

DEPRESSIONS INTERIEURES ET DEFIS D'UN AMENAGEMENT URBAIN DURABLE DANS LA COMMUNE D'ABOMEY-CALAVI AU BENIN

MAKPONSE Makpondéou

*Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale
(LABEE)/ Département de Géographie et Aménagement du Territoire
(DGAT)/ Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS)
Université d'Abomey-Calavi (UAC)/ Bénin
makpons18@yahoo.fr*

Résumé

Le territoire de la ville d'Abomey-Calavi présente par endroits des dépressions de décantation. Cette recherche vise à analyser les problèmes d'aménagement urbain que pose la gestion de ces dépressions. L'étalement urbain a révélé de nombreux défis comme la gestion des « cuvettes intérieures ». Les effets pervers des aménagements du territoire qui n'ont pas intégré la gestion des dépressions internes constituent une préoccupation fondamentale.

Une recherche documentaire et des travaux de terrain ont permis de collecter des données. Des données topographiques, bathymétriques et géographiques ont été obtenues notamment à l'aide d'un GPS et d'une station totale. Un enregistreur de son a été utilisé pour des entretiens et un appareil photographique numérique pour la prise des images d'illustrations. Le protocole de Schwartz et la technique de choix raisonné ont permis la constitution d'un échantillon représentatif de 191 personnes pour la collecte des données socioéconomiques. Un guide d'entretien, un questionnaire et une grille d'observation ont été aussi utilisés

Cette approche méthodologique a permis de retenir que 99,4% des espaces occupés par les dépressions intérieures de la ville sont lotis et construits en des habitations de diverses natures. Il en résulte des inondations récurrentes et 74,2% des riverains déclarent être victimes du paludisme. Les ouvrages aménagés pour évacuer les eaux pluviales sont mal dimensionnés et ne tiennent pas compte du réseau de nivellement de précision local et de l'ensemble du Bénin. La libération des sites des cuvettes et le respect du réseau de nivellement de précision contribueront à l'avènement d'un aménagement durable.

***Mots clés :** Abomey-Calavi, territoire, dépressions intérieures, réseau de nivellement, aménagement durable*

Abstract

The territory of the city of Abomey-Calavi has decantation depressions in places. This research aims to analyze the urban planning problems posed by the management of these depressions. Urban sprawl has revealed many challenges such as the management of "inner basins". The perverse effects of land use planning that has not integrated the management of internal depressions is a fundamental concern.

Documentary research and fieldwork made it possible to collect data. Topographic, bathymetric and geographical data were obtained in particular using a GPS and a total station. A sound recorder was used for interviews and a digital camera for taking images of illustrations. The Schwartz protocol and

the technique of reasoned choice made it possible to constitute a representative sample of 191 people for the collection of socioeconomic data. An interview guide, a questionnaire and an observation grid were also used.

This methodological approach made it possible to retain that 99.4% of the spaces occupied by the interior depressions of the city are subdivided and built in dwellings of various kinds. This results in recurrent flooding and 74.2% of local resident's report being victims of malaria. The works designed to evacuate rainwater are poorly sized and do not take into account the local precision leveling network and the whole of Benin. The release of the sites of the basins and the respect of the precision leveling network will contribute to the advent of a sustainable development.

Keywords: *Abomey-Calavi, territory, inland depressions, leveling network, sustainable development*

