



Université d'Abomey-Calavi  
(UAC)

\*\*\*\*\*

Institut de Géographie, d'Aménagement du Territoire et de l'Environnement  
(IGATE)

\*\*\*\*\*

MASTER INTEGRATION REGIONALE ET DEVELOPPEMENT  
(MIRD)

\*\*\*\*\*

Mémoire de Master

**Option : Gestion des Risques et Catastrophes**

**Spécialité : Cartographie et Télédétections**

**SIG et gestion de l'environnement :  
Identification des sites propices au stockage des déchets solides  
ménagers dans la Commune de Bohicon**

**Réalisé par :**

Renaud S. AKOHOUENON

**Sous la Direction de :**

Dr Ismaïla TOKO IMOROU

Maître de Conférences

DGAT /FASHS / UAC

Dr Thierry AZONHE

Maître de Conférences

DGAT /FASHS / UAC

*Soutenu, le 09/03/ 2018*

## SOMMAIRE

|   |    |
|---|----|
| SIGLES ET ABREVIATIONS .....              | 3  |
| DEDICACE.....                             | 4  |
| REMERCIEMENTS .....                       | 5  |
| Résumé .....                              | 6  |
| Abstract .....                            | 7  |
| Introduction .....                        | 8  |
| CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE.....         | 10 |
| CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE .....    | 16 |
| CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES ..... | 26 |
| CHAPITRE IV : RESULTATS.....              | 40 |
| CHAPITRE V : DISCUSSION .....             | 58 |
| Conclusion.....                           | 61 |
| Références bibliographiques .....         | 63 |
| Annexes :.....                            | 68 |
| Liste des figures .....                   | 71 |
| Liste des tableaux .....                  | 72 |
| Liste des photos .....                    | 73 |
| Table des matières .....                  | 74 |

## SIGLES ET ABREVIATIONS

|       |   |   |
|-------|---|---|
| AHP   | : | Analytical Heierarchy Process                                   |
| AMC   | : | Analyse multicritère  |
| CC    | : | Centre de collecte  |
| CET   | : | Centre d'Enfouissement Technique                                |
| CLP   | : | Combinaison Linéaire Pondérée                                   |
| CSD   | : | Centre de Stockage de Déchets                                   |
| DSM   | : | Déchets Solides Ménagers  |
| EMC   | : | Evaluation Multicritère   |
| GLCF  | : | Global Land Cover Facility                                      |
| GPS   | : | Global Positioning System                                       |
| IGN   | : | Institut Géographique National                                  |
| INSAE | : | Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique  |
| ISDMI | : | Installations pour le Stockage des Déchets Ménagers Industriels |
| MNT   | : | Modèle Numérique de Terrain                                     |
| OMS   | : | Organisation Mondiale de la Santé                               |
| ONG   | : | Organisation Non Gouvernementale                                |
| ONU   | : | Organisation des Nations Unies                                  |
| RGPH  | : | Recensement Général de la Population et de l'Habitation         |
| SDAC  | : | Schéma Directeur d'Aménagement Communal                         |
| SIG   | : | Système d'Information Géographique                              |
| STE   | : | Service Technique et Environnemental                            |

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail à la mémoire de ma maman, **Feue Clémentine ADIWATOUN** qui nous a quitté le 20/10/2007, qu'Allah soit satisfait d'elle ;

Et à mon père **Justin D. AKOHOUEGNON**,

Qui m'ont donné la vie et inculqué l'amour du travail.

Que ce travail représente symboliquement pour vous, ma profonde gratitude pour vos multiples sacrifices.

## **REMERCIEMENTS**

Mes vifs remerciements vont d'abord à mes directeurs de mémoire, Dr TOKO IMOROU Ismaila et Dr. AZONHE Thierry pour avoir accepté de superviser ce mémoire malgré leurs multiples occupations.

Je remercie Monsieur Cyril ROMIEU mon maitre de stage pour toute sa disponibilité, ses encouragements manifestés à mon égard durant la période de ce stage.

Mener à bien un travail de mémoire nécessite à la base la confiance de plusieurs personnes et l'inscription dans un réseau de relations tissées durant les années de recherches.

Ainsi, ce remerciement n'est pas seulement une nécessité, c'est un devoir vis-à-vis de l'ensemble des personnes que nous avons eu le privilège de côtoyer durant ces deux ans de formation, devoir que nous exécutons avec un très grand plaisir.

J'adresse aussi mes sincères remerciements aux enseignants du Master Intégration Régionale et Développement (MIRD) particulièrement les enseignants de la section GRC (Gestion des Risques et Catastrophes).

Je tiens à remercier mes parents, mes frères, mes sœurs et mes amis de l'IGN France pour leurs soutiens moral et matériel.

Je sais qu'il reste encore plusieurs noms à souligner, mais que tous ceux que je n'ai pas cités explicitement et qui, cependant, ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce présent travail sachent que je leur adresse ma sincère gratitude.

*À tous, merci !*

## **Résumé**

La gestion des déchets, en tant que composante du système de gestion de l'environnement, représente aujourd'hui un défi majeur et un domaine prometteur pour la protection de l'environnement. La présente étude vise à utiliser des propriétés analytiques des SIG pour identifier les zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon afin de réduire les risques des dépotoirs sauvages et les décharges non contrôlés dans cette ville.

La quête de solutions idoines d'identification des sites propices, nécessite avant tout la collecte et l'organisation des données dans une base de données à référence spatiale afin de faciliter la recherche de sites plus favorables.

L'évaluation multicritère (EMC) s'avère particulièrement adaptée en ce qui concerne la localisation des zones propices au stockage des DSM. Des critères tels que l'occupation des terres, la topographie, les types de sols, l'hydrographie, le réseau d'assainissement pluvial et l'influence humaine ont été identifiés pour cette recherche. La base de données a été conçue et a permis de dégager les informations nécessaires à la construction multicritère des cartes d'aptitudes au stockage des DSM.

Les résultats de ce travail révèlent que les sites les plus adéquats ne sont pas concentrés dans une zone mais dispersés dans plus de la moitié de la zone de travail. L'emplacement des meilleurs sites classés en premier et en deuxième rang, varie donc en fonction de l'importance relative attribuée aux critères de décision par les différents acteurs mis en jeu. Les sites appropriés sont localisés au Nord, et au Sud-Est du centre de la ville de Bohicon. Les arrondissements à explorer pour l'implantation d'un centre de stockage sont Avogbanan, Passagon, Saclo, et Sodohomè qui est l'arrondissement qui présente beaucoup plus de zones propices au stockage des DSM (près du 2/3).

**Mot clés :** dépotoirs sauvages, SIG, risques potentiels, environnement urbain, Bohicon.

## **Abstract**

The management of the garbage, as component of the system of management of the environment, represents today a major challenge and a promising domain for the protection of the environment. The present survey aims to use analytic properties of the GIS to identify areas suitable for domestic strong garbage storage in the city of Bohicon in order to reduce the wild garbage dump risks and the non controlled discharges in this city.

The quest for appropriate solutions and identification of the auspicious sites, require the collection and the organization of the data above all in a data base to spatial reference in order to facilitate the more favorable site research.

The multi- criteria evaluation (EMC) proves to be adapted especially with regard to the localization of the areas auspicious for domestic strong garbage storage. Of the criterias as the occupation of soil, the topography, the types of soils, the hydrography, and the human influence have been identified for this research. The data base has been conceived and permitted to clear the necessary information to the construction multi- criteria of the cards of faculties to the storage for domestic strong garbage.

The results of this work reveal that the most adequate sites are not concentrated in a region but dispersed in more of the half of the work zone, the best site site classified in first and in second rank, varies therefore according to the relative importance assigned to the criterias of decision by the different actors put in games. The suitable sites are localized at the North, and to the Southeast of the downtown of the township. The precincts to explore for the implantation of a storage center are Avogbanans, Passagon, Saclo and Sodohomè that are the precinct that presents more auspicious areas.

Keys word: wild garbage dumps, GIS, potential risks, urban environment, Bohicon.

## **Introduction**

Le domaine de la gestion de l'environnement, en tant que composante du système de gestion de l'aménagement et de planification du territoire, représente aujourd'hui un défi majeur et un domaine prometteur pour la protection de l'environnement ; il devrait en effet être intégré à tous les secteurs d'activité, comme le secteur de gestion des déchets solides susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement (El Morjani, 2002).

Cependant, l'accès à l'assainissement et à un service de gestion des déchets est malheureusement trop souvent délaissé par les décideurs locaux, nationaux ou internationaux, en raison le plus souvent du manque de connaissances et de méthodologies sur ces problématiques.

En Afrique sub-saharienne, les municipalités auxquelles incombe la compétence institutionnelle de la gestion des déchets sont dans la plupart des cas confrontées à une contrainte budgétaire forte (Benrabia, 2003).

A Bohicon, comme dans toutes les grandes villes africaines, les pratiques en matière de gestion de l'environnement, face à un taux très élevé de la croissance démographique, ne sont pas encore en conformité avec le concept du développement durable, qui vise à améliorer la vie des citoyens grâce au développement économique et à la protection de l'environnement.

Avec un taux d'accroissement annuel de 4,87 % en milieu urbain, l'Afrique est le continent qui s'urbanise le plus rapidement dans le monde (ONU-HABITAT, 2011).

Cette croissance démographique en forte évolution se traduit par une forte urbanisation du territoire, une transformation des habitudes de consommation et par conséquent, une forte production de déchets, qui est en constante augmentation (Kouamé *et al.*, 2006).

Au Bénin, la gestion des déchets solides ménagers constitue aujourd'hui une préoccupation majeure pour les décideurs ; Cependant, la ville de Bohicon, tout comme les municipalités aux ressources financières limitées, pallie indirectement leurs faiblesses dans ce domaine par une implication des secteurs privé et informel qui jouent un rôle majeur dans l'évacuation des déchets ménagers.

Ces décharges et dépotoirs de par leurs positions géographiques, représentent un danger pour la population et l'environnement. Cette situation expose la ville et ses habitants à des nuisances environnementales et sanitaires. La recherche de sites adéquats pour le stockage de ces déchets constitue une étape vers la réduction des impacts négatifs des déchets sur la population et l'environnement.

Le choix d'une ou de plusieurs installations appropriées au stockage de déchets ménagers et industriels (ISDMI) est très complexe du point de vue technique, et conflictuelle du point de vue social, économique et politique (Rey, 1994). Les systèmes d'Information Géographique, la télédétection et l'analyse multicritère se proposent comme des outils et des méthodes bien adaptés à cette nouvelle problématique et illustrant le mieux l'approche multidisciplinaire à la gestion des risques environnementaux et à la sélection des sites de stockage des déchets.

En général, l'analyse de la pertinence de tels outils vise à identifier le modèle spatiale le plus approprié pour l'utilisation future des terres en fonction des exigences particulières, les préférences ou les prévisions d'une activité particulière (Collins *et al.*, 2001). L'intégration des SIG et des méthodes d'analyse multicritère constitue une voie privilégiée et incontournable pour faire évoluer les SIG vers de véritables systèmes d'aide à la décision (Joerin, 1997 ; Laaribi, 2000; Malczewski, 2004, Chakhar, 2006).

La présente recherche vise à améliorer la gestion des déchets solides ménagers en milieu urbain à partir des techniques de précision qu'offrent le SIG et la télédétection à travers l'étude du cas de la Commune de Bohicon. Il s'agira d'identifier les zones potentielles de stockage des déchets solides ménagers à partir d'un système d'information géographique (SIG) et de l'évaluation multicritère, afin d'orienter les décideurs au moment de prise de décisions

Le mémoire est structuré en cinq (05) chapitres. Le premier chapitre porte sur la problématique, les hypothèses et les objectifs de recherche et aborde quelques concepts. Le deuxième chapitre porte sur le cadre géographique de l'étude. Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes de collecte, de traitement et d'analyse des données.

Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus et le cinquième chapitre traite à la discussion des résultats.

Enfin, une conclusion suivie de quelques suggestions viendront finaliser cette étude.

## **CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE**

Ce chapitre a pour objectif de présenter le cadre théorique de l'étude. Il définit la problématique, les objectifs de l'étude et la clarification des concepts utilisés dans cette recherche sur l'identification des sites propices au stockage des déchets solides et ménagers dans la ville de Bohicon.

### **1.1. Problématique**

La gestion des déchets solides en Afrique sub-saharienne demeure une problématique qui prend de plus en plus de l'ampleur face aux taux élevés de croissance des populations, à l'urbanisation galopante et à la diversification des déchets émis. Aujourd'hui, à la faveur de cette urbanisation galopante et de ses corollaires, l'assainissement et la gestion des déchets sont devenus des préoccupations importantes (Onibokun, 2001). Des améliorations ont certainement été apportées depuis ces dernières années, mais la situation n'a pas radicalement changé. Selon Toguyeni (2006), moins de 50 % des déchets solides sont collectés dans les villes dans l'ensemble de la sous-région malgré la mise en place de plusieurs systèmes successifs de gestion des déchets.

Au Bénin, les ordures ménagères sont l'une des premières sources de pollution dans les grandes villes. De ce fait leur gestion est devenue un casse-tête pour les autorités municipales. Il n'est pas rare qu'en parcourant les agglomérations au Bénin de voir des immondices qui jonchent les quartiers. Selon le RGPH 3, 80% des ménages jettent les ordures dans la nature. Le phénomène est alarmant dans la plupart des grandes villes du pays (Alassani, 2007). Selon les informations recueillies à la mairie de Bohicon, à peine six (06) ONG de pré-collecte sont fonctionnelles dans la ville et ne couvrent que 2101 ménages alors que 89 tonnes de déchets sont produites par jour dans cette ville. Cependant, pour Guédénon (2011), la collecte des déchets solides dans le doublet urbain Abomey-Bohicon se résume à une gestion traditionnelle. Le système de collecte de déchets organisé par les deux municipalités est défaillant, car les structures de collecte, les déversent dans la nature.

En effet, La ville de Bohicon produit environ 47 tonnes de déchets par jour et la mairie en enlève 117 m<sup>3</sup>. Le reste est assuré par une ONG qui s'occupe de sa gestion au niveau des deux arrondissements du centre et pour valoriser ces déchets, deux points de regroupements sont installés à Agonvèzoun et Sodohomè pour le tri (mairie de Bohicon, 2017). Au faible taux d'abonnement des ménages (environ 18 % pour toute la Commune selon l'ONG) aux structures de pré-collecte de déchets solides, s'associe les mauvais comportements des populations (rejets dans la nature) qui justifient les nombreux dépotoirs sauvages qui prolifèrent à travers la ville. L'éloignement des sites de dépôt conduit les populations de certains quartiers à transformer les

rues, les caniveaux, les espaces vides, les parcelles à bâtir en dépotoirs sauvages (Rogaume, 2000).

Aujourd'hui, en Afrique, il suffit de traverser n'importe quelle ville africaine pour constater les manifestations de ce problème: amoncellements de déchets, détritiques le long des routes, ruisseaux bloqués, sites d'enfouissement menaçant la santé dans les secteurs résidentiels, et élimination inadéquate des déchets toxiques (Onibokun, 2001). Ces phénomènes ont des conséquences dans les domaines de l'habitat, de l'éducation, de la santé et de l'environnement. Les capacités des autorités urbaines à procurer aux citoyens des services de base adéquats et un environnement sain sont dépassées. Les pressions sur l'environnement sont tangibles, les infrastructures et les réseaux urbains en place sont surchargés ou inopérants.

Comme le relève Balma (2005), les déchets qui se constituent en dépotoirs non contrôlés deviennent souvent des milieux infectieux par la présence des germes pathogènes et des agents de transport que sont les insectes, les reptiles, les rongeurs et le vent.

Deverin-Kouanda (1992) remarque que 15 % des décès dans les hôpitaux sont dues à des diarrhées qui trouvent leur origine dans la défaillance des systèmes de ramassage des déchets. Selon cet auteur, la présence des dépôts sauvages non loin des habitations favorise la propagation des maladies infectieuses et parasitaires comme les amibiases et la fièvre typhoïde. La prolifération des maladies liées à l'eau (bilharziose, parasitoses, choléra, diarrhées aiguës, etc.) et d'autres maladies de civilisation causées par l'éclosion et l'extension des bidonvilles qui sont généralement, privés de systèmes d'assainissement (OMS, 2002).

Une bonne gestion des déchets solides est donc très importante pour la réduction des problèmes environnementaux et de santé publique. Par son efficacité en matière d'analyse spatiale et thématique et par sa capacité à intégrer la question des données de diverses sources, le SIG peut contribuer à la gestion des déchets (Balma, 2005). L'auteur dans son étude pour identifier les zones à fortes concentrations de dépôts d'ordures aux abords des établissements scolaires et évaluer les conséquences potentielles sur le voisinage s'est servi des SIG. Kientga (2008), quant à lui, utilise le SIG pour mettre en lumière les principaux facteurs déterminants de la gestion des déchets et leurs conséquences sur la santé et l'environnement à travers une analyse spatiale et une cartographie thématique des sites de déchets.

Il urge donc de comprendre les relations entre les déchets, leur gestion et les problèmes de santé publique que cela engendrent et il est donc indispensable et très urgent de trouver des sites adéquats pour le stockage de ces déchets sur l'ensemble du territoire communal. Pour ce

faire, l'intégration SIG-Analyses multicritères constitue un outil incontournable par sa capacité d'analyse et d'intégration des données de diverses sources.

Ce travail de recherche a pour but de garantir un meilleur cadre de vie aux populations de la ville de Bohicon en contribuant à une meilleure gestion des déchets solides ménagers dans la ville par l'utilisation du SIG à travers la description des sites de dépotoirs de déchets ; l'analyse des risques de ces sites de déchets sur l'environnement urbain et l'identification des sites propices au stockage des déchets solides ménagers dans cette ville. Au regard de tout ceci, certaines interrogations méritent d'être relevées.

- ✓ Quelle est la répartition spatiale des dépotoirs sauvages et les sites de décharge de déchets ménagers dans la ville de Bohicon ?
- ✓ Quels risques environnementaux induisent ces sites de déchets dans la ville de Bohicon?
- ✓ Le SIG peut-il aider à déterminer les sites adéquats pour le stockage de ces déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon ?

Afin de répondre à ces questionnements, les objectifs et hypothèses ont été émis.

## **1.2. Objectifs de recherche**

### **1.2.1. Objectif global**

L'objectif global de cette étude, est d'étudier les zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon.

### **1.2.2. Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques de cette étude sont les suivants :

- Cartographier les sites de dépotoirs sauvages et de décharges de déchets solides ménagers dans la Commune de Bohicon ;
- Analyser à l'aide du SIG les risques environnementaux causés par les sites de déchets dans la Commune de Bohicon ;
- Identifier à l'aide du SIG et les analyses multicritères les zones propices au stockage des déchets afin de réduire les risques environnementaux associés.

## **1.3. Hypothèses de travail**

Afin d'atteindre les objectifs fixés, les hypothèses suivantes sont émises.

- Les dépotoirs sauvages et les sites de décharges de déchets ménagers sont répartis dans toute la ville de Bohicon ;

- Les sites de dépotoirs de déchets solides ménagers engendrent des risques sur l'environnement et la santé de la population riveraine ;
- Il existe des zones adéquates pour le stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon.

#### **1.4. Clarification des concepts**

Dans le but de mieux cerner notre sujet, nous avons jugé nécessaire de clarifier un certain nombre de concepts. Il est question tout d'abord de définir de manière générale chaque concept utilisé, et par la suite, de préciser le contexte dans lequel il va être abordé, selon l'orientation de notre travail.

- ***Système d'information Géographique***

Selon la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection (1989), les Systèmes d'Information Géographique (SIG) permettent, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. Dans cette étude, nous restons dans la même logique que Fischer (1993) qui définit un SIG comme un système de gestion de base de données conçu pour saisir, stocker, manipuler, analyser et afficher des données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes complexes de gestion et de planification.

- ***Télédétection***

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO, 1983), la télédétection est la science et l'art d'obtenir des informations à propos d'objets près de ou sur la surface terrestre, avec lesquels nous ne sommes pas en contact direct, tout en utilisant des données captées afin de fournir une information significative.

- ***Déchet***

Débris, reste sans valeur de quelque chose. Mieux, c'est tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon (Dictionnaire de l'environnement, 2002). D'un point de vue économique, un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative, pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné (Maystre et *al.*, 1994).

Il existe plusieurs critères de définition ou d'identification d'un déchet. Un déchet peut être défini selon son état physique (solide, liquide ou gazeux), selon son degré de toxicité (déchets inertes, déchets ménagers et assimilés, déchets toxiques et déchets spéciaux) ou en fonction de son origine (déchets urbains, déchets agricoles, déchets industriels).

Ainsi, les déchets solides ménagers ou ordures ménagères sont des déchets de faible dimension et issus de l'activité des ménages (Konaté, 1998). Leur composition diffère selon qu'ils proviennent de secteurs résidentiels de bas, moyen ou de haut standing. Cependant, les DSM sont principalement composées de combustibles (papiers, cartons, bois, plastiques, feuilles mortes, herbes...), de déchets organiques ou fermentescibles (restes alimentaires, épiluchures...) et de déchets inertes fins comme la poussière, le sable, les cendres... (Tiendrebéogo, 2010). Les déchets provenant des marchés, des industries artisanales et des petits commerces (restaurants, boutiques, etc.) sont également assimilés à des DSM. Notre étude concerne notamment les déchets solides ménagers.

- ***Gestion des déchets***

C'est la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation (valorisation) ou l'élimination des déchets, habituellement ceux produits par l'activité humaine, afin de réduire leurs effets sur la santé humaine, l'environnement, l'esthétique ou l'agrément local. Dans cette étude, la gestion des déchets concerne essentiellement celle des sites de dépôt de déchets.

