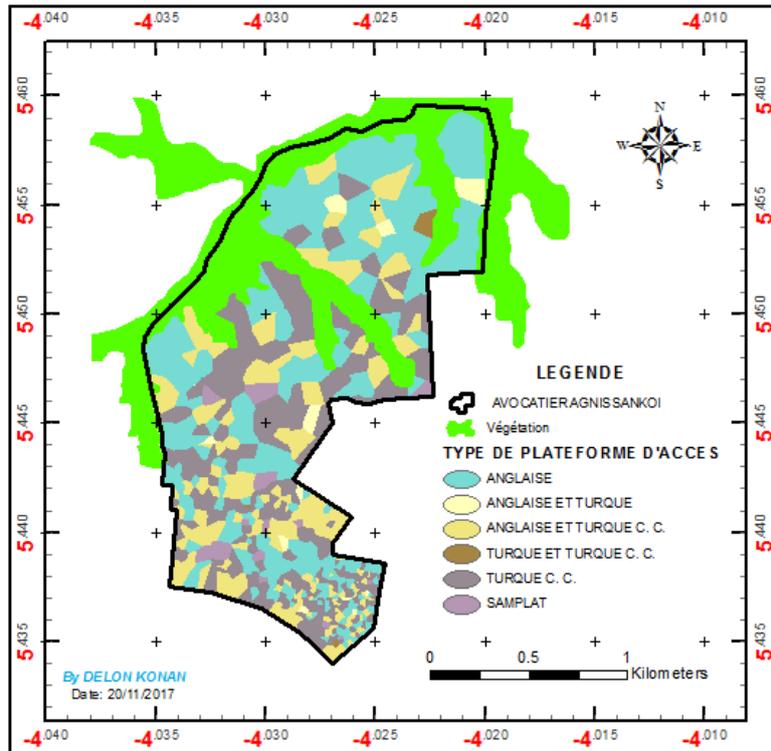


Figure 30 : Carte thématique des plateformes d'accès

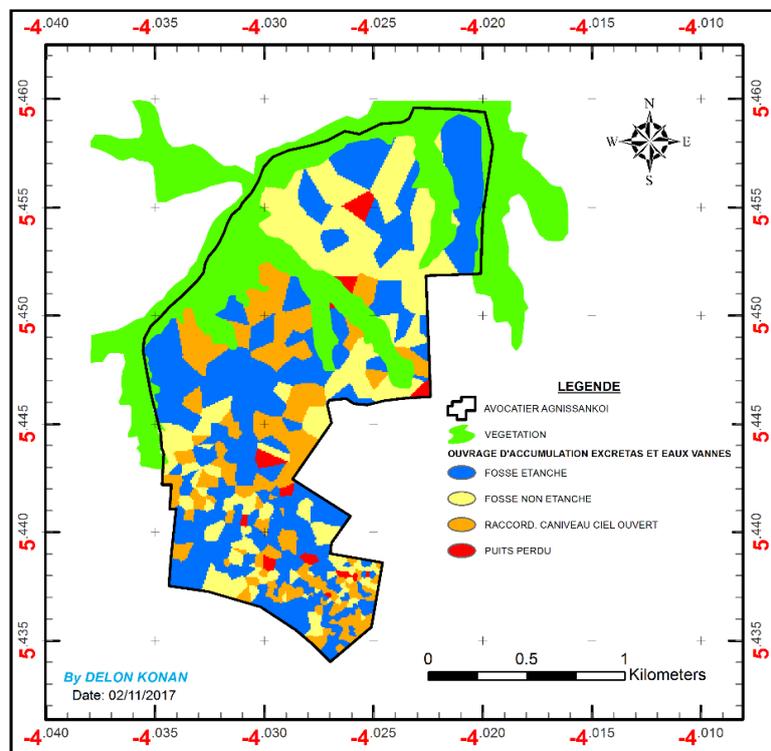


Figure 31 : Carte thématique des ouvrages d'accumulation

**RESUME**

L'état ivoirien s'est fixé comme objectif d'ériger la Côte d'Ivoire au rang des pays émergents à l'horizon 2020. Ainsi, il a mis en place une politique d'assainissement et de drainage dont le but est d'accélérer l'accroissement du taux de couverture nationale d'assainissement et de drainage. Cet objectif est rendu plus facilement accessible s'il existe un support qui présente la cartographie du niveau d'assainissement et des sources d'approvisionnement en eau potable. La présente étude a eu donc pour objectif principal de montrer comment cette cartographie peut être élaborée à l'aide des Systèmes d'Information Géographiques et de l'Analyse Multicritère. Une application a été faite sur le quartier d'Avocatier Agnissankoi. Pour ce faire une enquête a été menée sur la zone d'étude. Les ménages enquêtés ont été géoréférencés. Les critères intervenant dans le niveau d'assainissement et les sources d'approvisionnement ont été élaborés et pondérés selon la méthode du processus d'analyse hiérarchique (AHP). Les cartes thématiques obtenues ont permis après superposition de sortir la carte du niveau d'assainissement et celle du mode d'approvisionnement en eau. La classe d'assainissement excellent qui ne constitue que 12,84% de la zone d'étude, se situe au Nord de Agnissankoi. La classe d'assainissement moyen occupe 72,81% de la zone d'étude. La classe d'assainissement médiocre qui occupe 14,35% de la zone d'étude se rencontre dans les quartiers Sud d'Agnissankoi. Le niveau d'assainissement diminue du Nord au Sud. Au niveau de l'approvisionnement en eau potable la SODECI (Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire) couvre 65% de la zone d'étude. Cependant les nombreuses coupures d'eau amènent la population à s'approvisionner auprès des revendeurs.

**Mots clés :** Eau, Assainissement autonome, SIG, AHP, Avocatier Agnissankoi.