Introduction

L'avènement d'un développement durable dans une communauté suppose une gestion planifiée du territoire et des risques. La politique d'aménagement du territoire participe aux politiques de prévention dont le but est d'anticiper la manifestation éventuelle d'un risque en limitant ses effets destructeurs (Géococonfluences, 2021 : 4). Dans l'agglomération d'Abomey-Calavi, cette précaution n'a pas été prise en compte dans les politiques de l'occupation du sol en général et surtout dans le processus de mise en place des infrastructures publiques et privées. En effet, la gestion des dépressions intérieures constitue un des handicaps majeurs au développement socioéconomique durable. Leur occupation engendre des inondations et des maladies d'origine hydrique nuisibles aux populations riveraines, des difficultés de drainage des eaux pluviales avec des investissements aboutissant à des éléphants blancs et des accidents de circulation. Face à ces problèmes, il urge d'analyser les facteurs de dégradation des conditions de vie des populations en général et singulièrement de celles riveraines des dépressions intérieures. Ainsi, les principaux défis naturels et socioéconomiques pourront être identifiés et leur intégration dans les projets contribuerait à un développement local durable. Les cuvettes sont des dépressions fermées qui se situent dans les secteurs à interfluves peu accidentés (Tricart et Cailleux, 1970 : 182). Pour George (1990 : 124), les cuvettes sont des creux topographiques, occupés actuellement par les eaux (à titre permanent ou saisonnier) ou anciennement occupés par les eaux et conservant les dépôts cumulés en milieu océanique, marin ou lacustre ; par extension, c'est toute forme qui se prête à la constitution d'un bassin fermé. Les « cuvettes intérieures » de l'agglomération d'Abomey-Calavi sont formées sur le Continental terminal du Bénin qui date du Crétacé à l'Eocène moyen, voire supérieur

(Houessou et Lang, 1978 : 1). Elles sont issues des ondulations synclinales des couches sédimentaires (Archamault *et al.*, 1974 : 11), des fluctuations climatiques responsables des variations des niveaux lacustres et des dépôts palustro-lacustres (Servant, 1967 : 100 ; Durant et Mathieu, 1980 : 300 ; Durand et Lang, 1986 : 271 ; Gaultier, 2004 : 85 ; Malet, 2004 : 184). Il est observé sur le terrain que ces dépressions intérieures sont des réceptacles d'eau où il y a une vie aquatique et qu'autour d'elles existe une végétation qui abrite une faune. Ce sont alors de véritables écosystèmes diversement répartis, présentant des caractéristiques variables et forment des espaces où des eaux pluviales s'accumulent. L'aménagement de ces secteurs nécessite la prise en compte des dimensions environnementales, sociales et économiques

1. Méthodologie

L'approche méthodologique adoptée a présenté le secteur d'étude, le matériel et les méthodes utilisés, le traitement des données et l'analyse des résultats.

1.1. Présentation du secteur d'étude

L'agglomération d'Abomey-Calavi est située entre 6°20' et 6°41' latitude nord et entre 2°24' et 2°26' longitude est (figure 1).