- ***Risques environnementaux***

Les risques environnementaux associent les risques naturels et les risques résultant de processus naturels aggravés par les activités humaines et les aménagements (Veyret, 2003). Par risque naturel, l'auteur désigne « le risque que ressent, perçoit, et subit un groupe social ou un individu soumis à l'action possible d'un processus physique, d'un aléa ». D'autres risques peuvent résulter d'aléas dont l'efficacité est accrue par les activités humaines et les aménagements (Veyret, 2003). Les risques environnementaux, tels qu'ils ont apparus durant la seconde moitié du siècle, les dommages auxquels ils ont pu et pourront à l'avenir correspondre, ont contraints les spécialistes à élargir et à repenser la catégorie risque. Le risque dispose aujourd'hui d'une variété de qualificatifs qui parfois se superposent, sans que leurs contours soient clairement balisés (Vertigo, 2009).

Le recours à l'expression de « risque environnemental » conduit à couvrir une variété de phénomènes qui sont générés par l'interaction entre la sphère environnementale et la sphère des activités humaines. Les auteurs parleront donc de risques environnementaux ou de risques écologiques, tantôt pour désigner les risques générés par l'activité humaine sur l'environnement,

tantôt pour qualifier les « risques pesant sur la vie humaine, la santé et l'activité économique du fait des dégradations infligées aux capacités de fonction, de production et d'assimilation des systèmes écologiques ». Dans cette dernière acception, les risques environnementaux sont parfois synonymes de risques sanitaires générés par l'environnement. On peut donc à partir de ces deux positions, envisager deux manières de définir le risque environnemental selon que l'on s'intéresse à la santé de l'homme (position anthropocentrée) ou à l'environnement (position écocentrée).

Il se dégage clairement de cette analyse que la notion de risque environnemental est controversée et qu'il n'existe pas, à strictement parler, de définition rigoureuse. Pour ce qui est de notre travail, nous avons opté pour l'expression de risque environnemental pour qualifier les risques générés par l'activité humaine sur l'environnement, et pour qualifier en même temps les situations comprises comme relevant de risques naturels ; qui pèsent sur la vie de l'homme et ses biens. Nous avons donc une position intermédiaire (anthropoécocentrée), parce que dans cette étude, nous nous intéressons à la préservation de l'environnement et à la santé de l'homme et de ses biens.

- ***Décharge***

C'est un lieu où sont déposés les déchets et les ordures. De même, une décharge est une installation de stockage de déchets soumise à autorisation, sur laquelle pèsent diverses contraintes réglementaires d'exploitation visant à maîtriser les impacts de ce procédé de traitement des déchets sur l'homme et sur l'environnement (eau, air, sols, bruit,...) (<http://www.dictionnaire-environnement.com>). Selon la nature des déchets traités (DSM, déchets dangereux), les termes centre de stockage (CSD), centre d'enfouissement technique (CET) ou décharge contrôlée sont souvent utilisés pour désigner une décharge. Par ailleurs, les dépôts de déchets réalisés par les citoyens de manière illicite dans un espace non autorisé sont souvent désignés souvent sous l'appellation décharge « sauvage », tas d'immondices, dépotoirs, dépôts anarchiques, etc. (Kientga, 2008). Nous avons intégré en tant que décharge dans notre étude ces installations choisies et autorisées par la Commune pour le stockage des déchets solides et ménagers.

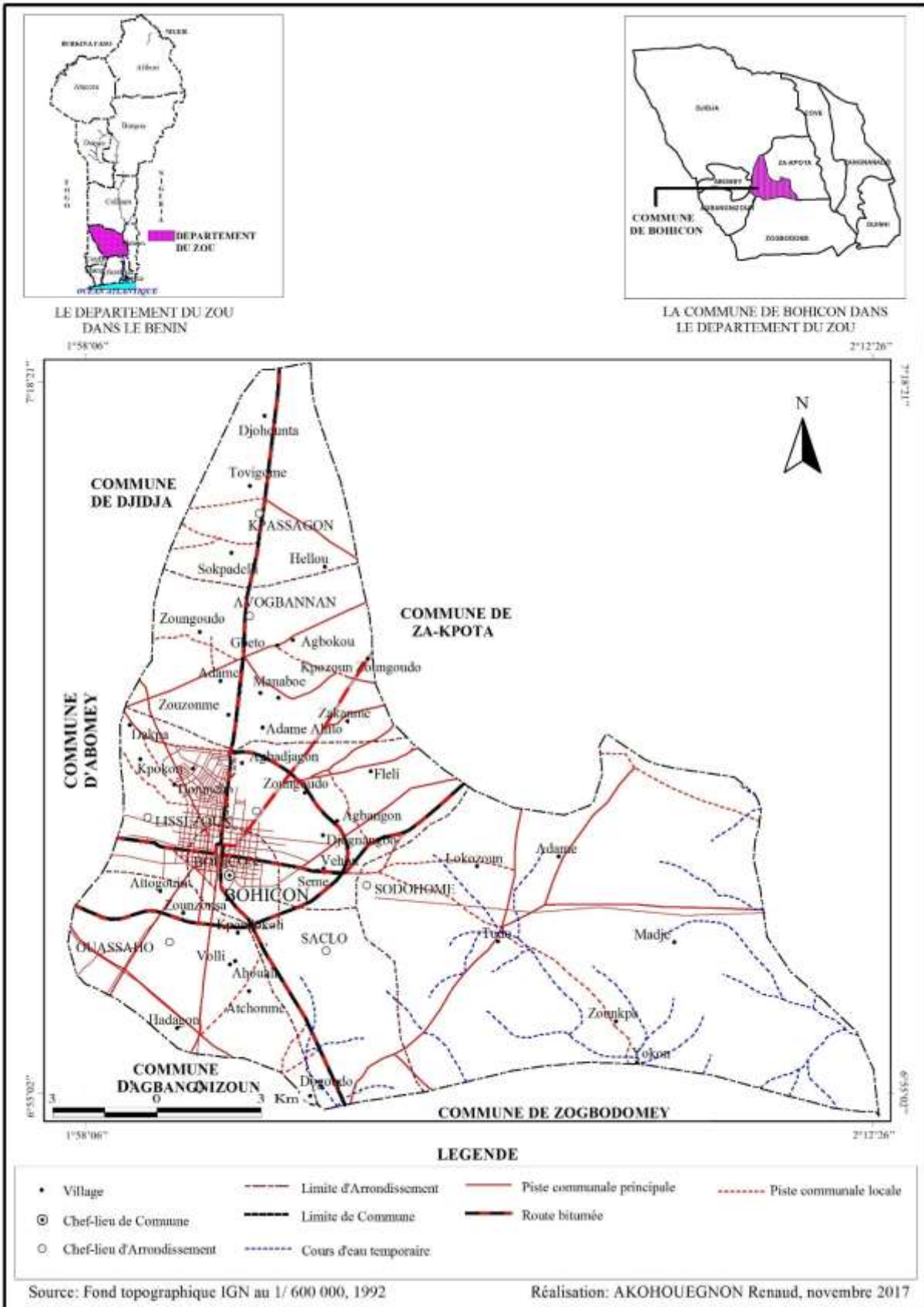
## **CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE**

Le présent chapitre décrit la zone d'étude à travers des thématiques en rapport avec la gestion des déchets solides ménagers.

### **2.1. Situation géographique et administrative**

Située entre 6°55'02'' et 7°18'21'' de latitude Nord, 1°58'06'' et 2°12'26'' de longitude Est, dans le département du Zou au Bénin, la Commune de Bohicon est limitée au Nord par la Commune de Djidja, au Sud par la Commune de Zogbodomey, à l'Est par la Commune de Zakpota et à l'Ouest par la Commune d'Abomey. Elle est subdivisée en dix (10) arrondissements, (Agongointo, Avogbana, Bohicon I, Bohicon II, Gnidjazoun, Lissèzoun, Ouassaho, Passagon, Saclo et Sodohomè) et couvre une superficie d'environ 139 km<sup>2</sup>. (INSAE, 2013).

La plus petite des Communes en matières de superficie, et la plus peuplée du département du Zou, Bohicon est le plus gros producteur de déchets du département avec 47 tonnes de déchets produits chaque jour (Djogbénou, 2014).



**Figure 1 : Localisation de la Commune de Bohicon**

## **2.2. Milieu physique**

### **2.2.1. Climat**

La Commune de Bohicon jouit d'un climat subéquatorial de transition, caractérisé par deux saisons de pluie (avril à mi-juillet et septembre à novembre) et deux saisons sèches (mi-juillet à août et décembre à mars). La hauteur des pluies atteint en moyenne 1.025 mm par an. Leur maximum se situe entre juin et octobre. Cette période humide et pluvieuse, se caractérise par des précipitations assez bien réparties. La pluviosité y est largement excédentaire (parfois 349 mm en 12 jours). Le mois le plus frais de l'année est le mois d'août. La température varie entre 25°C et 32°C. Par contre, le minimum des hauteurs de pluie se situe entre janvier et mars. La période chaude et ensoleillée est caractérisée par une pluviométrie presque nulle (5 mm de pluie en quatre mois parfois). Le mois le plus chaud est le mois de février ou mars. La température monte à plus de 34°C.

Ces températures élevées tout au long de la saison sèche (moyenne annuelle supérieure à 25 °C) contribuent à accélérer la décomposition des déchets dans les sites sauvages et favorisent la pollution de l'air et des sols.

En général, il pleut en moyenne 73 jours dans l'année. En juillet, il pleut pendant une quinzaine de jours avec en moyenne dix jours d'orage, tandis que les mois de décembre, janvier et février n'enregistrent parfois aucun jour de pluie. Ces caractéristiques climatiques commandent les activités des hommes, leur mode de vie et de production des systèmes agricoles, l'utilisation des ressources naturelles et la gestion des déchets.

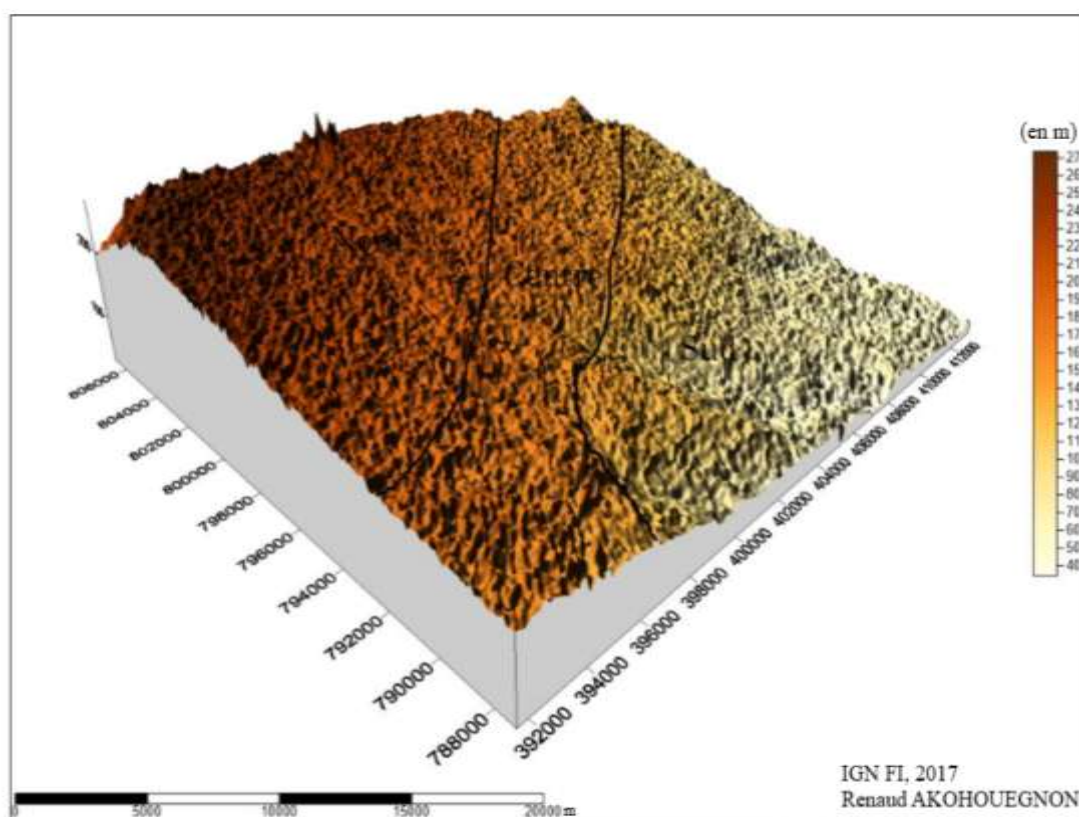
Les mois de février et de mars sont généralement les plus chauds tandis que les mois de juillet et d'août enregistrent les plus faibles températures. Cette pluviométrie abondante accélère la putréfaction de déchets dans les dépôts sauvages et augmente le risque de pollution des cours d'eau par drainage des déchets par les eaux de pluie. En saison des pluies, les sites de déchets deviennent nauséabonds et sont sources de pollution et de maladies.

La pluviosité et l'humidité étant importantes, ces conditions naturelles sont des facteurs aggravant de la pollution causée par les déchets, notamment par l'impact du ruissellement des eaux pluviales (lessivage des déchets). Par ailleurs, le niveau de précipitation pluviale influence les conditions leur élimination (augmentation de la production de lixiviats dans les centres de stockage temporaire ou permanent).

### 2.2.2. Topographie

Notre secteur d'étude s'intègre dans l'ensemble topographique que constitue le plateau d'Abomey. D'une altitude moyenne de 150 mètres, il est légèrement plus élevé que celui de Zagnanado. Ce plateau présente une topographie légèrement inclinée nord-ouest/sud-est, mettant en évidence une ligne de crête et de partage des eaux nord-sud (Floquet *et al.*, 2006). L'altitude de ce plateau évolue graduellement, et la pente s'accroît au fur et à mesure que l'on s'approche du socle cristallin de la péninsule. Ce qui favorise le drainage des déchets des zones d'altitude élevée vers les zones à faible altitude.

Cette morphologie du milieu peut être divisée en trois zones comme l'indique la figure 2 (Atchadé, 2005) :



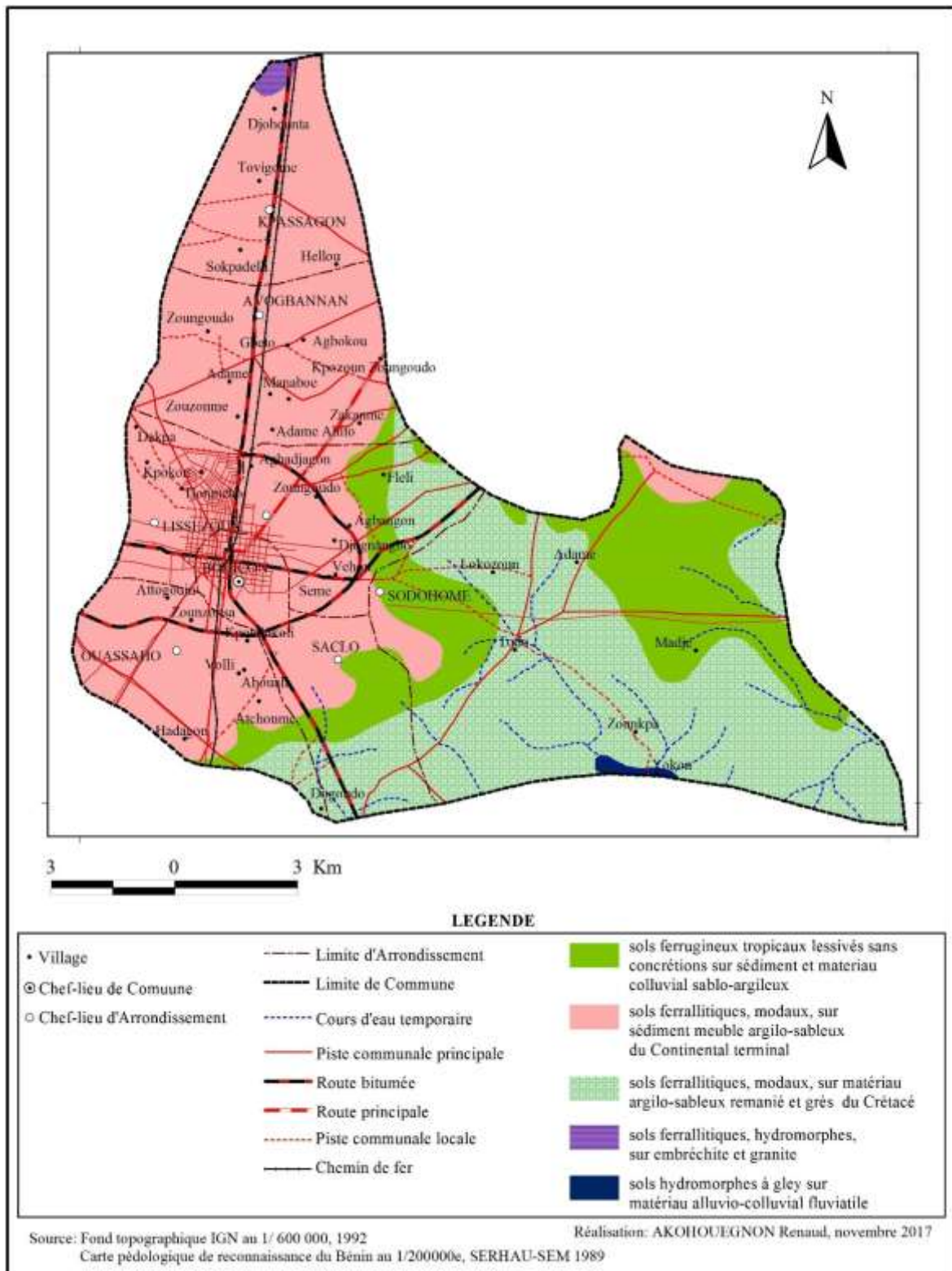
**Figure 2 :** Modèle numérique de terrain de la Commune de Bohicon

La partie sud (Saclo, Sodohomè) caractérisée par une altitude moyenne de 100 m, zone à forte dominance agricole ; le centre (Bohicon I, Bohicon II, Agongointo, Lissézoun et Ouassaho) : altitude moyenne 160 m, zone de concentration de la population ; La partie Nord (Gnidjazoun, Avogbana et Kpassagon) : altitude moyenne 200 m, zone de très faible densité.

### 2.2.3. Sols

La Commune de Bohicon est située sur un plateau de terres de barre reposant sur un socle cristallin qui le borde sur sa lisière Nord. Les sols sont de type ferrallitique et ferrugineux s'inscrivant dans un vaste plateau homogène, à texture argilo-sableuse, caractéristique du plateau d'Abomey. Ces sols argilo- sableux présentent un bilan hydrique favorable à la croissance des plantes. Le fait que le plateau d'Abomey ne contient aucun cours d'eau important et permanent est sans doute dû à la bonne perméabilité du sol et à la pente plus ou moins régulière du terrain (Floquet *et al.*, 2006). La figure 3 montre les différents types de sol dans la Commune de Bohicon.

L'analyse de la figure 3 montre que le secteur d'étude présente pour la plupart, des sols caractérisés par une perméabilité considérable (Floquet et al, 2006), la décomposition des déchets peut entraîner une pollution des sols et des eaux souterraines par infiltration des lexiviats dans les couches inférieures. Néanmoins on rencontre aussi des sols de faible perméabilité (sols ferrallitiques modaux sur matériaux argilo-sableux) qui occupent une bonne partie du sud ; aussi des sols hydromorphes qui seraient liés à la présence du ruisseau 'Ahouandhouin' qui prend sa source à Passagon au nord, et des affluents 'Koto' et 'Hlan' du fleuve Zou entre Sodohomè et Zogbodomey, au sud.



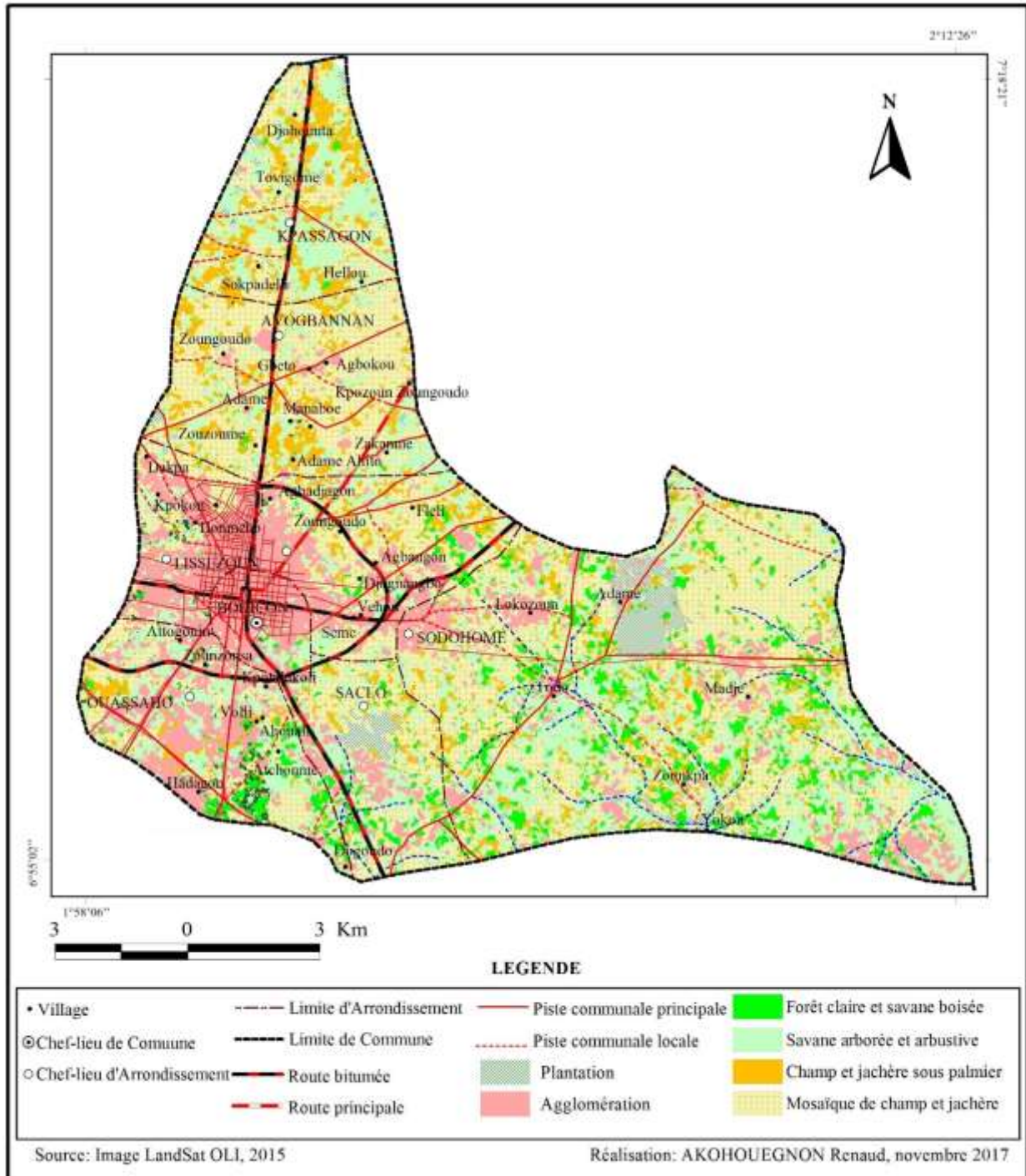
**Figure 3** : Type de sols dans la Commune de Bohicon

#### **2.2.4. Occupation des terres**

Les formations végétales constituent également une variable très importante de l'environnement. L'alternance saison sèche et saison humide induit un rythme phénologique chez les plantes. Au début de la saison sèche, les herbacées se dessèchent, tandis que certains ligneux se couvrent de feuilles et fleurissent. Le couvert végétal abrite une faune variée composée de mammifères (phacochères, singes...) et de rongeurs. Mais l'action de l'homme (habitation, incendie, pâturage, déforestation, agriculture, etc.) y a provoqué de profonds bouleversements, notamment dans la répartition des espèces et l'évolution des écosystèmes, laissant place à une « végétation humanisée » de savane arbustive parsemée de palmiers et d'arbustes variés. Le couvert végétal est, en général, dégradé. Le long des cours d'eau, se développent des forêts galeries.

On constate qu'il se forme de plus en plus de petites agglomérations un peu partout sur tout le territoire de la ville de Bohicon, ce qui implique un changement dans la consommation des populations de ces agglomérations, en dégradant petit à petit l'espace naturel. Ce qui favoriserait la forte augmentation de la production des déchets dans la ville.

L'analyse de la dynamique des unités d'occupation du sol révèle une régression des formations naturelles au profit des formations anthropiques (champs et jachères). Les formations naturelles qui représentaient 27% des terroirs villageois en 1998 n'ont occupé que 20% de ces terroirs en 2006 et ne représenteront que 8,1% en 2025, si le taux actuel de dégradation (0,45%) n'est pas freiné. Les peuplements ligneux des formations végétales actuelles sont caractérisés par une faible diversité spécifique. Leur densité est aussi faible (17-84 tiges/ha). Les principales causes de la dégradation du couvert végétal sont la carbonisation, le prélèvement de bois et l'agriculture.



**Figure 4 :** Occupation des terres de la Commune de Bohicon, 2015

## **2.3. Milieu humain**

### **2.3.1. Historique de la ville de Bohicon**

Bohicon est une ville récente. Son développement date du début du XXe siècle. Le développement des activités commerciales autour de la gare ferroviaire et du marché central de Bohicon ont favorisé la naissance de la ville. D'abord arrondissement d'Allahé rattaché à l'ancienne sous-préfecture d'Abomey, elle fut baptisée sous-préfecture de Bohicon en 1973, puis district urbain de Bohicon avec la réforme administrative de 1974. Elle devient Commune de Bohicon à l'avènement de la décentralisation au Bénin en 2003 (Mongbo, 2011). En effet, l'urbanisation de la ville s'est cristallisée dans un premier temps autour du marché central et la gare ferroviaire. Ensuite, la ville a évolué à partir de ces équipements structurants et selon un plan de lotissement datant de 1937 et actualisé en 1977.

Ce lotissement est donc à l'origine de la trame en damier avec quelques voies radiales. La mise en valeur progressive des parcelles loties et l'implantation des équipements urbains ont favorisé la promotion d'une urbanisation relativement maîtrisée jusqu'à la veille de la libéralisation du secteur.

Aujourd'hui, cette urbanisation en croissante évolution et avec la démographie impliquent un changement du train de vie, c'est-à-dire leur mode de consommation change et entraîne une augmentation de la production de déchets.

### **2.3.2. Activités socioéconomiques**

Au plan économique, on note la présence des trois secteurs d'activités dans la Commune. Il s'agit des secteurs primaire, secondaire et tertiaire. En effet, le potentiel économique de la Commune de Bohicon repose fondamentalement à l'instar de la situation nationale, sur les ressources fiscales. Ainsi, le secteur tertiaire occupe une place prépondérante et participe à près de 60 % au budget communal. Ce secteur est animé par un marché central à caractère régional, trois marchés locaux, trois gares routières dont la gestion des déchets reste problématique, des institutions bancaires, des structures de micro finance qui accompagnent le développement de l'économie et les institutions spécialisées de l'état (Djogbénou, 2014).

Les différentes activités du secteur primaire sont: l'agriculture, l'élevage et l'artisanat. Les spéculations rencontrées sont les céréales (maïs, riz, haricot), les racines et tubercules (manioc, igname), les légumineuses (niébé, arachide, soja) et les cultures maraîchères. L'agriculture emploie 11 % des actifs de la Commune qui s'investissent dans l'exploitation forestière, les cultures annuelles, l'élevage, etc. (SDAC, 2010).

L'élevage est majoritairement pratiqué par les peulh. L'élevage domestique (caprins, ovins, porcins et volailles) est faiblement associé à l'agriculture.

Les trois formes d'artisanat à savoir : l'artisanat de production, de service, d'art et de décoration sont en pleine expansion.

#### **2.4. Modes de gestion des déchets par la municipalité**

A Bohicon, l'assainissement et la gestion des déchets urbains sont assurés par le Service Technique et Environnemental (STE), structure qui relève de la mairie centrale de la ville.

En effet, la ville produit environ 47 tonnes de déchets par jour et la mairie en enlève 117 m<sup>3</sup>. Le reste est assuré par une ONG qui s'occupe de sa gestion au niveau des deux arrondissements du centre.

De manière officielle, les déchets ne subissent aucun processus de valorisation (récupération et recyclage) dans la ville et la municipalité continue d'utiliser des anciennes décharges brutes à ciel ouvert et situées dans d'anciennes carrières pour recevoir les déchets urbains.

L'utilisation de telles décharges non adaptées pour recueillir les déchets de la ville entraîne d'importants risques sanitaires et environnementaux. Ces types de décharges non réglementaires et dangereux utilisés par la municipalité devraient être fermés. En effet, ces décharges sont à ciel ouvert, non éloignées des habitations périphériques de l'arrondissement de Sodohomè et non protégées des intrusions de la population par une clôture.

Pour valoriser ces déchets, deux points de regroupements sont installés à Agonvèzoun et Sodohomè pour le tri. Ces points de tri ne sont pas opérationnels aujourd'hui, ce qui fait que les déchets sont directement convoyés vers la décharge finale à Madjè. Au faible taux d'abonnement des ménages (environ 18 % pour toute la Commune selon l'ONG) aux structures de pré-collecte de déchets solides, s'associe les mauvais comportements des populations (rejets dans la nature) qui justifient les nombreux dépotoirs sauvages qui prolifèrent à travers la ville.

## **CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES**

Le présent chapitre expose la démarche méthodologique adoptée dans ce travail. Cette démarche est articulée autour de principaux points qui sont les données de l'étude, la collecte des données, les traitements des données et les analyses des données.

### **3.1. Recherche documentaire**

La recherche documentaire a porté sur la documentation disponible sur le secteur d'étude mais aussi sur les ouvrages et documents abordant le thème. Elle a permis de bien délimiter la problématique de recherche, et de donner une meilleure orientation aux objectifs de recherches fixés. Cette documentation est constituée de thèses, d'ouvrages généraux, de mémoires de fin de cycle, d'articles, de rapports, et de publications de résultats de recherches portant d'une part sur la gestion des déchets solides ménagers et d'autre part sur les SIG et d'identification des zones propices au stockage des déchets solides et ménagers.

### **3.2. Cartographie des sites de dépotoirs sauvages et de décharges de déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon**

#### **3.2.1. Données utilisées**

- Fonds topographiques IGN 1992
- Coordonnées géographiques des dépotoirs et des sites de décharges de déchets

#### **3.2.2. Collecte des données**

##### **3.2.2.1. Matériels utilisés**

- GPS (Global Positioning System) pour la prise des coordonnées géographiques des sites
- Appareil photo numérique pour la prise des vues

##### **3.2.2.2. Méthode de collecte**

- Acquisition des couches vecteur\_fonds topographiques IGN 1992 disponibles au Laboratoire de Cartographie (LaCarto)
- Travaux de terrains basés sur le guide d'observation

Le guide d'observation a été conçu pour caractériser les sites de déchets sur le terrain (Annexe 2). Il a permis de manière générale de recueillir les informations concernant :

- la localisation des sites de déchets par la prise des coordonnées géographiques à l'aide d'un GPS ;
- les dimensions des sites de déchets (longueur, largeur, rayon, hauteur, etc.) dans le but d'estimer le volume de déchets dans les sites ;
- la description grossière des types de déchets les plus présents sur le site.

### **3.2.2.3.Traitement des données**

Les données de l'étude ont été soumises à des traitements statistique et cartographique en vue de dégager des résultats.

#### **➤ Traitement statistique**

Sur le tableau excel, le traitement statistique a consisté à la réalisation du tableau des données issues des travaux de terrain. Les résultats de ce traitement ont été intégrés dans la base de données spatiale pour faire l'objet de cartographie.

#### **➤ Traitement cartographique**

Le traitement cartographique dans ce travail a consisté en l'élaboration de la carte thématique. Une fois les données collectées et synthétisées, elles ont été traitées par les techniques de SIG à l'aide du logiciel ArcGIS 10.1 en superposant les couches vecteur Fonds\_Topographiques et la couche vecteur Sites\_Dépotoirs\_Décharges.

### **3.3.Analyse des risques environnementaux causés par les sites de déchets dans la Commune de Bohicon**

#### **3.3.1. Collecte de données**

Les données utilisées sont constituées de :

- la carte pédologique SERHAU-SEM, 1989
- les image SRTM Résolution 30 m Global Land Cover Facility (GLCF), 2000
- les image LandSat OLI, 2015
- fonds topographiques IGN, 1992.
- la carte des sites de dépotoirs et de décharges
- guide d'entretien

#### **3.3.2. Traitement des données**

Le traitement à ce niveau s'est basé sur les méthodes d'analyse spatiale des données. Ce qui permet de d'analyser les risques engendrés par les sites de dépotoirs et de décharges.

Le traitement a été fait par deux méthodes d'analyse et de traitement grâce aux différentes fonctionnalités du logiciel ArcGIS 10.1 :

##### **3.3.2.1.Analyses de proximité**

L'analyse de proximité est une analyse SIG qui permet de répondre à la question « qu'est-ce qui se trouve près de quoi » ? Par exemple : quelle est la proximité de ce puits avec une décharge ? Quelle est l'entité la plus proche ou la plus éloignée de quelque chose ?

Les outils de proximité sont répartis en deux catégories, selon le type d'entrée que l'outil accepte : entités vecteurs ou rasters. Les outils de proximité basés sur les entités vecteurs sont essentiellement la zone tampon ou buffer, le polygone de Thiessen. Les outils de proximité basés sur les rasters (images) sont essentiellement la distance euclidienne, l'allocation euclidienne et la direction euclidienne.

Dans cette étude, les analyses de proximité utilisées sont de deux ordres :

- la création de zones tampons ou buffers autour de certaines couches thématiques en vue de déterminer leur influence sur l'espace environnant. Pour cette étude, il a été retenue les classes de distance adoptées par Kientga (2008) basées sur le modèle « discret par palier » avec trois classes de distance :

- une première zone de rayon 150 m autour des sites de déchets dans laquelle le risque est considéré comme élevé ;
- une deuxième classe de distances de 150 m à 300 m, pour déterminer des zones dites à risque moyen;
- une troisième classe de distances de m à 450m pour la détermination des zones dites à risque faible.

- et l'analyse de distance de réseau qui permet de trouver le point le plus proche d'un point donné. L'outil de l'analyse de distance de réseau utilisé ici est le Network Analyst.

### **3.3.2.2. Analyse de superposition**

L'analyse de superposition (ou overlay) est une opération SIG qui permet de répondre à la question « qu'est-ce qui se trouve sur quoi » ? Par exemple : quelle utilisation du sol se trouve sur tel type de sol ? Quelles routes se trouvent dans quels quartiers ?

En général, il existe deux méthodes d'analyse de superposition : la superposition d'entités vecteurs (points, lignes ou polygones) et la superposition de rasters ou images.

Dans cette étude, la méthode d'analyse de superposition d'entités vecteurs est celle utilisée avec des outils d'analyse comme : Identifier, Intersecter et Agréger. Elle a consisté à superposer la couche des coordonnées géographiques des sites de déchets à celles du sol, de l'altitude, et de l'utilisation du sol afin de comprendre leur relation.

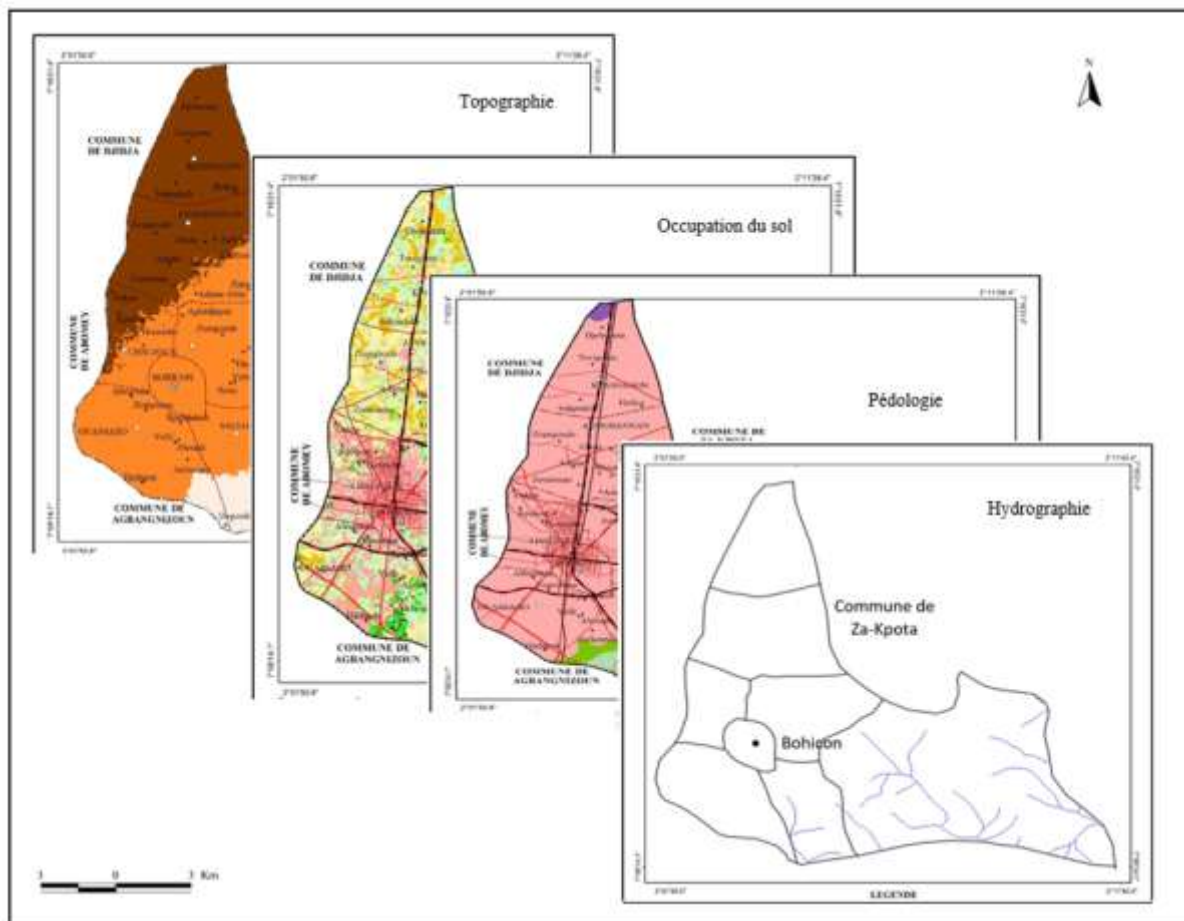
### 3.4. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon

#### 3.4.1. Mise en place de la base de données géographiques de référence

Chaque donnée étudiée aboutit à une couche ; ce qui a conduit à l'obtention de 4 cartes couches devant être pondérées et agrégées en vue de l'obtention de la carte décisionnelle (figure 8).

Les métadonnées contenues dans cette base de données géographiques de référence concernent :

- Informations liées au relief : Topographie (altitude).
- Occupation du sol : Réseaux routier, habitats, zones agricole et forestière
- Aptitude pédologique du sol,
- Réseau hydrographique : Cours d'eau, points d'eau



**Figure 5** : Les couches de la base de données géographiques de référence

### **3.4.2. Traitement des données de la base**

Le traitement à ce niveau s'est basé sur les méthodes d'analyse multicritère.

#### **3.4.2.1. Définition et objectifs de l'analyse multicritère**

L'analyse multicritère, comme son nom l'indique, fournit à un décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution de problèmes à plusieurs points de vue, souvent contradictoires et qui doivent être pris en compte (Vincke, 1989). L'utilisation de l'AMC requiert l'emploi de critères (facteurs ou contraintes) qui renforcent ou réduisent la pertinence d'une alternative particulière avec l'activité considérée. Ces critères peuvent être exprimés sur une échelle de mesure continue (Bensaid et *al.*, 2007).

La technologie du SIG est particulièrement adaptée pour la construction des cartes. Les SIG et l'analyse multicritère sont ainsi au cœur de notre méthodologie et les traitements relatifs à ces approches ont connu deux phases durant nos travaux : l'analyse spatialisée de l'emplacement des décharges et des dépotoirs d'une part et la prospection des zones potentielles au stockage des DSM d'autre part. Les résultats de l'AMC sont des cartes décisionnelles qui serviront de base de discussion, de concertation et de négociation entre les acteurs. Cet aspect requiert l'approche participative très importante qui apparaît aujourd'hui incontournable dans une gestion durable de l'environnement. Une prise de décision se base sur plusieurs critères qui ne sont pas forcément appréciés de la même manière selon le type de décideur et selon le contexte.

#### **3.4.2.2. Méthodologie de l'analyse multicritère**

El Morjani (2002), dans sa thèse en 2002, a développé une méthode pour l'identification des sites propices au stockage des déchets solides et ménagers dans la ville de Souss au Maroc. Cette méthodologie a été adoptée Kouamé K. *et al* en 2006 pour le traitement de la problématique de la localisation de sites propices au stockage de déchets dans la ville d'Abidjan. Cette méthode a été adoptée aussi dans notre recherche afin d'identifier les sites propices au stockage de déchets solides ménagers dans la Commune de Bohicon.

Elle comprend les étapes suivantes :

- établissement d'une liste des critères de décision (critères exclusifs et d'appréciation) et leur évaluation ;
- application des critères exclusifs pour exclure les zones impropres aux ISDM, en se basant sur des restrictions légales physiques ;

- évaluation des différentes alternatives, issues de l'étape précédente, au travers des critères d'appréciation. Le résultat est un ensemble de cartes d'évaluation comprenant les notes obtenues pour chaque alternative et pour chaque critère ;

- agrégation des critères pour classer par ordre croissant les alternatives, et dégager ainsi les meilleures zones. Ainsi le SIG et les méthodes d'analyse multicritères se révèlent complémentaires dans le choix de la sélection des sites potentiels d'entreposage des déchets.

### **3.4.3. Elaboration des critères de décision**

Maystre (1994) définit le critère comme expression qualitative ou quantitative de points de vue, objectifs, aptitudes ou contraintes relatives au contexte réel, permettant de juger des personnes, des objets ou des événements. Pour qu'une telle expression puisse devenir un critère, elle doit être fiable et utile pour le problème considéré.

Le premier élément fondamental de cette analyse multicritère est donc la création d'un ensemble d'attributs ou critères qui, selon Vincke (1992), est la partie la plus délicate de la formulation multicritère d'un problème de décision.

L'objectif global du travail est représenté dans le premier niveau ; le niveau 2 désigne les quatre facteurs majeurs de décision, à savoir l'hydrogéologie/géologie, le climat, l'environnement, et le *social*. La prise en considération de ces facteurs représente le souci et les préoccupations majeures de l'ISDMI. En effet, l'emplacement adéquat de l'ISDMI se trouve certainement dans un équilibre entre ces différents facteurs. Ces critères ont été classés en deux catégories : critères d'exclusion ou contraintes, pour la sélection des zones aptes à l'ISDM et critères d'appréciation ou facteurs pour l'évaluation des sites retenus.

Les critères de décision utilisés émanent des travaux de El Morjani (2002) et de Joerin (1998).