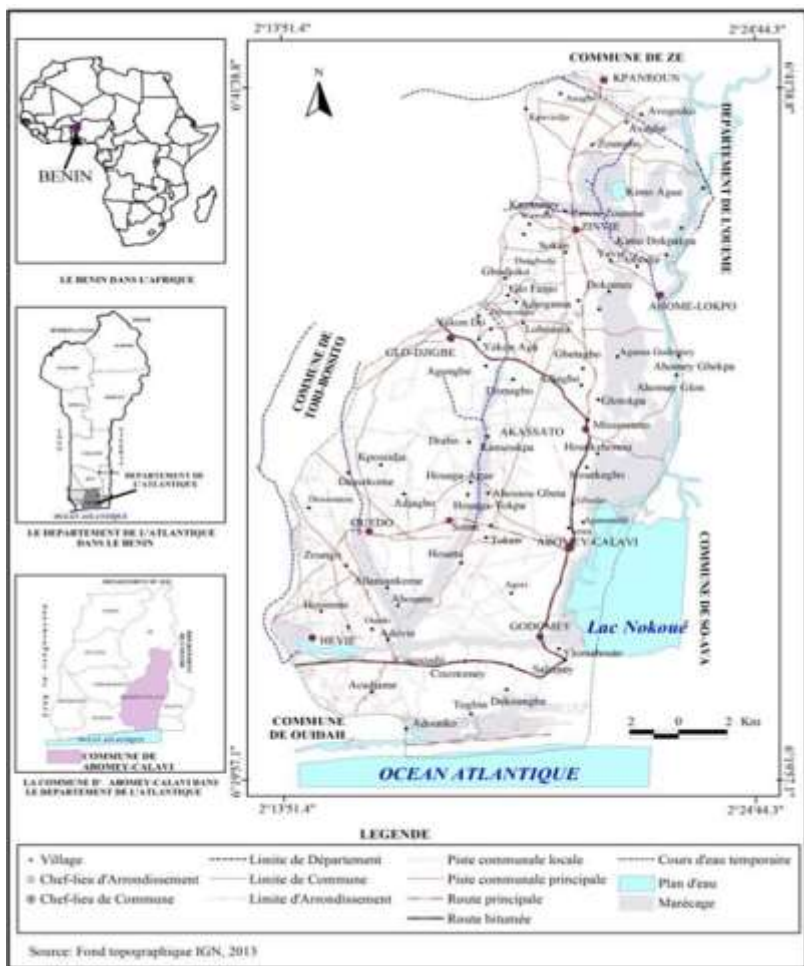


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Le secteur de recherche s'étend au nord jusqu'aux latitudes des localité d'Akassato, limité au sud par la lagune de Djonou, à l'ouest par la lagune de Kogbototo et à l'est par le lac Nokoué.

Ce réseau hydrographique permet à la population de pratiquer la pêche qui est de plus en plus limitée par l'invasion des plantes exotiques comme la jacinthe d'eau. A cet obstacle à la pratique des activités halieutiques s'ajoutent l'envasement et l'ensablement des cours et plans

d'eau. Des cultures maraîchères y sont aussi pratiquées. Pour la satisfaction aisée de la population, il importe de procéder à l'aménagement des dépressions intérieures. De même pour faciliter les échanges entre les populations, l'édification des ponts est nécessaire. Le relief du secteur d'étude est un plateau de terre de barre d'une altitude qui varie entre 20 et 200 m (Médénouvo, 2012 : 25). Les dénivellations varient d'une à une autre. Dans la zone de Finafa, de Zogbadjè et de Cité-la-Victoire, de Gbodjo par exemple, le dénivelé est 8 m. Par contre dans la zone de Alédjo, de Sèmè et de Zopah-Kokpo, le dénivelé est de 19 m. Le caractère relativement plat du relief est globalement favorable aux installations humaines en général et à l'implantation des infrastructures publiques et privées en particulier comme les routes, les centres de santé, d'éducation, des marchés, des places publiques, des habitations. Le plateau de terre de barre est formé de sédiments argilo-sableux du Crétacé à la base, puis des alternances de niveaux calcaires et marneux (Adam et Boko, 1983 : 16). La nature argilo-sableuse de la terre rend sa surface très glissante surtout pendant les saisons pluvieuses et constitue un handicap à la circulation d'où la nécessité des aménagements appropriés. Cette terre permet également grâce à sa nature lithologique la fabrication des briques stabilisées. Cet usage contribue à la réduction des investissements en matière d'achat de sable et de ciment. Les briques réalisées avec la terre de barre prennent la teinte rouge du sable et sont utilisées dans l'ornement des maisons.

Le secteur de recherche est arrosé par le climat subéquatorial qui présente deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches avec une moyenne pluviométrie annuelle de 1300 mm d'eau. Les sols sont à dominance ferrallitiques sur les interfluves et profonds, compacts, résistants surtout pendant les saisons sèches et capables de supporter de grands bâtiments contrairement aux sols hydromorphes des zones marécageuses où l'implantation des infrastructures demande d'importants investissements. Dans des zones humides trois éco-régions types prioritaires ont été identifiées : - forêts de type congolais côtier, mangroves de type congolo-guinéen côtier, écosystèmes marins côtiers du Golfe de Guinée. A tout cela, il faut ajouter les plantations d'*Elaeis guineensis*. La population un accroissement rapide avec une densité de 474 habitants/km² en 2002 passe à 1186 habitants/km² en 2023 (<http://www.mairie-abomey-calavi.bj>). Sous la pression anthropique, ce couvert végétal connaît un important recul laissant place à des paysages urbains et à une mosaïque de cultures et de champs. Le ratio espaces

verts/habitants de la ville étant à 0,06m²/habitants alors que la norme de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) est de 10 m²/habitants (<https://www.programmeppi.org>). L'agriculture, l'élevage, la pêche, l'exploitation forestière, la transformation et l'industrie, les échanges commerciaux et l'artisanat sont les principales activités économiques exercées par les populations. Les paramètres naturels et humains sont à être intégrés dans tous les programmes d'aménagement du territoire urbain pour leur durabilité. Pour la collecte des données sur le terrain des matériels et méthodes ont été utilisés.