#### **3.4.3.1. Critères d'exclusion ou contraintes**

##### **3.4.3.1.1. Définitions**

Ces contraintes ont pour objectifs de limiter la recherche de sites appropriés, dans des domaines à caractère exclusif qui ne tolèrent aucune concurrence. Les projets de lois relatives à la gestion des déchets et à leur élimination ne présentent aucune exigence concernant le choix optimal d'un emplacement (El Morjani, 2002).

Pour cette étude, les contraintes suivantes ont été choisies :

- **Réseau hydrographique** : Le site ne doit pas être aménagé à proximité des cours d'eau (rivières, ruisseaux). Ainsi, la distance minimale moyenne de 200 m (El Morjani, 2002) a été choisie comme zone tampon autour des rivières et ruisseaux. Par conséquent, toutes les surfaces qui se trouvent dans cette zone-tampon sont considérées comme inaptes aux ISDM ;

- **Exposition visuelle** : La décharge convient lorsqu'elle est intégrée dans le paysage. Sa surface ne doit pas donc être exposée à la vue et ne doit pas être aussi éloignée de la voirie. Pour cette raison, une zone-tampon de 200 m (El Morjani, 2002) a été choisie aussi bien autour des routes de très bonne, de bonne et de moyenne viabilité autour des routes étroites régulièrement entretenues.

- **Territoire résidentiel** : La proximité aux aires résidentielles et la densité de population reflètent les facteurs sociaux primordiaux dans l'aide à la décision pour la sélection des meilleurs sites.

Dans le but de protéger les populations et les zones d'habitation contre les nuisances excessives résultant de l'exploitation de la décharge (odeurs, bruit des machines et celui issu des camions transportant des déchets, etc.), une zone-tampon de 2 km (El Morjani, 2002) autour des zones résidentielles a été choisie comme zone non apte au dépôt de déchets.

-**Caractéristique du sous-sol** : la sélection du site de décharge nécessite un fond étanche pour éviter toute infiltration des eaux de lessivage dans le sol et la contamination de la nappe. Pour cette raison, nous avons extrait de la carte géologique les roches dont le degré de perméabilité est acceptable ; l'emplacement de la décharge est acceptable dans ces endroits.

#### **3.4.3.1.2. Mise en œuvre des critères d'exclusion**

- ***Reclassification***

Elle consiste à sélectionner différentes zones qui constituent un nouveau plan d'information pour la condition de requête désirée. Cette analyse a été utilisée maintes fois dans le cadre de ce travail sur chacune des conditions précisées dans la définition d'aptitude de l'ISDMI; par exemple, lors de la recherche des zones imperméables à partir de la couche pédologique, nous avons classé cette dernière en deux catégories, en affectant 1 aux roches imperméables et 0 aux autres. L'image résultante est appelée image booléenne car elle ne contient que les zones qui respectent le critère mentionné.

- ***Opération de distance***

La plupart des critères considérés dans l'aménagement du site de décharge intègrent la notion de distance dans l'analyse spatiale de l'information : la proximité ou l'éloignement, la création de zone tampon (couloirs, corridors) autour d'objets spatiaux (routes, aires résidentielles, stations de pompage...). Chaque évaluation de distance aboutit à une image représentant l'adéquation des sites au critère considéré, après reclassification.

- **Analyse thématique**

Cette analyse consiste à combiner par superposition les informations contenues dans les couches booléennes satisfaisant les critères d'exclusions mentionnés ci-dessus. C'est l'opérateur logique "ET" qui a été utilisé dans cet examen; il traduit l'intersection entre les conditions posées qui doivent être absolument toutes satisfaites. L'image résultante représente ainsi les pixels les plus propices à l'enfouissement des déchets.

### **3.4.3.2. Critères d'appréciation**

Les critères d'appréciation ont pour effet de renforcer ou réduire la pertinence des sites retenus lors de l'étape précédente (Eastman, 1993). Ils permettent donc de sélectionner les meilleures zones pour les ISDMI. Les critères utilisés portent sur trois types de facteurs (environnement, hydro-climatologie, social) qui ont été standardisés dans un intervalle commun de 0 à 10. Les valeurs les plus élevées expriment ainsi la convenance à l'ISDM la plus grande.

#### **3.4.3.2.1. Définition et standardisation des facteurs**

- **Facteurs topographiques** : le site de la décharge doit être conçu de telle façon que son emplacement ne soit pas exposé à des risques d'infiltration ou à des risques d'érosion. L'assignation s'est effectuée en se basant sur l'hypothèse selon laquelle, une pente faible favoriserait une infiltration des lixiviats issus de la décharge et qu'une pente forte l'exposerait aux risques d'érosion. Par conséquent les zones à pente inférieure à 5° et supérieure de 20° (Basagaoglu *et al.*, 1997) sont exclues.

-**Facteurs environnementaux** : Ces facteurs sont présentés principalement par le critère de l'adéquation de la couverture du sol. Ils sont utilisés pour sauvegarder les bonnes terres agricoles et forestières et réduire l'impact du nouveau site sur l'environnement. Ce critère sert à pénaliser les pixels qui se trouvent dans une zone forestière ou agricole.

Le facteur de l'adéquation de la couverture du sol a été produit à partir de cette carte en assignant à chaque classe une notation sur une échelle numérique continue de 10 points (tableau 1). C'est en tenant compte de ce facteur que le choix des sites propices aurait une

chance de se réaliser et de fonctionner sans une hostilité publique, ni une opposition majeure des agriculteurs et des protecteurs de la nature et de l'environnement.

**Tableau I** : Standardisation du critère de l'adéquation de la couverture du sol

| Nature de l'occupation du sol | Note | Appréciation    |
|-------------------------------|------|-----------------|
| Agglomération                 | 0    | Exclue          |
| Forêt galerie                 | 0    | Exclue          |
| Forêt claire et savane boisée | 0    | Exclue          |
| Savane arborée et arbustive   | 3    | Moins favorable |
| Plantation                    | 5    | Peu Favorable   |
| Champ et jachère sous palmier | 7    | Favorable       |
| Mosaïque de champ et jachère  | 10   | Très favorable  |

**Source** : El Morjani, 2002

- **Facteurs pédologiques** : Le sol de la Commune de Bohicon et leur caractéristiques morpho-pédologiques constituent une source d'informations très importante à prendre en compte lors de l'évaluation multicritères pour le choix des zones propices au stockage des DSM car la zone d'étude repose sur des sols qui ont un degré de perméabilité très élevé.

Dans la présente étude, nous avons essayé de classier en trois catégories les différents types de sol présents dans le secteur, à partir de la carte pédologique : les sols moins perméables, peu perméables et perméables. Ainsi les sols moins perméables et peu perméables sont favorables pour le cas de notre recherche.

Chaque évaluation aboutit ainsi à une carte représentant, pour toutes les surfaces élémentaires de la zone de travail, leur aptitude au stockage des DSM selon le critère considéré ; ainsi on aura trois différentes cartes d'appréciation.

#### **3.4.3.2.2. Pondération des critères d'appréciation :**

Avant de pouvoir combiner ces différents critères, nous avons établi leur importance relative, car ces critères qui influent sur le choix des sites n'ont pas la même importance, par exemple pour le choix des zones propices au stockage des déchets solides et ménagers, le critère du social est beaucoup plus important que le critère du climat et les critères de l'environnement et du climat ont la même importance, cette importance relative est exprimée par des nombres, souvent appelés poids, le processus d'analyse hiérarchique Analytical Hierarchy Process (AHP) a été développé par Thomas SAATY dans les années 1980, il permet de produire des coefficients de pondération standardisés dont la somme est égale à 1, les poids des critères sont

déterminés à partir d'une série de comparaison par paire de ces critères en fonction de leur importance relative de deux critères à l'aptitude pour le risque de la désertification. Pour déterminer les importances relatives à chaque critère de la hiérarchie afin d'effectuer les comparaisons par paires, on va comparer deux à deux les différents critères, en attribuant une note chiffrée, une échelle numérique (Echelle de Saaty 1977), est utilisée avec des valeurs de 1 à 9, ces valeurs de 1 à 9 permettent de remplir une matrice carrée réciproque et positive (Tableau 2).

**Tableau II** : Échelle numérique de (Saaty, 1977) comparaison par paire des critères.

| Expression d'un critère par rapport à un autre | Degrés d'importance |
|--|---------------------|
| Même plus importance                           | 1                   |
| Modérément plus important                      | 3                   |
| Fortement plus important                       | 5                   |
| Très plus important                            | 7                   |
| Extrêmement plus important                     | 9                   |
| Modérément moins important                     | 1/3                 |
| Fortement moins important                      | 1/5                 |
| Très moins important                           | 1/7                 |
| Extrêmement moins important                    | 1/9                 |

L'étape de la pondération est très délicate et elle exige l'intervention des décideurs ainsi que les spécialistes dans le domaine de l'aménagement du territoire et l'écologie pour l'affectation d'un degré d'importance à chaque comparaison par paire, pour notre étude, nous avons utilisé les valeurs présentées dans la matrice suivante (Tableau 3) :

**Tableau III** : Matrice de pondération par paire des critères

|                                      | <b>Facteurs<br/>environnementaux</b> | <b>Facteurs<br/>topographiques</b> | <b>Facteurs<br/>pédologiques</b> |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Facteurs<br/>environnementaux</b> | 1                                    | 3                                  | 1                                |
| <b>Facteurs<br/>topographiques</b>   | 1/3                                  | 1                                  | 1/3                              |
| <b>Facteurs pédologiques</b>         | 1                                    | 3                                  | 1                                |

Pour produire des coefficients de pondération pour chaque facteur, la procédure a besoin du vecteur propre de la matrice de comparaison. Les valeurs de ces vecteurs sont déterminées en calculant leur moyenne géométrique par ligne. Ainsi le coefficient de pondération pour chaque facteur est déduit par standardisation du vecteur propre en divisant chaque vecteur propre par leur somme.

**Tableau IV** : Valeurs des poids pour les différents critères

|                           | <b>Vecteur Propre</b> | <b>Poids</b> |
|---------------------------|-----------------------|--------------|
| Facteurs environnementaux | 1.44                  | 0.43         |
| Facteurs topographiques   | 0.48                  | 0.14         |
| Facteurs pédologiques     | 1.44                  | 0.43         |

#### **3.4.4. Agrégation complète des critères :**

Une fois que les couches des critères ont été établies en fonction des coefficients de pondération, il est aisé de les combiner, ainsi les différents critères étudiés pour le choix des sites aptes sont représentés sous format cartographique matriciel (Mode raster), la combinaison de ces critères avec la carte des contraintes a permis d'obtenir une carte décisionnelle pour le choix des sites propices au stockage des déchets solides ménagers dans la Commune de Bohicon, cette opération s'appelle l'agrégation des critères, la question qui se pose est celle du choix de la méthode de combinaison ou d'agrégation, il existe différentes méthodes d'agrégation des critères, ces méthodes peuvent être classées en deux groupes: les méthodes d'agrégation partielle ou méthode de sur-classement et les méthodes d'agrégation complète.

Dans ce travail, nous avons opté pour agréger les critères la méthode d'agrégation complète, cette méthode présente plusieurs avantages :

- elle permet de résoudre des problèmes complexes ;
- elle autorise la compensation entre les critères ;
- elle prend en compte l'interdépendance des critères ;
- elle impose la transitivité de l'indifférence ;
- inclusion de l'ensemble des critères dans une formule mathématique en vue de l'obtention d'une valeur unique pour tous les critères ;
- elle prend en compte l'importance relative des critères.

Dans la superposition du raster chaque cellule de chaque couche référence le même emplacement géographique, en conséquence, elle est apte à l'association des caractéristiques de nombreuses couches dans une seule couche habituellement, les valeurs numériques sont attribuées à chaque caractéristique ce qui permet l'association mathématique des couches et l'attribution d'une nouvelle valeur à chaque cellule dans la couche en sortie.

Selon Chakhar (2006), une carte décisionnelle M est un ensemble  $\{(S, h(s)) : SEG\}$ , où G est un ensemble d'unités spatiales et h une fonction définie de la façon suivante :

$$h : G \rightarrow E$$

$$S \rightarrow h(S) = Y [g_1(S) \dots g_m(S)]$$

Où E : est une échelle ordinale ;

Y : est un modèle multicritère d'agrégation (la somme pondérée) et

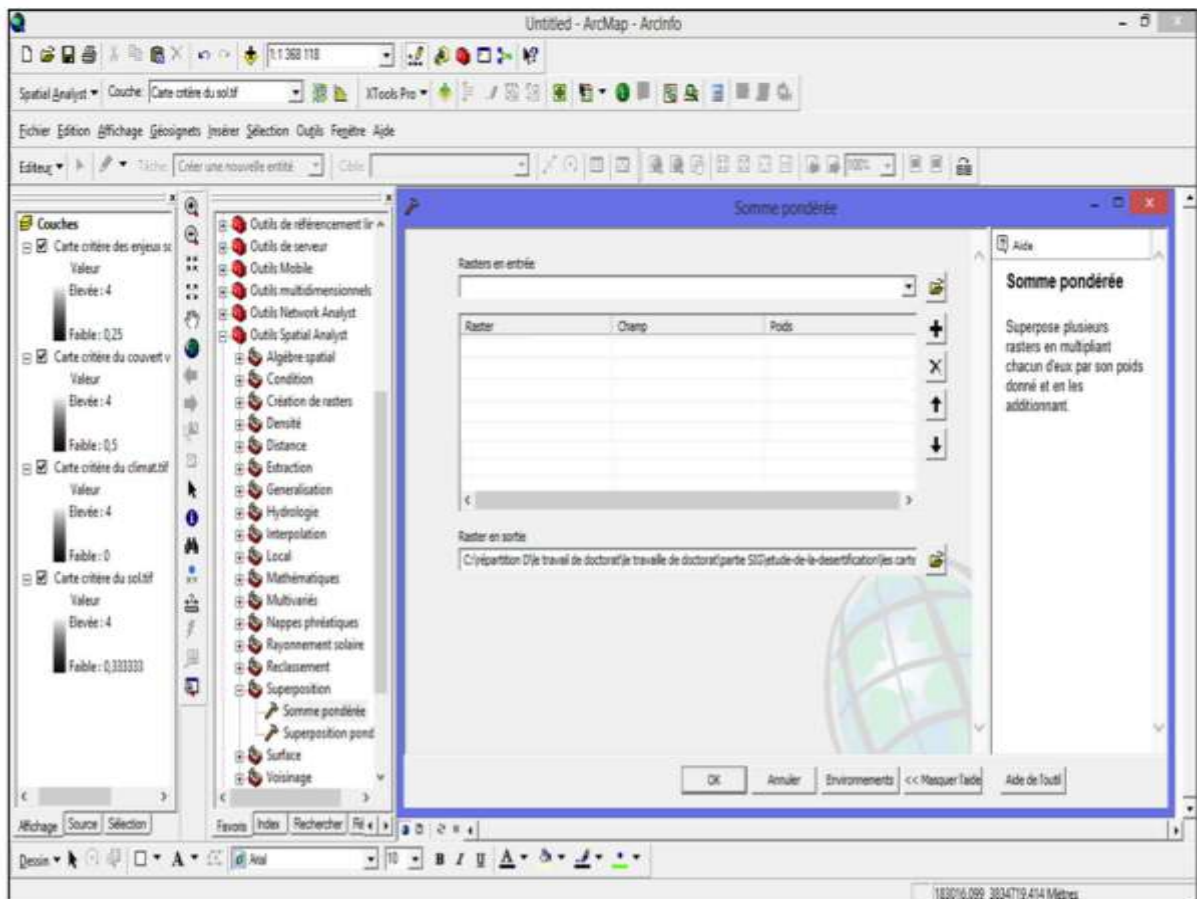
$g_i(S)$  est la performance de l'unité spatiale S relativement au critère  $g_i$ .

Ainsi, contrairement à une carte géographique classique ou conventionnelle, la carte décisionnelle apporte l'information préférentielle spécifiée par la pondération.

Avec le logiciel ARC GIS 9.3 le couplage SIG-AMC est de type complet et la fonction de la somme pondérée (Weighted Sum) dite aussi la méthode des additions linéaires, cette fonction permet une agrégation complète, elle consiste à multiplier chaque couche facteur standardisé par son coefficient de pondération respectif, puis additionner ces résultats et ensuite les contraintes booléennes sont multipliées par cette somme pour délimiter les pixels les plus propices à l'ISDM.

La principale difficulté d'application des méthodes d'analyse multicritères sur ArcGIS réside dans l'organisation alphabétique et non conceptuelle des fonctionnalités dans la boîte à outils (Bouzekri, 2015), la procédure déroulée plus haut ne trouve pas une traduction ni ergonomique, ni logique et un utilisateur non expérimenté dans son choix d'étapes et des méthodes, une confusion supplémentaire et générée par les outils de superposition vectorielle qui présentent la même terminologie (et en partie les mêmes principes d'analyse multicritère).

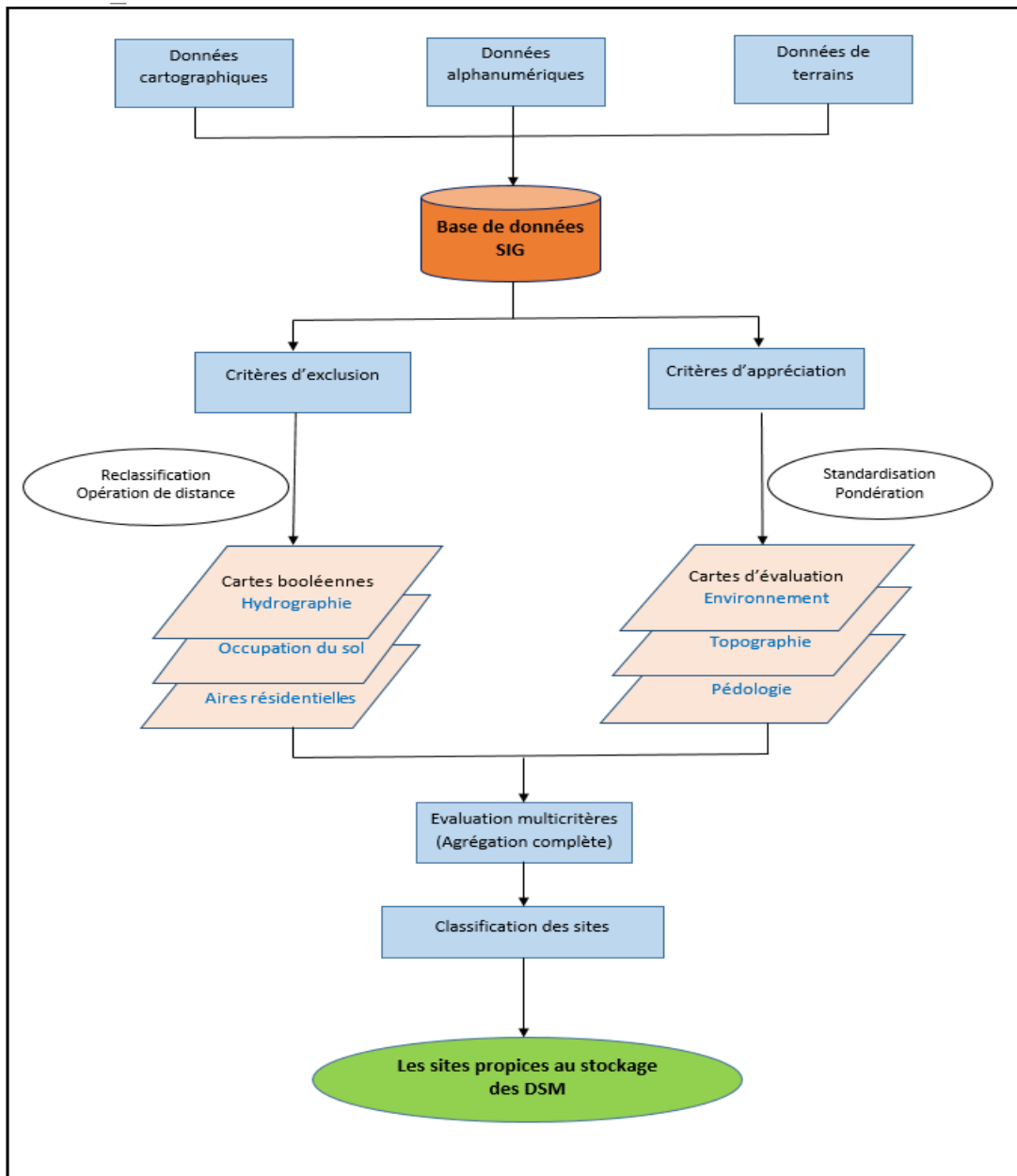
La figure 6 illustre l'environnement de l'agrégation des critères dans Analyse Spatiale d'ArcGIS.



**Figure 6:** Fenêtre de l'évaluation multicritères sur ArcGIS.

L'agrégation par la somme pondérée a permis d'utiliser le potentiel complet de tous les critères comme des surfaces continues, les poids expriment l'importance relative de chaque critère pour l'évaluation des risques et déterminer alors comment les critères étaient capable de négocier entre eux, dans notre cas tous les critères ont la possibilité d'être compensé par un autre selon son poids.

La démarche méthodologique de cette étude met en évidence les données de l'étude et les méthodes de leur collecte. Les traitements et les analyses des données ont permis des recueillir des informations. Cette démarche méthodologique a été adoptée pour atteindre les résultats de la recherche.



**Figure 7** : Organigramme méthodologique

Cette figure décrit les différentes étapes suivies pour atteindre les différents objectifs de ce travail ; ce qui a permis d'identifier les sites propices de stockage des déchets solides ménagers dans la Commune de Bohicon.

## CHAPITRE IV : RESULTATS

### 4.1. Cartographie des sites de dépotoirs et des sites de décharges dans la ville de Bohicon

A ce niveau, sont présentés les premiers résultats de nos recherches. Au cours de nos travaux sur le terrain, on a noté la présence de certains points de regroupement qui de par leurs tailles n'étaient pas pris en compte parce qu'on les a estimés comme des sites de dépotoirs temporaires.

Ainsi, il a été répertorié deux (02) sites de décharges (dépotoirs officiels) non contrôlés et une dizaine (10) de dépotoirs sauvages dans la ville de Bohicon.

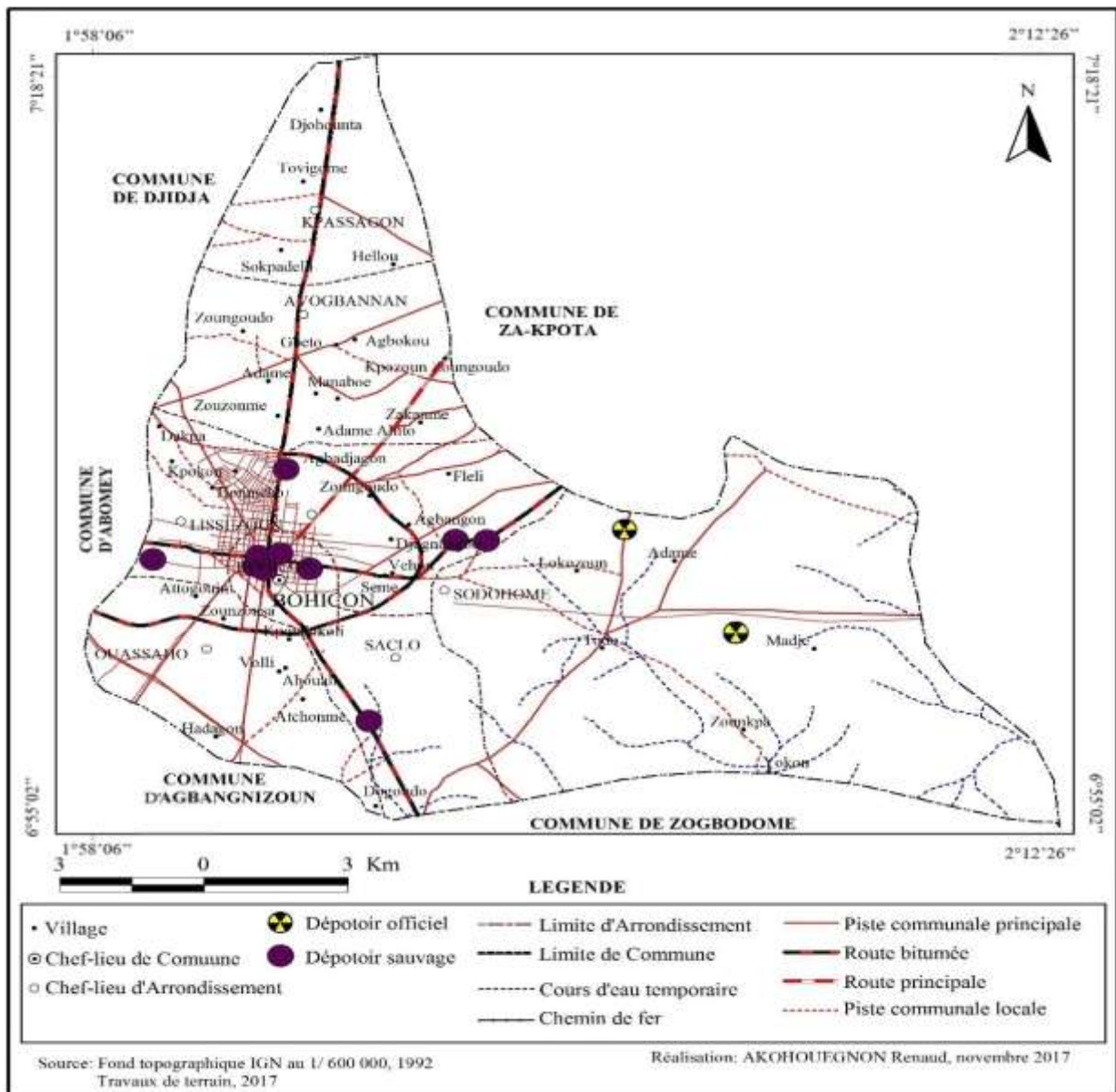


Figure 8 : Sites des dépotoirs et décharges dans la Commune de Bohicon

Parmi ces dépotoirs, on en trouve qui sont à proximité des ouvrages d'assainissements, des infrastructures sociocommunautaires, etc...

La planche ci-dessous est celle d'un dépotoir situé derrière l'hôtel de ville et d'un autre sur le collecteur CP\_B-E1\_3 et au carrefour hôtel Dako 1<sup>er</sup>.



**Photo 1** : Dépotoirs sauvages derrière l'hôtel de ville sur le collecteur CP\_B-E1\_3 et au carrefour hôtel Dako 1<sup>er</sup>

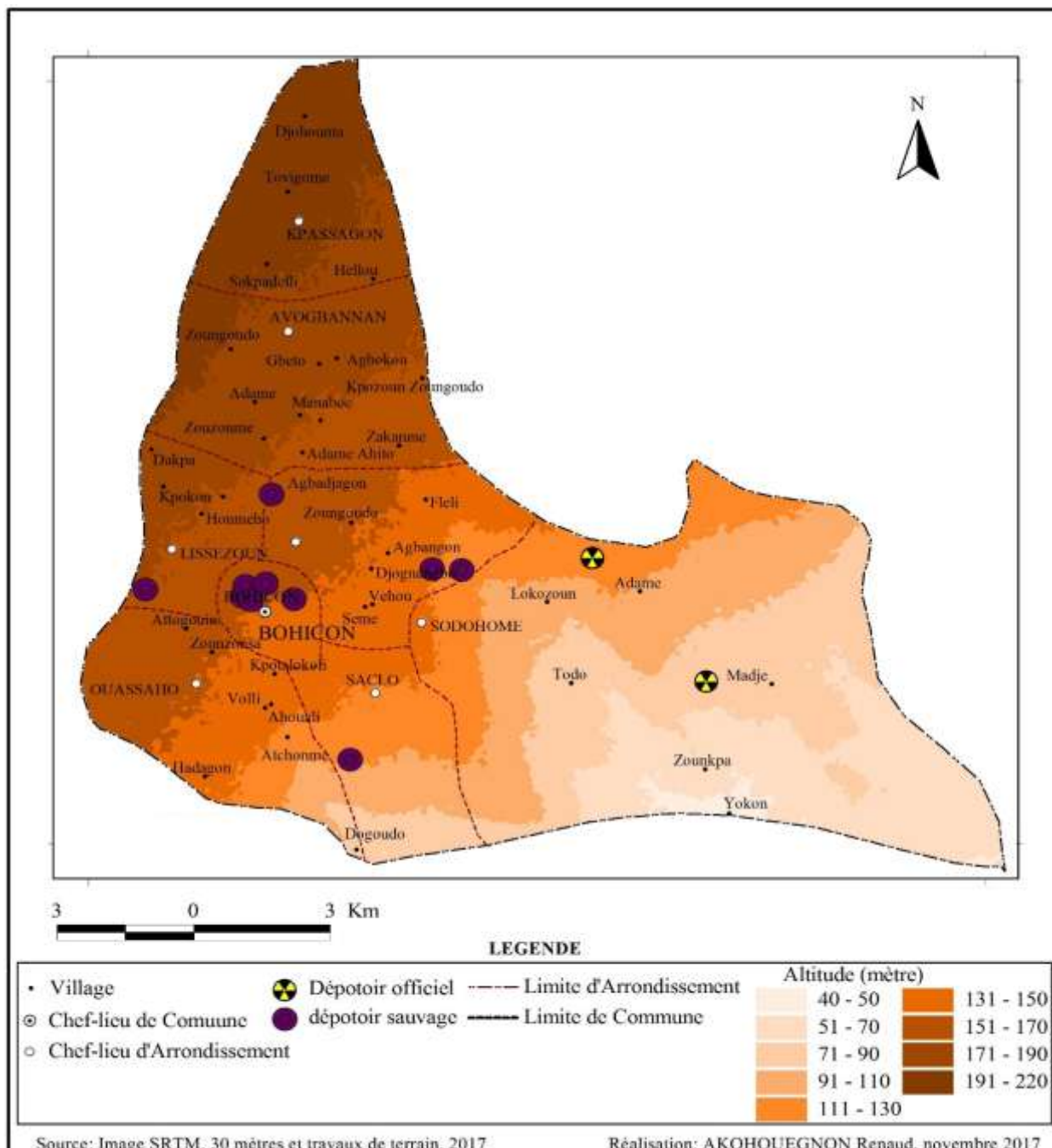
Prise de vue : Akohouégnon, Novembre 2017

## **4.2. Risques environnementaux liés aux sites de décharges et de dépotoirs**

Les risques auxquels sont exposés les milieux physique et humain liés à la localisation des sites de déchets sont analysés dans cette partie.

### **4.2.1. Analyse des zones à risque par rapport à l'altitude**

La répartition des sites de déchets dans par rapport à l'altitude expose ces derniers à un drainage par les eaux de ruissellement. La figure 9 présente le risque de drainage des sites de déchets en fonction de la direction d'écoulement des eaux.



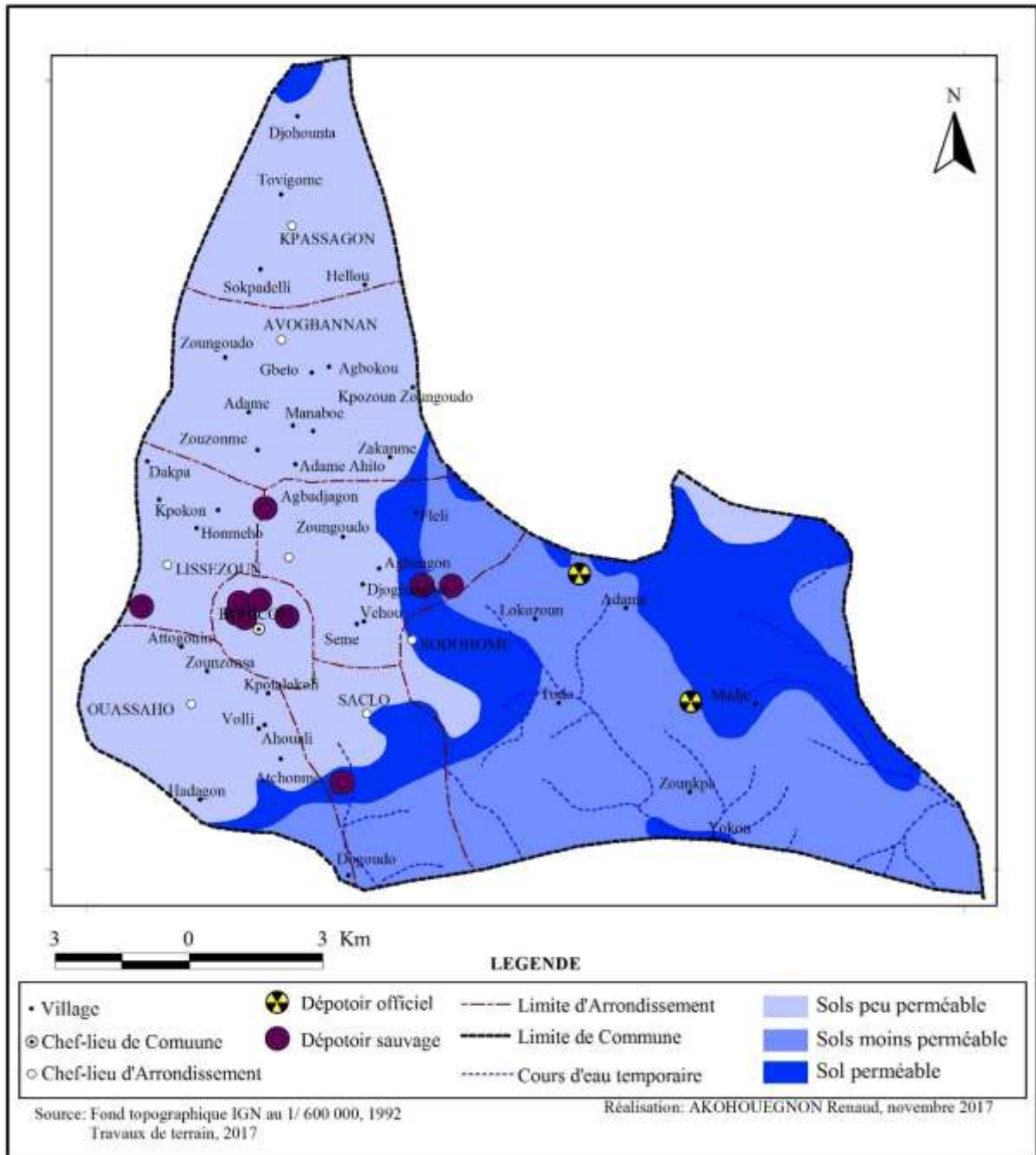
**Figure 9** : Sites de déchets et topographie de la Commune de Bohicon

L'observation de la figure 9 montre que le risque de pollution par drainage des déchets est présent sur tous les différents sites de dépôts de déchets du secteur. On note aussi que plus de la moitié des sites se retrouve dans la zone d'altitude moyenne (comprise entre 150-170m), ce qui explique le drainage des déchets après la pluie vers les zones de basse altitude.

Ainsi les risques de pollution des cours d'eau et des puits des particuliers par les sites de déchets drainés par les eaux sont présents dans le secteur d'étude.

#### 4.2.2. Analyse des zones à risque par rapport à la perméabilité des sols

Les sols du secteur d'étude présentent une perméabilité considérable, néanmoins il y en a qui présente une certaine perméabilité acceptable pour le stockage des déchets solides et ménagers. Le degré d'infiltration des lexiviats est fonction du niveau de perméabilité du sol. La figure 13 présente le risque d'infiltration des lexiviats issus des sites de déchets en rapport avec la perméabilité du sol (figure 10).



*Figure 10 : Niveau de perméabilité des sols dans la Commune de Bohicon*

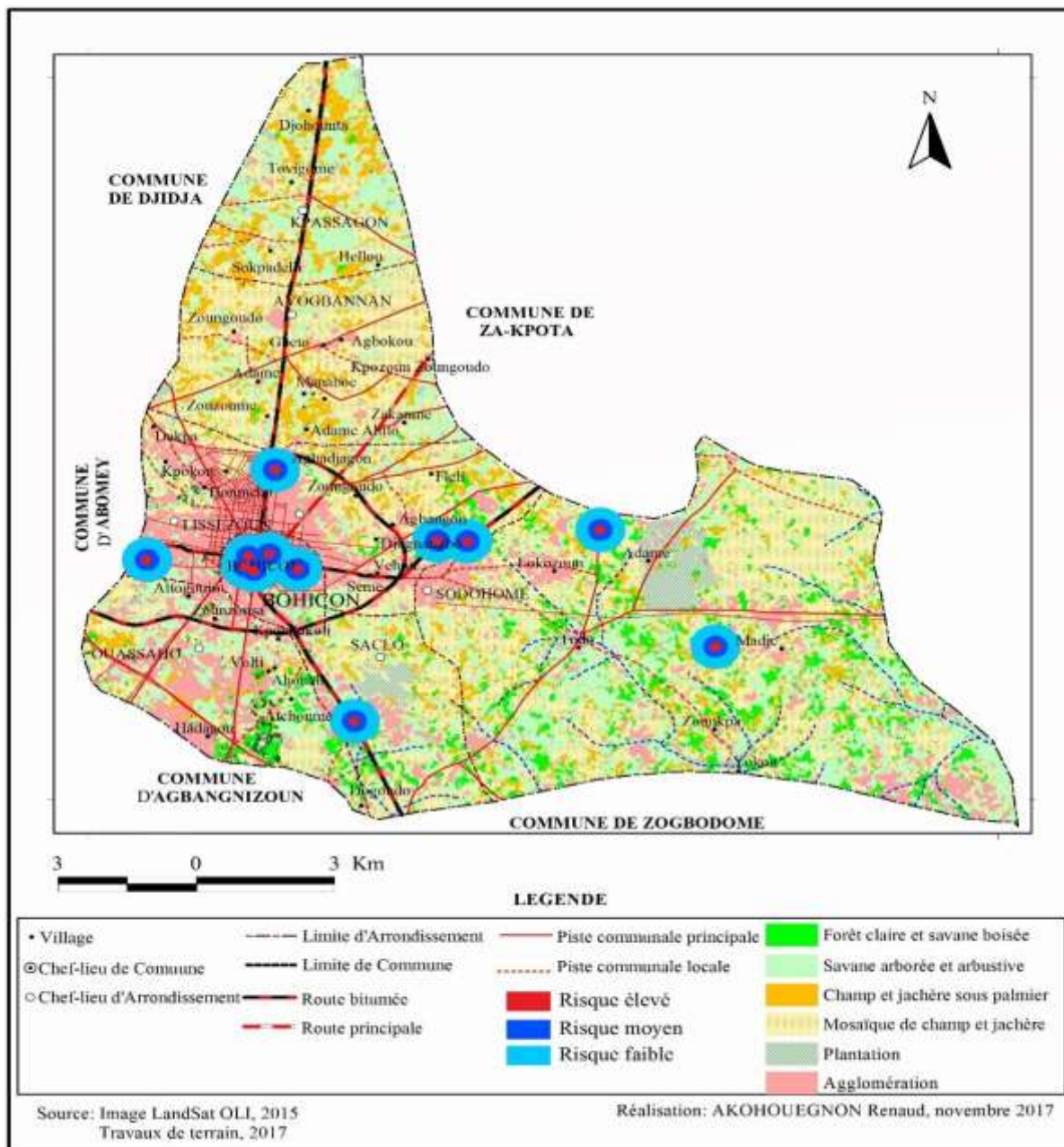
L'observation de la figure 10 montre que la plus de la moitié des sites de déchets sont répartis sur des sols à perméabilité moyenne. Cette situation entraîne un risque de pollution de ces

derniers par infiltration des lexiviats issus de la décomposition des déchets. Ce risque est plus accentué au niveau de la décharge de Madje qui se trouve pratiquement dans la zone perméable. Sur ces sols, la pollution peut atteindre les couches inférieures surtout que ces sites sont localisés dans des carrières anciennes dont la profondeur avoisine une dizaine de mètres. Par migration des lexiviats vers les strates inférieures des sols, un risque de pollution des puits des particuliers et des eaux souterraines est à redouter.

#### **4.2.3. Analyse des risques sanitaires par rapport à la répartition spatiale des sites de déchets**

Dans le secteur d'étude, le risque sanitaire par rapport à la localisation des sites de déchets est fonction de la proximité ou de l'éloignement d'avec ces derniers.

La figure 11 présente les zones exposées aux risques sanitaires liés aux sites de déchets en fonction des distances.



**Figure 11** : Zones d'exposition aux risques sanitaires des sites de déchets dans la Commune de Bohicon

Il ressort de l'observation de la figure 11 que la zone d'exposition aux risques sanitaires s'élargit avec la distance et la densité des sites de dépôts. Ces observations rejoignent celles de Briggs & Beale (2002) et Kientga (2008). De même, le niveau de risque diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre des cercles concentrique (Kientga, 2008).

Dans l'objectif de mieux analyser chaque niveau de risques sanitaires potentiels, on a divisé la zone d'étude en 3 secteurs :

- Secteur 1 : les 6 arrondissements du centre (Bohicon1, Bohicon2, Agongointo, Gnidjazoun, Ouassaho et Saclo) qui couvrent une superficie de 46.17 km<sup>2</sup>;

- Secteur 2 : les 3 arrondissements du nord (Avogbanan, Lissezoun et Passagon) qui couvrent une superficie de 44.47 km<sup>2</sup>;
- Secteur 3 : l'arrondissement de Sodohomè qui couvre une superficie de 48.36 km<sup>2</sup>.
- le tableau 6 présente les différentes surfaces exposées pour chaque niveau de risque dans le secteur.

Dans cette étude de recherche, nous n'avons pas obtenu des sites de dépotoirs conséquents dans le secteur 2 donc nous nous sommes basés seulement sur les secteurs 1 et 3.

**Tableau V** : Superficie couverte par niveau de risque dans les secteurs et la zone d'étude

| Type de zone   | Superficie couverte (km <sup>2</sup> ) | Superficie du secteur1 (km <sup>2</sup> ) | (%) par rapport à la superficie du secteur1 |
|--|--|---|---|
| Zone à risque élevé  | 0.635                                  | 46.17                                     | 1.38  |
| Zone à risque moyen  | 1.909                                  |   | 4.13  |
| Zone à risque faible   | 3.181                                  |   | 6.89  |
| <i>Total 1</i>   | <i>5.725</i>                           | <i>46.17</i>                              | <i>12.40</i>                                |
| <i>Superficie couverte par niveau de risque au secteur 1</i>       |  |   |   |
| Type de zone   | Superficie couverte (km <sup>2</sup> ) | Superficie du secteur3 (km <sup>2</sup> ) | (%) par rapport à la superficie du secteur3 |
| Zone à risque élevé  | 0,142                                  | 48.36                                     | 0.29  |
| Zone à risque moyen  | 0,424                                  |   | 0.88  |
| Zone à risque faible   | 0,707                                  |   | 1.46  |
| <i>Total 3</i>   | <i>1,273</i>                           | <i>46.38</i>                              | <i>2.63</i>                                 |
| <i>Superficie couverte par niveau de risque au secteur 3</i>       |  |   |   |
| Type de zone   | Superficie couverte en km <sup>2</sup> | Superficie du secteur en km <sup>2</sup>  | (%) par rapport à la superficie du secteur  |
| Zone à risque élevé  | 0.777                                  | 139.001                                   | 0.56  |
| Zone à risque moyen  | 2.333                                  |   | 1.68  |
| Zone à risque faible   | 3.888                                  |   | 2.80  |
| <b>Total</b>   | <b>6.998</b>                           | <b>139.11</b>                             | <b>5.03</b>                                 |
| <i>Superficie couverte par niveau de risque au secteur d'étude</i> |  |   |   |

Source : Fond topographique IGN, 2015 et données de terrain, 2017

L'analyse des superficies couvertes par chaque niveau de risque montre que les zones à risque élevé couvrent 0,777 km<sup>2</sup> soit 0,56 % de la superficie du secteur. Les zones à risque moyen couvrent 2.333 km<sup>2</sup> soit 1.68 % du secteur et les zones à risque faible couvrent 3,888 km<sup>2</sup> soit 2,80 % de la zone d'étude. La superficie du secteur couverte par les différents niveaux de risque est de 6,998 km<sup>2</sup> soit 5,03 % de la superficie totale de la Commune de Bohicon. Il est à noter aussi que le secteur 1 est la zone dans laquelle le risque se manifeste le plus, 12.40% du territoire de ce secteur est touché, surtout dans les quartiers Bohicon 1&2 où plus de la moitié de la superficie occupée par les deux quartiers est touchée.