1.2. Matériel et méthodes

Des photographies aériennes et des images satellitaires Landsat TM, notamment Landsat 8 OLI-TIRS de 2014 et Spot de 1998, 2010, de 2018 et de 2020 de 30 m de résolution, la carte d'occupation du sol du Bénin de 1990 ont été utilisées pour identifier les sites et la répartition des dépressions intérieures dans l'agglomération d'Abomey-Calavi. Un GPS a été utilisé pour les localiser des et opérer des levés topographiques. Les altitudes des points sont déterminées par nivellement direct avec un niveau Léica LS10 et une paire de mire invars de deux (02) mètres. Un contrôle de stabilité a été réalisé à partir des triplets. Un clinomètre a servi à mesurer les principales pentes du secteur d'étude. Une station totale a permis des mesures bathymétriques au niveau des « cuvettes intérieures » identifiées. Un appareil photographique et un smartphone ont servi respectivement à la prise des images des éléments illustratifs et à l'enregistrement des entretiens. A l'aide d'une houe des fosses pédologiques ont été réalisées pour apprécier l'état d'équilibre ou non des différentes zones du secteur d'étude. Des éprouvettes ont été utilisées pour prélever des échantillons des eaux des dépressions sur le plateau d'une part et sur la plaine d'autre part pour analyser leurs aptitudes à la consommation humaine, en d'autres termes leur niveau de pollution. Des trous et murettes qui sont des pièges à sédiments ont été creusés et établis sur des versants convergents vers les fonds des cuvettes afin de collecter les sédiments en transit pour le comblement de ces dépressions. Les bordures, les côtés, les faces et les fonds sont en ciment pour assurer leur résistance contre les agents d'érosion. Les murettes sont établies avec des matériaux en roches compactes comme les granites, les gneiss, en matières ligneuses.

Une recherche documentaire a été la première étape de l'approche méthodologique. Elle a consisté à la collecte des données climatiques,

paléontologiques, tectoniques, démographiques et socioéconomiques du secteur de recherche. Sur le terrain, des données topographiques, stratigraphiques et géologiques ont été collectées. L'interprétation des photographies aériennes et l'analyse des images satellitaires ont permis la réalisation des cartes d'occupation du sol et notamment de répartition des cuvettes intérieures après des corrections apportées par des observations du terrain. La cartographie a établi un diagnostic du cadre de vie en mettant en exergue les entités géographiques, les géotopes et surtout la répartition des cuvettes intérieures sur le territoire de la localité d'Abomey-Calavi. Le bilan morphogenèse/pédogenèse dans les différents écosystèmes du secteur de recherche a permis d'apprécier le niveau de dégradation de ces derniers.

A défaut d'interroger les 656 358 habitants de la commune d'Abomey-Calavi (INStaD, 2023 : 13), un échantillon représentatif a été constitué à l'aide du protocole de Schwartz et du choix raisonné. Pour que l'échantillon (N) prenne en compte toutes les parties prenantes, chacun des treize (13) arrondissements de la Mairie de Cotonou a fourni un effectif de base (N_1, \dots, N_{13}). La taille de l'échantillon a été déterminée par la formule statistique de Schwartz (1995) : $N = T^2PQ/e^2$ avec N= taille de l'échantillon par arrondissement ; T^2 = écart fixé à 1,96 correspondant à un degré de confiance de 95 % ; P= effectif de la population par arrondissement / effectif de la population-mère ; Q = 1-P ; e = marge d'erreur qui est égale à 5 % et par la technique de choix raisonné. Le nombre de personnes à interroger est déterminé par arrondissement. La commune d'Abomey-Calavi compte de 1 à 9 arrondissements. Chacun d'eux a respectivement Abomey-Calavi (117824 habitants), Akassato (61262 habitants), Godomey (253262 habitants), Glo-Djigbé (28103 habitants), Hèvié (67218 habitants), Kpanroun (9679 habitants), Ouèdo (27522 habitants), Togba (73331 habitants), Zinvié (18157 habitants). Le nombre de personnes probables à interroger dans le premier arrondissement de Cotonou via la formule de Schwartz est calculé de la façon suivante : $N_1 = 1,96 \times 1,96 (117\ 824 : 656\ 358) (1 - 0,18) / (0,05)^2 = 227$.