Le secteur 1 défini dans le cas présent, avec une population de 123 682 habitants en 2013 réparti sur 46,17 km<sup>2</sup> (Source : INSAE, RGPH4-2013) présentait une densité moyenne de 2679 hab/km<sup>2</sup>.

Ainsi selon le niveau de risque élevé, la population à risque est de 1701 habitants, ce qui représente 1,38 % de la population du secteur. Selon le niveau de risque moyen, la population à risque représente 4,13 % de la population et selon le niveau de risque faible, la population à risque représente 6,89 % de la population. La population à risque dans le secteur est plus importante pour le niveau de risque faible (6.89 %).

Enfin, quelque soit le niveau de risque, on constate que les infrastructures éducatives et socio-économiques seraient exposées à des risques. Les écoles et les marchés étant des lieux de regroupement de population, leur localisation dans les zones à risque élevé pourrait accentuer le risque de contracter des maladies infectieuses et parasitaires du fait de l'exposition des aliments qu'on y vend aux vecteurs des agents pathogènes. De même, la présence de points d'eau potable (bornes fontaines) dans les zones à risque élevé et moyen pourrait entraîner un risque de contamination de l'eau recueillie par les ménages par des agents pathogènes.



**Photo 2 :**  
Décharge de  
Madjè

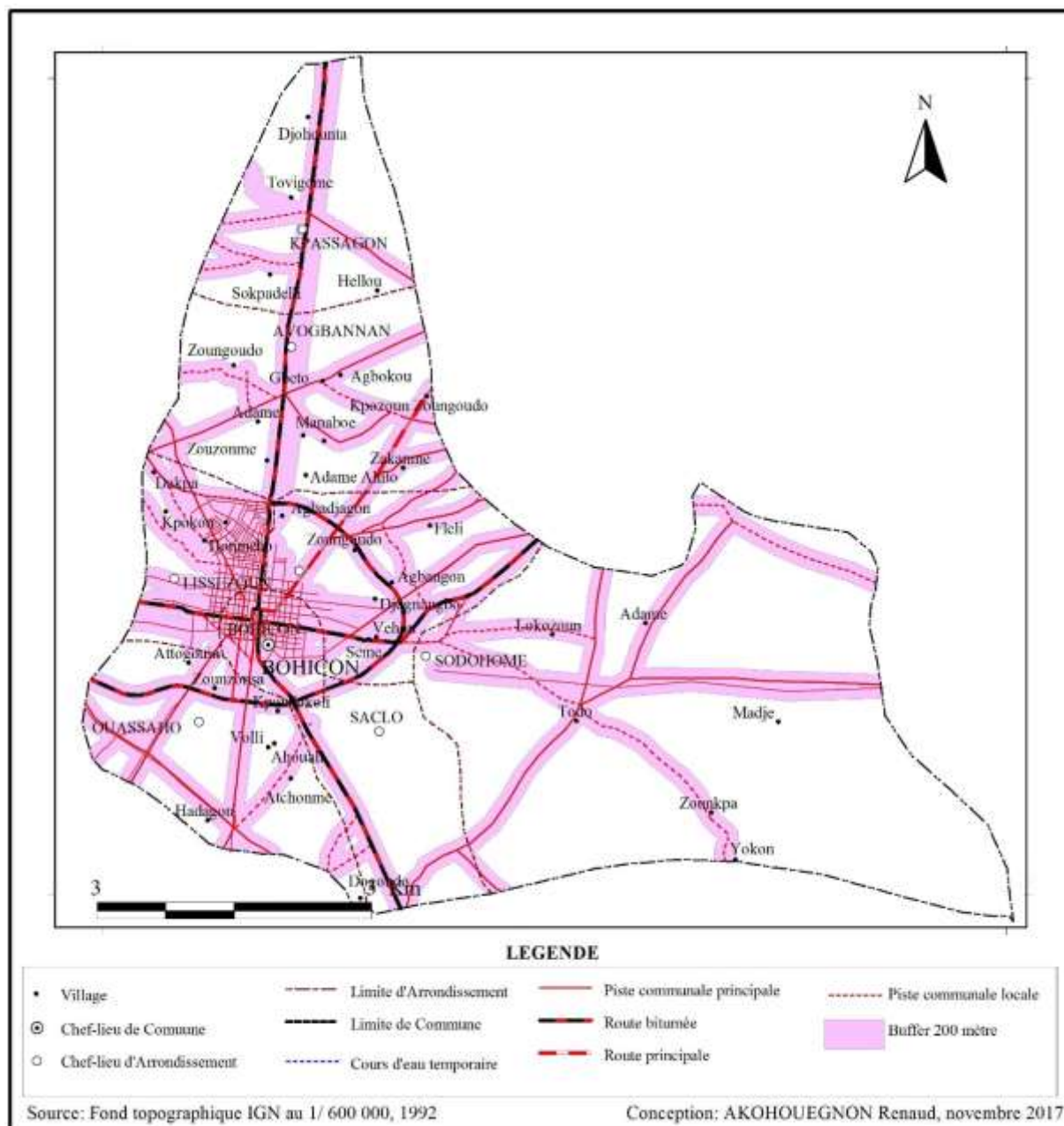
Prise de vue:  
Akohouégnon,  
Novembre  
2017

### 4.3. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon

#### 4.3.1. Cartes critères

##### 4.3.1.1. Carte des critères d'exclusion

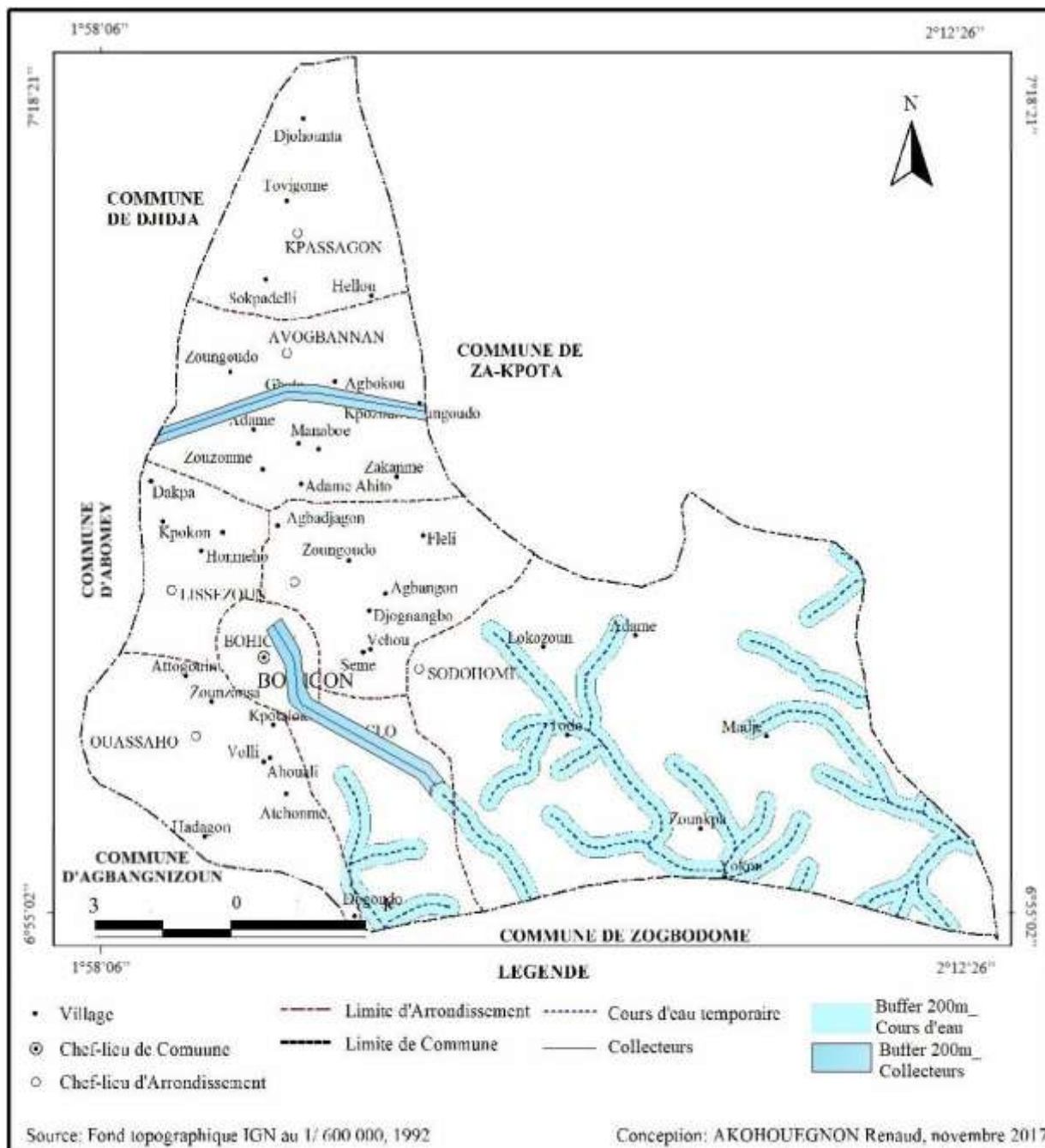
La carte des critères d'exclusion a été obtenue après superposition des différentes cartes booléennes : *Critère Exposition visuelle (1)*, *Critère Zones résidentielles (2)*, *Réseau hydrographique (3)* et *Caractéristique du sous-sol (4)*.



**Figure 12 : Critère Exposition visuelle (1)**

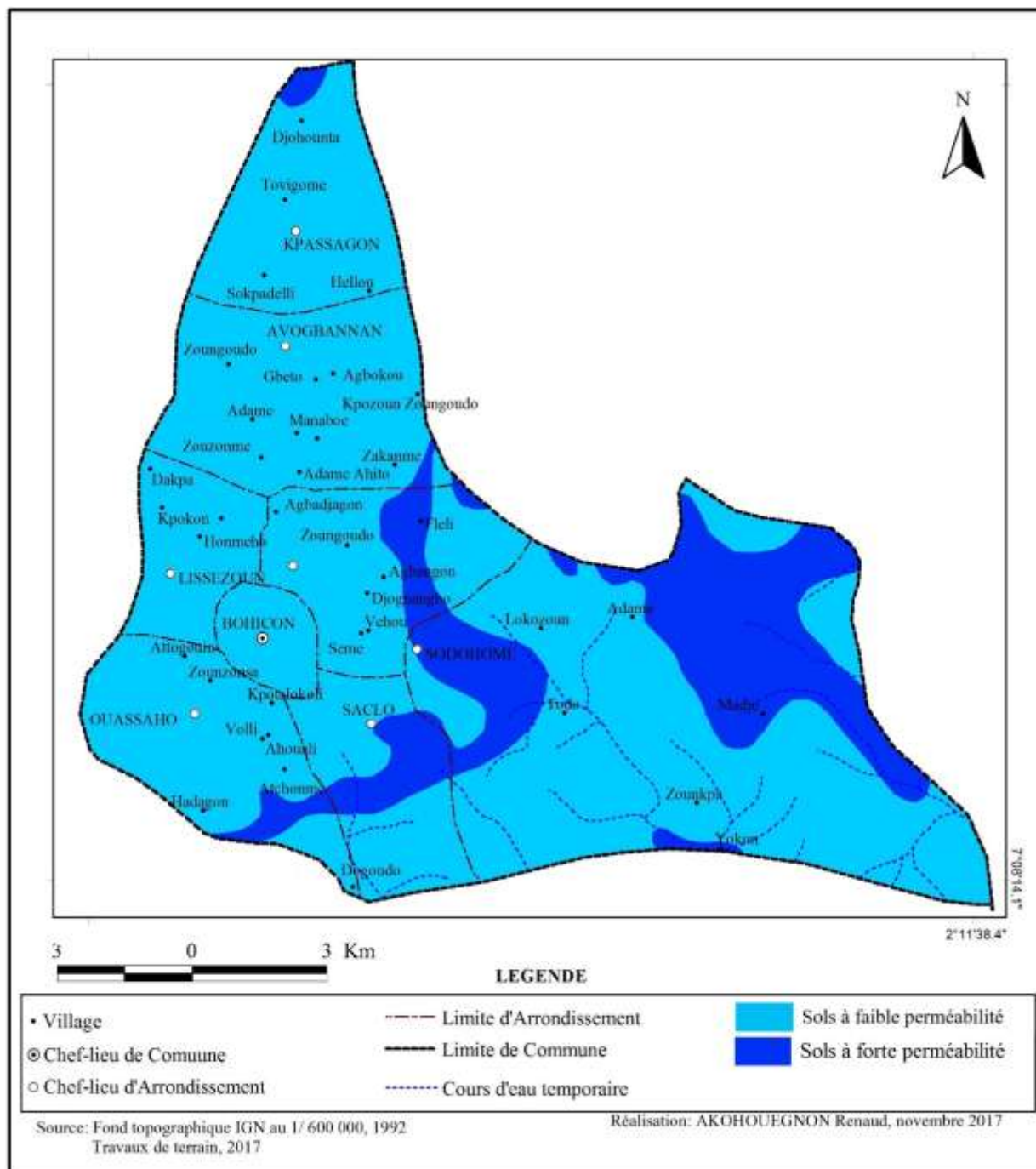
Les zones en couleur blanche représentent les zones appropriées, alors que les zones en





**Figure 14 : Réseau hydrographique (3)**

Les zones en couleur blanche représentent les zones appropriées, alors que les zones en couleurs représentent les zones inaptées.



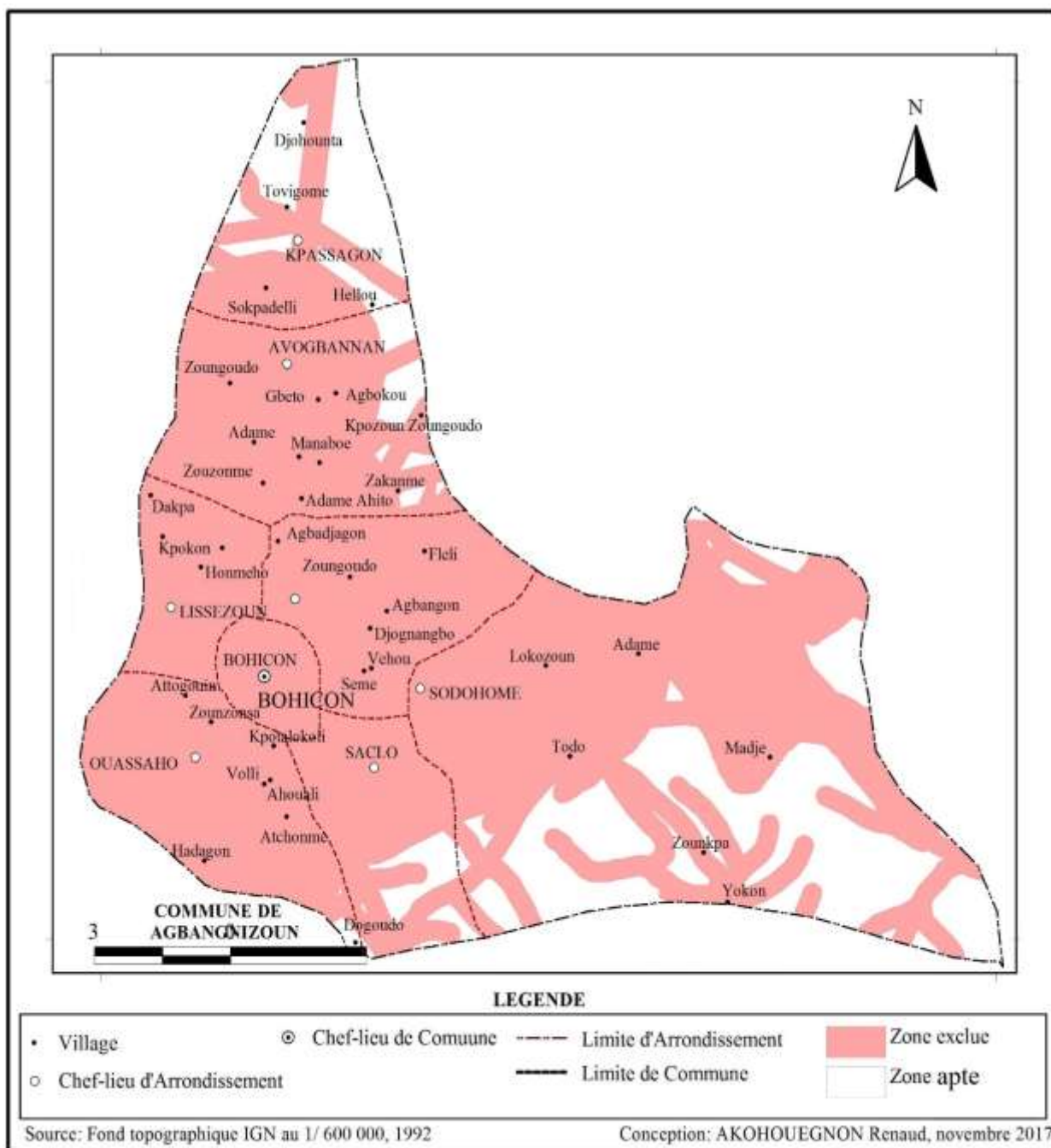
**Figure 15** : Caractéristique du sous-sol dans la Commune de Bohicon(4)

Les zones en couleur blanche représentent les zones appropriées, alors que les zones en couleurs (vert, violet, rouge et rose) représentent les zones inaptes.

Comme le cas de la (1), où la zone Buffer de 200m tout autour u réseau routier est inapte au stockage des DSM.

La carte des contraintes a été ainsi obtenue après combinaison par superposition des informations contenues dans les couches booléennes ci-dessus.

$$\text{Carte Critère Contrainte} = (1) \cap (2) \cap (3) \cap (4)$$



**Figure 16** : Carte des critères d'exclusion

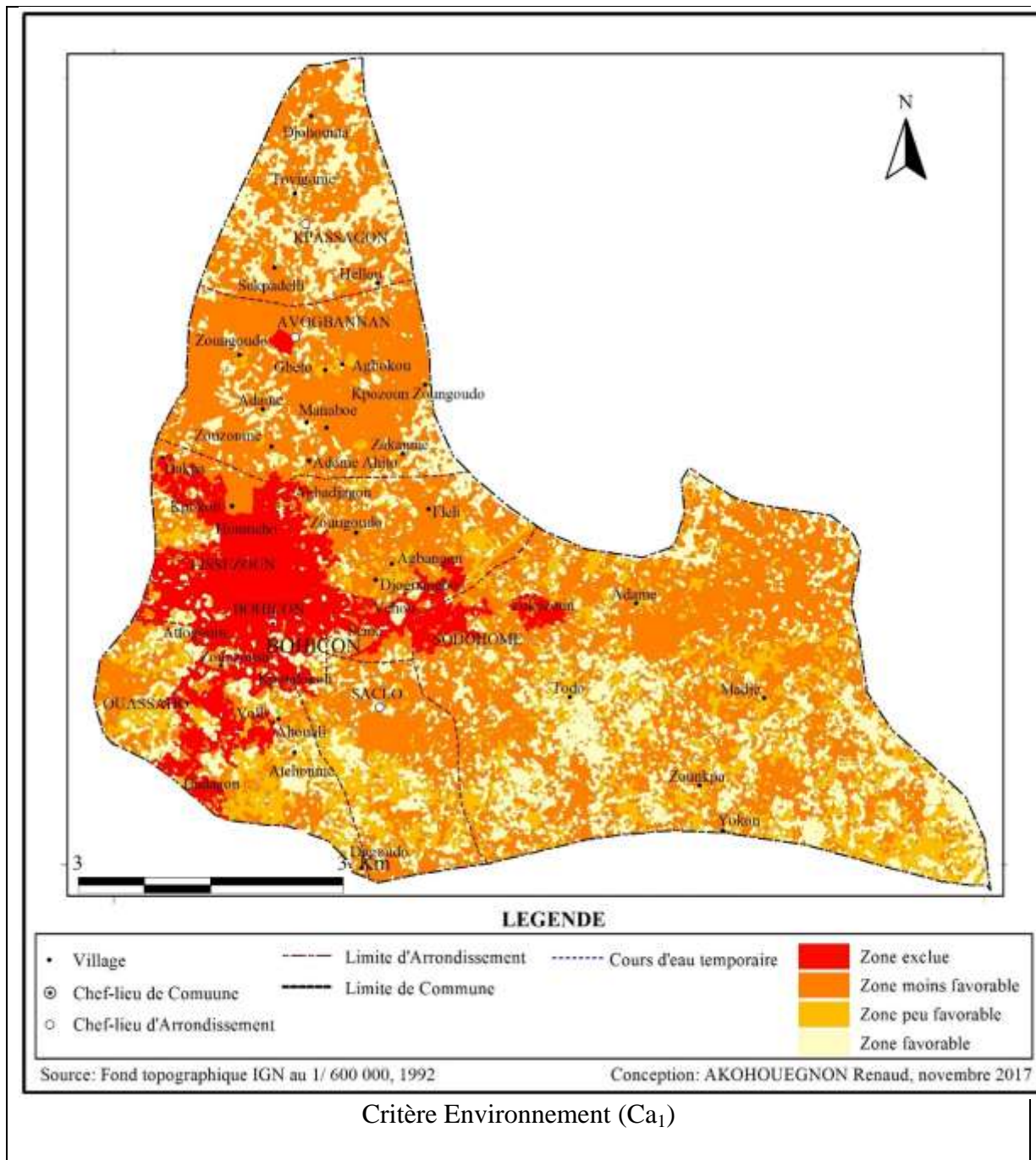
Les zones aptes (en couleur blanche) sont les zones à explorer pour l'installation des infrastructures de stockages de déchets. Les zones en zone sont impérativement à éviter.

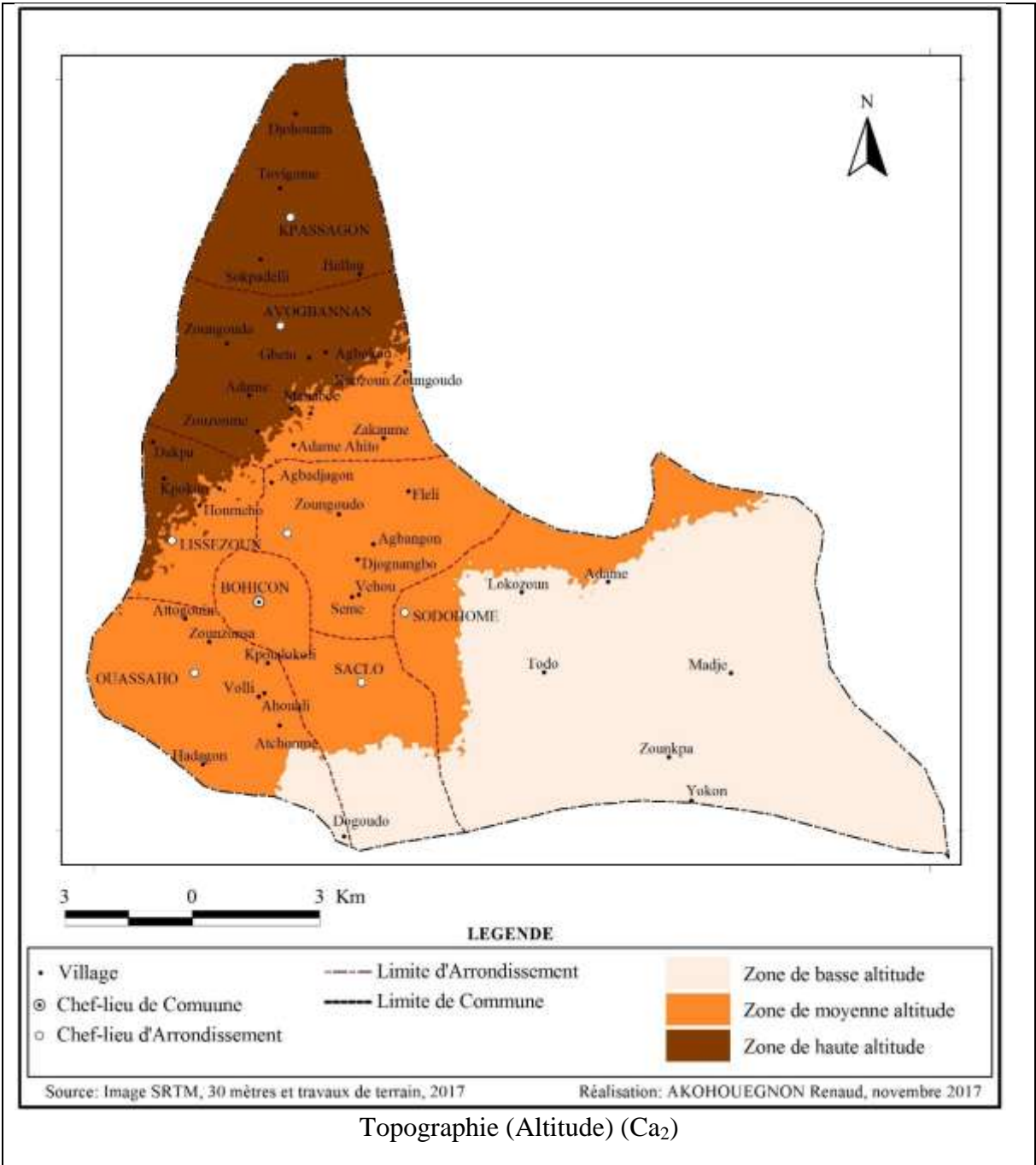
#### 4.3.1.2. Carte des critères d'appréciation

Le processus de création de l'importance relative de chaque critère est connu comme la normalisation des critères (Prakash, 2003). Ainsi, dans l'optique de pouvoir intégrer plusieurs

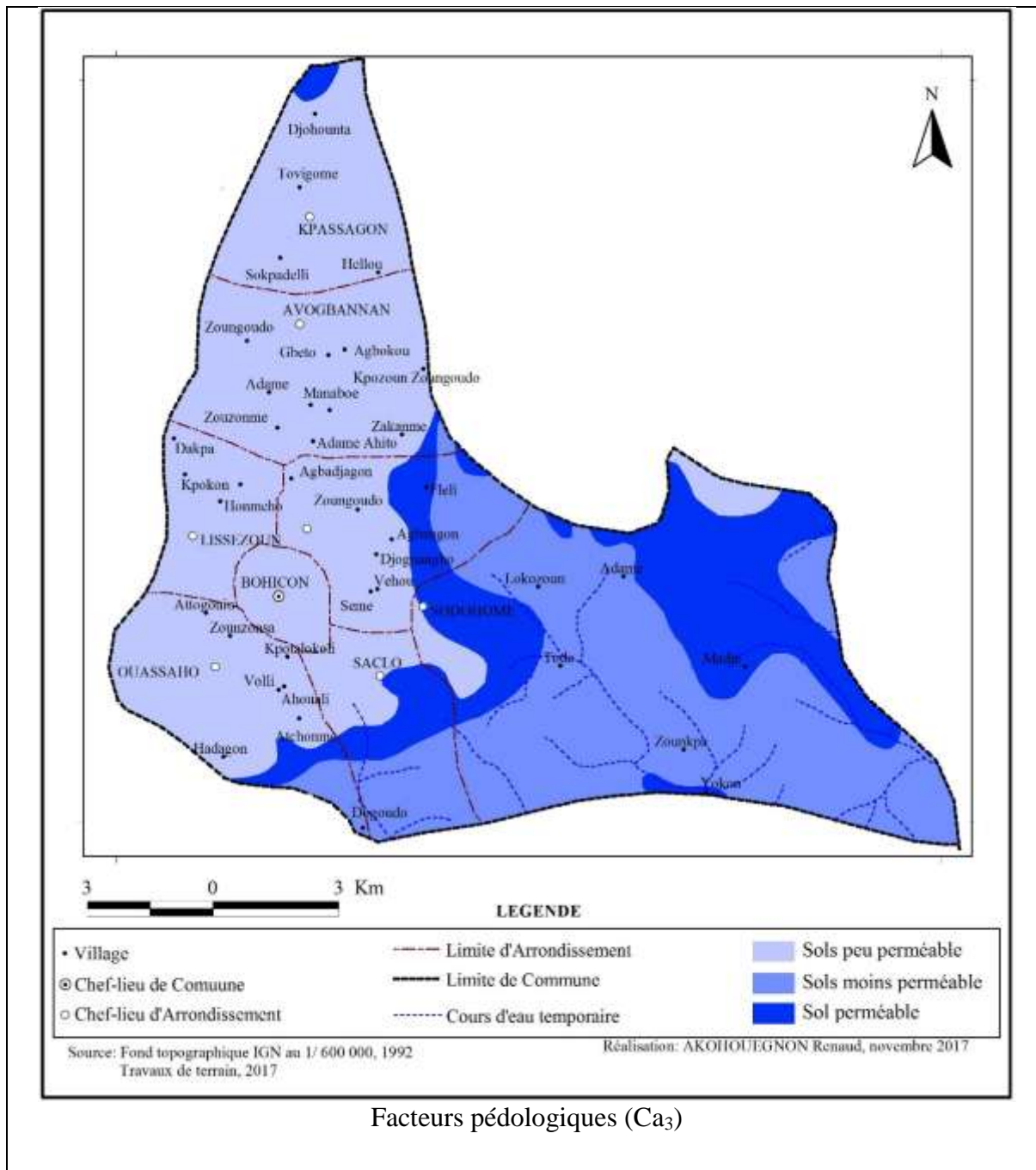
facteurs (qualitatif et quantitatif) dans le modèle, il convient de les rendre comparables, autrement dit, d'exprimer l'aptitude des différents facteurs sur une échelle Commune. Cette étude s'est basée sur la combinaison Linéaire Pondérée (CLP) où les facteurs ont été standardisés sur une échelle continue d'aptitude. Ainsi, nous avons obtenu des cartes composées d'une collection d'unités spatiales, chacune étant caractérisée par une valeur unique relative au paramètre modélisé.

La figure 17 regroupe les différentes cartes ( $Ca_1$ ,  $Ca_2$  et  $Ca_3$ ) qui expriment les différents critères d'appréciation associés.





Topographie (Altitude) (Ca<sub>2</sub>)

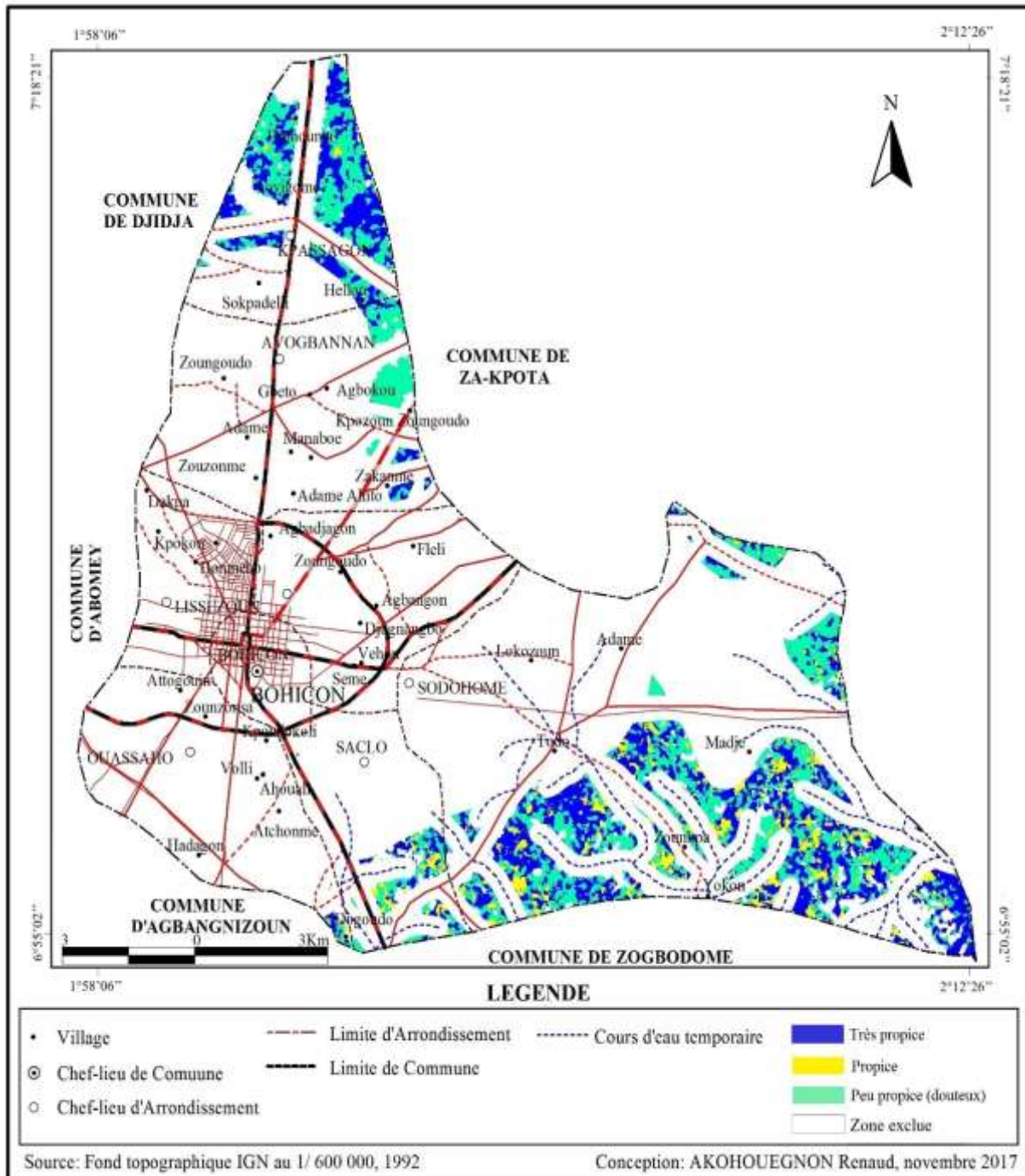


**Figure 17** : Cartes des critères d'appréciation

Dans le cadre de nos travaux la collection d'unités spatiales est représentée par l'ensemble des pixels issus de la rasterisation de la zone d'étude et les cartes critères modélisent les différents facteurs définis et intégrés à l'analyse multicritère. Une carte critère sera donc une carte assignant à chaque unité spatiale une valeur unique calculée selon un facteur considéré tel que la valeur de la pente, la proximité par rapport à un plan d'eau, l'unité pédologique à laquelle elle appartient, sa nature d'occupation etc. Les opérations de requêtes liées aux critères et de celles de superposition des cartes grâce aux fonctions de géo-traitement d'ArcGIS 10 donnent les résultats.

### 4.3.2. Carte d'identification des zones propices au stockage des déchets solides ménagers

Au vu des différents critères d'exclusion et d'appréciation retenus, une détermination des zones favorables ou non à l'implantation d'un centre de collecte a été réalisée. Le résultat obtenu est représenté sur la figure suivante :



**Figure 18** : Identification des zones propices au stockage des déchets solides ménagers

Le SIG mis en place a permis de cartographier les sites les plus appropriés au stockage de Déchets Solides Ménagers (DSM). Une combinaison des différents critères a été effectuée pour aboutir aux sites les plus appropriés.

La carte de ces sites a été produite, en tenant compte des critères d'exclusion et en intégrant les critères d'appréciation (figure 4b). Cette carte est constituée notamment de trois classes allant du premier au troisième rang dans l'ordre des sites appropriés. Les sites occupant le premier rang et le deuxième rang (propice et peu propice) représentent plus de la moitié des pixels constituant les sites appropriés. Seuls ces sites pouvaient être explorés dans le choix du meilleur des sites d'installation d'une décharge. Mais pour des raisons d'espace, les sites occupant le troisième rang pouvaient être aussi ajoutés après avoir fait des visites sur ces sites ; parce qu'ils sont aussi favorables avant d'être les moins.

Il ressort de cette carte que, les sites les plus adéquats ne sont pas concentrés dans une région mais dispersés dans plus de la moitié de la zone de travail, l'emplacement des meilleurs sites classés en premier et en deuxième rang varie donc en fonction de l'importance relative attribuée aux critères de décision par les différents acteurs mis en jeu. Les sites appropriés sont localisés au Nord, et au Sud-Est du centre-ville de la Commune. Les arrondissements à explorer pour l'implantation d'un centre de stockage sont Avogbanan, Passagon, Saclo et Sodohomè qui est l'arrondissement qui présente plus de zones propices (près du 2/3)

## **CHAPITRE V : DISCUSSION**

### **5.1. Cartographie des sites de dépotoirs et des sites de décharges dans la ville de Bohicon**

Les types de « centre de stockage des décharges » que l'on rencontre dans la Commune de Bohicon, varient au gré de l'absence de réglementation. Ce même constat est fait dans la ville de Kinshasa par H. MANGENDA en 2012. On peut citer quelques grands types:

- la décharge non contrôlée, brute, sans aucun contrôle des déchets entrants, ni de la récupération des effluents émis ; cette décharge, abandonnée aux récupérateurs locaux et aux animaux est le cas le plus fréquent ;
- la décharge contrôlée, un peu plus organisée, clôturée et semi-exploitée pour la récupération des recyclables ou du compost mais sans gestion des effluents et sans contrôle des impacts environnementaux.

La carte obtenue nous précise qu'il existe de nombreux sites qui sont concentrés dans les grandes agglomérations de la ville, même les décharges officielles. On note aussi la présence de ces dépotoirs sur les autres territoires de la Commune de Bohicon.

En effet, le manque d'une bonne politique de gestion des sites de regroupement des déchets solides ménagers sur l'ensemble du territoire de la Commune en particulier et de gestion de la filière déchets en général, donnant naissance aux sites de dépotoirs sauvages, nous amène à valider notre hypothèse<sup>1</sup> qui stipule que « les dépotoirs sauvages et les sites de décharges de déchets ménagers sont répartis dans toute la ville de Bohicon ».

### **5.2. Analyse des risques environnementaux des sites de décharges et de dépotoirs dans la ville de Bohicon**

Les risques auxquels sont exposés les milieux physique et humain sont liés à la localisation des sites de déchets. Les analyses ont été faites par rapport à l'altitude, à la perméabilité des sols, et à la répartition spatiale des sites de dépotoirs et de décharges.

Ces analyses nous révèlent que les risques de pollution des cours d'eau et des puits, les risques de pollution des sols par infiltration des lixiviats, et les risques de pollution de l'air sont présents dans la ville de Bohicon.

Les résultats de l'analyse des risques environnementaux par rapport à la localisation des sites de déchets montrent que le niveau de risque est fonction de la position par rapport au site de déchets : plus on s'en éloigne, plus le niveau de risque baisse. Ainsi, 46,50 % de la superficie et de la population du secteur 11 sont exposés à un risque lié aux déchets. Selon le niveau de risque élevé, les éléments soumis à un risque sont : 4,90 % de la superficie et de la population ; 50 % des marchés et 33,30 % des écoles. Cette situation peut affecter l'état sanitaire du secteur.

Le sol peut également monter une pollution avec des métaux lourds, surtout avec le nickel, le cadmium, le chrome, le zinc et le fer. Selon les caractéristiques des polluants, la pollution des sols est plutôt à la surface (As, Zn), ou au contraire elle pénètre dans les sols (Guèdènon, 2015)

D'après ces analyses, notre 2<sup>ème</sup> hypothèse « les sites de dépotoirs de déchets solides ménagers engendrent des risques sur l'environnement et la santé de la population riveraine » est vérifiée.

### **5.3. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon**

L'identification des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon a été réalisée en combinant les SIG aux méthodes d'analyse multicritère. Le principe de réalisation des cartes des différents facteurs est basé sur l'analyse spatiale. Les cartes produites représentent des variations spatiales en un instant donné. Néanmoins, elles permettent de cartographier les zones propices à la culture des échalotes.

Les procédures d'analyse spatiale basée sur des critères pour l'identification et le choix de l'emplacement d'un site a déjà fait ses preuves à travers diverses études (Meyer, 2011 ; Kêdowidé, 2010 ; Banai, 1993 ; Eastman et *al.*, 1993 ; Lili Chabaane et al, 2002, Malczewski, 2006, Bensaid et *al.*, 2007). Par conséquent, les résultats sont valables et dépendent de la précision des données et informations exploitées. Des difficultés ont été néanmoins rencontrées dans cette étude. L'une des difficultés de cette méthode est le choix des facteurs. Il s'opère en fonction de la faculté de discernement de l'opérateur et de son sens de jugement et des valeurs des critères (IER, 1989 ; Djinang, 2012 ; Jourda et *al.*, 2006). Les limites des classes adoptées ne sont donc pas figées, mais dépendent de la réalité du terrain et des objectifs à atteindre. Dans une telle approche, l'estimation de certains paramètres s'avère difficile.

Le choix de la note correspondant à un critère peut influencer le calcul du poids du critère considéré. Le poids des facteurs indique leur importance relative et met en lumière la compensation mutuelle qui s'effectue entre eux. La carte d'aptitude obtenue à l'issue de l'EMC reflète la pondération utilisée qui privilégie le type de sols et l'altitude.

Bien qu'elle soit relativement performante, la méthode AHP utilisée pour la pondération des critères présente des difficultés. Une des difficultés de cette méthode concerne le choix de l'échelle des notes allant de 1 à 9 avec leur correspondance réciproque (Belton, 1986). Le choix de la note correspondant à un critère est arbitraire et peut influencer le calcul du poids du critère considéré. Cependant, cette méthode AHP est appropriée à cette étude car elle est performante quand le nombre d'actions est réduit (Laaribi, 2000).

L'agrégation complète des critères présente aussi certains défauts et peut être critiquée en matière de gestion environnementale (El Morjani, 2002). Elle compense entre les critères (notes) : "un projet ayant fait l'objet d'une évaluation négative sur un critère peut compenser cette "mauvaise note" par des évaluations positives sur d'autres critères" (Maystre et *al.*, 1994). Néanmoins, elle présente l'avantage de pouvoir cartographier le classement des sites favorables au stockage des déchets.

La carte des sites potentiels de stockage des déchets ménagers réalisée à partir de cette approche, peut néanmoins être un instrument de base à la prospection des sites pour l'emplacement du futur centre de stockage de déchets solides ménagers dans d'autres Communes département du Zou.

Dans tous les cas, le SIG reste et demeure l'un des meilleurs outils de décision pour l'aménagement, la gestion du territoire et surtout dans la détermination des sites de stockage des déchets.

## **Conclusion**

Il serait très prétentieux de dire que cette étude a abordé tous les contours de la gestion des déchets dans la Commune de Bohicon dans une approche systémique.

Cette recherche sur l'identification des sites propices au stockages des DSM nous a permis en un premier temps de cartographier les différents sites de dépotoirs et de décharges sur l'ensemble du territoire de la ville de Bohicon ; ensuite de faire analyse spatiale des risques potentiels de ces sites sur la santé publique et l'environnement urbain, et enfin d'identifier les zones propices au stockage des DSM dans la Commune. Le choix des sites propices au stockage des déchets solides ménagers permet de réduire les impacts de ces derniers sur le cadre de vie et de santé des populations. C'est essentiellement ce qui a motivé le plan de présentation de ce mémoire.

Par rapport à la répartition spatiale des sites de dépotoirs, sur les 12 sites étudiés 07 sont localisés sur des sols à perméabilité moyenne et, 08 localisés entre des habitations. Ces résultats laissent craindre le risque de pollution des sols par drainage et infiltration des lixiviats issus de ces déchets et par conséquent la contamination les puits des particuliers et à long terme la nappe phréatique.

Face à cela, il urge de trouver des zones aptes pour le stockage de ces déchets afin de réduire leurs impacts sur la population. C'est ainsi qu'à travers cette recherche, des techniques ont été appliquées à la Commune de Bohicon pour la modélisation des espaces potentiels au stockage des DSM. Les cartes d'aptitudes obtenues sont destinées à orienter les acteurs de développement sur les zones potentielles d'implantation de centre de stockage. Elles mettent en évidence trois catégories de sites : plus propice, assez-propice et peu propice. Les zones classées plus propice et assez-propice sont très abondantes.

.

La vigueur et la fiabilité de la méthodologie utilisée reposent sur la pertinence des critères d'aptitudes qui ont été choisis pour chaque paramètre, de la pondération adoptée, mais aussi de la qualité de l'information spatiale qui a été exploitée.

Pour ce fait, un certain nombre de chercheurs ont proposé l'intégration de fonctionnalités analytiques plus sophistiquées aux SIG actuels, de manière à augmenter leurs capacités d'analyse spatiale et renforcer ainsi leur potentiel d'aide à la décision. Les SIG combinés à l'analyse multicritère offrent des possibilités de gestion du territoire intégrant tous les paramètres relatifs à son aménagement durable.

Les réflexions présentées dans ce travail ont confirmé le fait qu'un SIG constitue non seulement un outil idéal pour l'analyse déterministe de tous les types de données à référence spatiale mais offre également un grand potentiel pour l'analyse et la résolution de problèmes multicritères à référence spatiale. Cependant, un certain nombre de recommandations doivent être suivies pour que l'intégration des SIG et l'analyse multicritère soit un apport substantiel au processus décisionnel. A cet effet, l'intégration SIG-AMC doit assurer :

- Sensibiliser les décideurs quant aux avantages d'une étude préalable de faisabilité avant la prise de décision concernant une entreprise à la construction des barrages, retenus d'eau... ;

- Former des spécialistes des SIG et de mettre en place des mécanismes et des mesures d'incitation pour faciliter l'usage des SIG aux divers niveaux des processus décisionnels,

- Mettre en place des banques de données et mettre à jour celles qui existent déjà pour les recherches ;

- Utiliser des images à grande résolution (5 m x 5 m) telles que les images satellite qui permettront une parfaite précision dans les résultats ;

- Constituer des modèles pour estimer l'évolution des divers phénomènes naturels utiles dans les analyses prévisionnelles ;

En outre, ne ce qui concerne la population, des campagnes de sensibilisation sur les nuisances des déchets devraient être initiées par les autorités municipales. Ces campagnes devraient être suivies de l'application de la réglementation nationale en matière de gestion des déchets et par une sanction des contrevenants.

L'identification des sites propices permettrait une amélioration de la gestion des sites de déchets et de réduire les dépôts anarchiques de déchets dans l'espace urbain plus qu'on s'intéresserait à d'autres critères d'exclusion ou d'appréciation qui pourraient toutefois faire objet d'étude dans cette recherche. Ce travail de mémoire se voulait principalement technique, mais dans cette nouvelle perspective, il serait pertinent de procéder à une étude transdisciplinaire qui investirait des champs tels que l'hydro-climatologie, la lithologie ou encore l'hydrogéologie de la zone d'étude.

## Références bibliographiques

ArcGIS 9, Prise en main d'ArcGIS, Copyright © 1999–2005 ESRI

Ademe (2006) : Délégation Régionale Haute Normandie 30, rue Gadeau de Kerville 76000 ROUEN, 22 p. www.ademe.fr consulté le 19-08-2013 à 00h 55.

Atchade N.S. (2005) : Caractérisation des stations pour la riziculture pluviale au sud Bénin ; Cas de IITA (Godomey), Niaouli et Bohicon. Mémoire de DEA, FLASH/UAC.86p.

Azonhè B. (2011) : Disparités d'aménagement liées aux infrastructures et équipements sanitaires et scolaires dans la Commune de Bohicon ; mémoire de maîtrise, FLASH, UAC66 p.

Balma S. (2005) : Contribution des SIG à l'analyse des risques sanitaires liés aux déchets solides et liquides en milieu scolaire à Ouagadougou : cas des secteurs 25 et 26 de Nongr-Masson, mémoire de maîtrise en géographie, Université de Ouagadougou, 92 p.

Basagaoglu, H. et al, (1997) : Selection of waste disposal sites using GIS. Journal of American water resources association, V.33, N° 2, pp 455-464.

Bensaid A. Bensaid A., Barki M., Talbi O., Benhanifia K. et Mendas A. (2007) : L'analyse multicritère comme outil d'aide à la décision pour la localisation spatiale des zones à forte pression anthropique : le cas du département de Nama en Algérie, Revue Télédétection, 2007, vol. 7, n° 1-2-3-4, pp 359-371p.

Birba A. (2008) : Utilisation des SIG dans la gestion des déchets solides ménagers dans la Commune de Ouagadougou (Burkina Faso), mémoire pour l'obtention du diplôme de Technicien en Production et Gestion de l'Information Géographique, option SIG, RECTAS, Ilé-Ifé, Nigéria, 47 p.

Bouzekri A. (2015) : Evaluation multicritère des situations critiques au risque de la désertification dans les Aures (algerie) ; Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de doctorat 3ème cycle En Aménagement du territoire et gestion des risques majeurs à l'Université El Hadj Lakhdar- Batna ; 148-171 p

Chakhar S. (2006) : Cartographie décisionnelle multicritère : formalisation et implémentation informatique. Thèse de l'Université Dauphine, DFR Science des organisation 265p+ annexe.

Collins M. et al., (2001): Land use suitability analysis in the United States. Historical development and promising technological achievements. Environmental management, 28 (5), 611p

Deverin-Kouanda Y. (1992) : Le corps de la terre moosé de la région de Ouagadougou : représentation et gestion de l'environnement, thèse de doctorat de géographie, Université Panthéon-Sorbonne, 3è tome, Paris, 688 p.

Djogbénu A. (2014) : Dynamique urbaine et répartition des infrastructures sociocommunautaires dans la Commune de Bohicon au BENIN ; Projet soumis au Département de Cartographie pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées (DESS) en Cartographie et Techniques Géospatiales du Centre Régional de Formation aux techniques des Levés Aérospatiaux (RECTAS) ; 40,94,56 p.

Dolo D. (2014) : Application du SIG dans l'identification des zones propices à la culture des échalotes à Sangha, Mali ; Mémoire soumis au Centre Régional de Formation aux Techniques des Levés Aérospatiaux (RECTAS), Ilé- Ifè, Nigeria, en vue de remplir une des conditions d'obtention du diplôme de Master en Science de la Géo-information ; 12,23,46,71,83 p.

Denègre J. et Salgé F. (2004) : Les systèmes d'information géographique, Collection « Que sais-je ? », 2è édition, PUF, Paris, 128 p.

El Morjani Z. (2002) : Conception d'un système d'information à référence spatiale pour la gestion environnementale ; application à la sélection de sites potentiels de stockage de déchets ménagers et industriels en région semi-aride (Souss, Maroc). Thèse de doctorat, université de Genève. Terre et Environnement Vol. 42,218,246,300 p.

Eastman, R. (1993) : Idrisi ver.4.1 Users guide and Technical Reference. Graduate School of Geography, Clark University, Worcester U.S.A.

EIER (1995) : Contribution à la mise en place d'un système de gestion de déchets solides dans la ville de Tenkodogo : Etude du milieu, 62 p.

Floquet A. et Mongbo R., (2006) : «< Situation socio-économique des ménages dans les communes d'intervention du ProCGRN dans l'Atacora et la Donga », rapport définitif de l'étude, 140 pages.

Guédénon J. (2015) : Gestion des déchets des usines productrices d'huiles végétales dans les Communes de Bohicon et de Zogbodomey ; Thèse de Doctorat présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Géographie et Gestion de l'Environnement de l'Université d'Abomey-Calavi ; 65,83 p

GTZ (2002) : Guide de présélection de site de décharge contrôlée des déchets ménagers : Cas de Larache et Chefchaouen, 2è édition, 80 p.

Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) : Cahier des villages et quartiers de ville du département du zou (rgph-4, 2013)

Joerin, F. (1995) : Méthode multicritère d'aide à la décision et SIG pour la recherche d'un site. *Revue Internationale de Géomatique*, 5, pp. 37–51.

Kientga, S.M., 2008, Contribution du SIG à l'analyse des liens déchets-santé en milieu urbain dans les pays en développement. Cas de deux secteurs de la ville de Ouagadougou, Burkina Faso; Thèse ; Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 181p

Kouame K. Kouame K. J., Deh S. K., Anani A. T., Jourda J. P., Biemi J., (2006) : Gestion des déchets solides dans le District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Apports d'un SIG et des méthodes d'analyse multicritère ; *Revue Internationale de Géomatique*, 3,7 p.

Maystre Y. Maystre, L.Y., Lucien, Y. Pictet, J. et Simos, J.(1994) : Déchets urbains, nature et caractérisation, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 219 p.

Mongbo R., Floquet A. (2003) : Rapport du Diagnostic des territoires d'Abomey-Bohicon Bénin ; Rapport de travail ; Document de travail n°6 ; CEBEDES/UE 120p.

Ngahane E. (2015) : Gestion technique de l'environnement d'une ville Bembereke au Benin : caractérisation et quantification des déchets solides émis ; connaissance des ressources en eau et approche technique ; Thèse soutenue en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences à L'Université de Liège ; Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement ; 14,27,46 p.

OMS (1996) : « Un appel pressant de l'OMS : Agir maintenant afin de réduire les risques pour la santé dans les mégalo-poles ».

ONU-Habitat (2001) : Le millénaire urbain, la session de l'Assemblée générale des Nations-Unies consacrée à l'examen et à l'évaluation d'ensemble de l'application du programme pour l'habitat, 6 au 8 Juin, New-York, 6 p.

SAATY TL (1980): The analytic hierarchy process. Mc Grow-Hill, New York.

Tiendrebéogo B. W. (2010) : Problématique des décharges non contrôlées dans la Commune de Ouagadougou : cas de l'arrondissement de Bogodogo, Rapport de stage de fin de cycle en BTS, Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Ouagadougou, 40 p.

TOGUYENI A. R. (2006) : La gestion des déchets solides de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso): Etat des lieux et analyse de la problématique des déchets d'emballages plastiques.

Mémoire de DESS, Université libre de Bruxelles, Institut de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire, 130 p.

Traoré S. (2008): L'apport du système d'information géographique (S.I.G.) dans la gestion des ordures ménagères : cas d'Hamdallaye en Commune IV du District de Bamako, mémoire de maîtrise de géographie à l'Université de Bamako, 113 p.

Vignondé H. (2006) : Utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) dans la recherche de sites convenables de dépotoir dans la Commune de Comé (Bénin), mémoire pour l'obtention du diplôme de DESS en Production et Gestion de l'Information Géographique, option SIG, RECTAS, Ilé-Ifé, Nigéria, 36 p.

Vincke P. (1989) : L'aide multicritère à la décision, Edition de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, Belgique, 178 p.

## **Webographies**

[http://www.dictionnaire-environnement.com/collecte\\_ID7.html](http://www.dictionnaire-environnement.com/collecte_ID7.html)

Consulté le 05 Août 2017 à 14h 10.

[http://www.dictionnaire-environnement.com/decharge\\_ID829.html](http://www.dictionnaire-environnement.com/decharge_ID829.html)

Consulté le 05 Août 2017 à 14h 20.

<http://www.memoireonline.com>

Consulté le 12 Août 2017 à 18h30.

[http://petite-entreprise.net/Perméabilité \(sols ferrallitiques\) ID206.html](http://petite-entreprise.net/Perméabilité (sols ferrallitiques) ID206.html)

Consulté le 28 Août 2017 à 16h.

[http://www.esrifrance.fr/sig2017\\_ID107.html](http://www.esrifrance.fr/sig2017_ID107.html)

Consulté le 16 Septembre 2017 à 11h12.

[http://www.esrifrance.fr/sig2017cocody\\_ID273.html](http://www.esrifrance.fr/sig2017cocody_ID273.html)

Consulté le 23 Septembre 2017 à 16h22.

[http://www.ecosociosystemes.fr/typologie\\_ID513.html](http://www.ecosociosystemes.fr/typologie_ID513.html)

<http://www.esrifrance.fr>

Consulté les 07, 14, 25 Octobre à 14h30.

Consulté le 04 Novembre à 9h26.

<http://georezo.net/forum/viewtopic.php?id>

Consulté le 29 Octobre à 14h30.

<http://www.arcgis.com>

Consulté les 12,23 et 29 Octobre à 14h30.

Consulté le 04 Novembre à 9h26 et 19h29.

## **Annexes :**

### Annexe 1 : Guide d'entretien

#### *Entretien avec les associations locales de pré-collecte des déchets ménagers*

- 1 Présentation de l'association (membres, abonnés, zones d'intervention, etc.)
- 2 Coût mensuel de la prestation et périodicité de ramassage des déchets
- 3 Moyens utilisés pour la pré-collecte des déchets
- 4 Moyens utilisés pour se protéger au moment de la pré-collecte
- 5 Risques auxquels les pré-collecteurs sont exposés pendant leur travail et moyens de lutte
- 6 Lieux d'évacuation des déchets collectés dans les ménages
- 8 Jugement des opérateurs sur les forces et les insuffisances de leur activité
- 9 Quelle peut-être la contribution des ménages et de la mairie dans l'amélioration de la pré-collecte ?

#### *Entretien avec les responsables du service en charge de la salubrité urbaine*

- 1 Présentation du service
- 2 Les moyens d'action du service et leurs limites
- 3 Les obstacles rencontrés dans la gestion des déchets ménagers de la ville
- 5 Présentation de l'activité de pré-collecte des déchets dans la ville et ses limites
- 6 Type de coopération avec les associations de pré-collecte et les difficultés rencontrées
- 7 Quels liens établir entre déchet et santé publique et comment y remédier ?
- 8 Quels liens établir entre déchet et environnement et comment les atténuer ?
- 9 Quelles sont les raisons du non fonctionnement du CET de la ville et comment les levées ?

*Entretien avec des personnels de santé (infirmiers, médecins)*

- 1 Quels liens entre les déchets et la santé ?
- 2 Qu'est-ce qu'un risque sanitaire ? Les types de risques sanitaires ?
- 3 Les pathologies liées aux déchets ? Les modes et les agents de transmission ?
- 4 Quelles populations les plus vulnérables et pourquoi ?
- 6 Quels comportements adoptés face aux dangers des déchets ménagers ?
- 7 Comment mieux gérer les déchets et réduire leurs risques sur la santé ?

*Entretien avec des autorités municipales (conseillers, maires)*

- 1-Comment gère-t-on les déchets dans votre arrondissement, secteur?
- 2-Quels sont les lieux pour stocker les déchets du secteur ? Comment sont-ils déterminés ?
- 3-Les difficultés qui entravent la bonne gestion des déchets dans le secteur et comment les lever ?
- 4-Quels sont les risques sanitaires et environnementaux causés par les déchets solides ménagers dans le secteur et comment peut-on les atténuer ?
- 5-Quels comportements doivent adoptés vos administrés pour une bonne gestion des déchets ?

## Annexe 2 : Guide d'observation

| Code | Coordonnées des sites de déchets |   | Caractéristiques des sites de déchets |        |              |
|------|----------------------------------|---|---------------------------------------|--------|--------------|
|      | X                                | Y | Dimensions                            | Nature | Observations |
|      |                                  |   |                                       |        |              |
|      |                                  |   |                                       |        |              |
|      |                                  |   |                                       |        |              |
|      |                                  |   |                                       |        |              |

Dimensions : Longueur, largeur, hauteur, rayon, ... et superficie des sites de déchets selon leur forme géométrique approximative.

Nature : Type de déchets dominants, ici des déchets solides ménagers ou ordures ménagères.

Observations : description sommaire de la localisation du site de déchets (dans la rue, dans une parcelle vide, dans un espace boisé, etc.).

Code : Numéro attribué au site de déchets selon le quartier où il est localisé.

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation de la Commune de Bohicon .....  | 17 |
| Figure 2 : Modèle numérique de terrain de la Commune de Bohicon .....                                       | 19 |
| Figure 3 : Type de sols dans la Commune de Bohicon .....  | 21 |
| Figure 4 : Occupation des terres de la Commune de Bohicon, 2015 .....                                       | 23 |
| Figure 5 : Les couches de la base de données géographiques de référence .....                               | 29 |
| Figure 6: Fenêtre de l'évaluation multicritères sur ArcGIS.....   | 38 |
| Figure 7 : Organigramme méthodologique .....  | 39 |
| Figure 8 : Sites des dépotoirs et décharges dans la Commune de Bohicon .....                                | 40 |
| Figure 9 : Sites de déchets et topographie de la Commune de Bohicon .....                                   | 42 |
| Figure 10 : Niveau de perméabilité des sols dans la Commune de Bohicon .....                                | 43 |
| Figure 11 : Zones d'exposition aux risques sanitaires des sites de déchets dans la Commune de Bohicon ..... | 45 |
| Figure 12 : Critère Exposition visuelle (1).....  | 48 |
| Figure 13 : Critère Zones résidentielles (2).....   | 49 |
| Figure 14 : Réseau hydrographique (3).....  | 50 |
| Figure 15 : Caractéristique du sous-sol dans la Commune de Bohicon(4) .....                                 | 51 |
| Figure 16 : Carte des critères d'exclusion .....  | 52 |
| Figure 17 : Cartes des critères d'appréciation .....  | 55 |
| Figure 18 : Identification des zones propices au stockage des déchets solides ménagers .....                | 56 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau I : Standardisation du critère de l'adéquation de la couverture du sol .....           | 34 |
| Tableau II : Échelle numérique de (Saaty, 1977) comparaison par paire des critères. ....       | 35 |
| Tableau III : Matrice de pondération par paire des critères .....                              | 35 |
| Tableau IV : Valeurs des poids pour les différents critères .....                              | 36 |
| Tableau V : Superficie couverte par niveau de risque dans les secteurs et la zone d'étude..... | 46 |

## Liste des photos

|   |    |
|---|----|
| Photo 1 : Dépotoirs sauvages derrière l'hôtel de ville sur le collecteur CP_B-E1_3 et au carrefour hôtel Dako 1 <sup>er</sup> ..... | 41 |
| Photo 2 : Décharge de Madjè .....   | 47 |

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| SIGLES ET ABREVIATIONS .....  | 3  |
| DEDICACE.....   | 4  |
| REMERCIEMENTS .....   | 5  |
| Résumé .....  | 6  |
| Abstract .....  | 7  |
| Introduction .....  | 8  |
| CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE.....   | 10 |
| 1.1. Problématique .....  | 10 |
| 1.2. Objectifs de recherche.....  | 12 |
| 1.2.1. Objectif global .....  | 12 |
| 1.2.2. Objectifs spécifiques .....  | 12 |
| 1.3. Hypothèses de travail .....  | 12 |
| 1.4. Clarification des concepts .....   | 13 |
| CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE .....  | 16 |
| 2.1. Situation géographique et administrative.....  | 16 |
| 2.2. Milieu physique .....  | 18 |
| 2.3. Milieu humain.....   | 24 |
| 2.4. Modes de gestion des déchets par la municipalité .....   | 25 |
| CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES .....   | 26 |
| 3.1. Recherche documentaire .....   | 26 |
| 3.2. Cartographie des sites de dépotoirs sauvages et de décharges de déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon..... | 26 |
| 3.3. Analyse des risques environnementaux causés par les sites de déchets dans la Commune de Bohicon.....                   | 27 |
| 3.4. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon .....               | 29 |
| CHAPITRE IV : RESULTATS.....  | 40 |
| 4.1. Cartographie des sites de dépotoirs et des sites de décharges dans la ville de Bohicon .....                           | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2. Risques environnementaux liés aux sites de décharges et de dépotoirs .....                                 | 41 |
| 4.3. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon .....   | 48 |
| CHAPITRE V : DISCUSSION .....   | 58 |
| 5.1. Cartographie des sites de dépotoirs et des sites de décharges dans la ville de Bohicon .....               | 58 |
| 5.2. Analyse des risques environnementaux des sites de décharges et de dépotoirs dans la ville de Bohicon ..... | 58 |
| 5.3. Détermination des zones propices au stockage des déchets solides ménagers dans la ville de Bohicon .....   | 59 |
| Conclusion.....   | 61 |
| Références bibliographiques .....   | 63 |
| Annexes : .....   | 68 |
| Liste des figures .....   | 71 |
| Liste des tableaux .....  | 72 |
| Liste des photos .....  | 73 |
| Table des matières .....  | 74 |