Dans l'arrondissement d'Abomey-Calavi, 227 personnes sont à interroger. C'est de cette manière que les effectifs de personnes à interroger dans les douze autres arrondissements ont été déterminés (tableau I). Le cumul des sous-échantillons des arrondissements fait 1185 personnes à interroger. Dans l'impossibilité d'interroger 1185 personnes, les sous-échantillons par arrondissement sont réduits de 10% pour

obtenir le nombre de personnes réellement interrogées via la formule de Schwartz : n_1, \dots, n_{13} (tableau I). Ainsi, par la formule de Schwartz, 126 personnes ont été déterminées pour être interrogées. Le choix raisonné a été réalisé sur quota dont la base est le sous-échantillon le plus faible qui est ici égale à 2. Les rapports des sous-échantillons par rapport à cette base sont déterminés (tableau I).

Tableau I : Répartition de de l'échantillon déterminés par la formule de D. Schwartz (1995) et par choix raisonné

Arrondissement	Effectif de la population par arrondissement	Nombre de personnes à interroger (N_i)	Nombre de personnes interrogées (n_i)	Pourcentage de personnes interrogées	Nombre de fois du quota de base	Nombre de personnes interrogées par raison	Pourcentage de personnes interrogées par raison
Abomey-Calavi	117 824	227	28	22,2%	14	14	10,70%
Akassato	61 262	126	13	10,3%	6,5	7	10,70%
Godomey	253262	366	37	29,4%	18,5	19	10,70%
Glo-Djigbé	28103	59	6	4,8%	3	3	3,6%
Hèvié	67 218	138	14	11,1%	7	7	3,6%
Kpanroun	9 679	15	2	1,5%	1	1	10,70%
Ouèdo	27 522	59	6	4,8%	3	3	3,6%
Togba	73 331	150	15	11,9%	7,5	8	3,6%
Zinvié	18 157	45	5	4%	2,5	3	7,14%
Total	656 358	1185	126	100%	63	65	100%

Source : Travaux de terrain, octobre 2022

L'arrondissement de Kpanroun ayant l'effectif le plus faible a servi de base de quota. Les proportions obtenues ont permis de déterminer le nombre de personnes à choisir par raison et par arrondissement. Par cette technique 65 personnes (tableau I) ont été ajoutées à l'effectif déterminé par le protocole de Schwartz. Au nombre des critères retenus, il y a notamment : avoir vécu dans la commune d'Abomey-Calavi au moins pendant 30 ans, être propriétaire terrien, de maison, leaders d'opinion, sages, autorités traditionnelles et administratives, spécialiste des questions d'aménagement du territoire, des sciences de vie et de la terre (topographe, géographe, géologue, ...), être âgé d'au moins 80 ans,

natif d'Abomey-Calavi, personnes ressources, chasseurs, pêcheurs, etc. Ces critères ne sont pas cumulatifs. Au total, l'échantillon représentatif interrogé dans le cadre de cette étude est composé de 191 personnes. Des entretiens ont été réalisés avec les personnes ressources de l'échantillon à l'aide d'un guide d'entretien et les autres membres interrogés par questionnaire pour avoir les perceptions des populations sur la planification des aménagements dans la ville d'Abomey-Calavi et notamment au niveau des dépressions intérieures. Une grille d'observation utilisée a permis de collecter des données en situation réelle. Les données collectées ont été traitées et les résultats analysés.

1.3. Traitement des données et analyse des résultats

Les données collectées ont été manuellement dépouillées et rangées sous formes de tableaux et graphiques à l'aide des tableurs Excel et Word. Pour l'établissement des cartes de situation de la localité d'Abomey-Calavi et de la répartition des cuvettes intérieures, plusieurs logiciels ont été utilisés. Le logiciel ERDAS Imagine version 22.0.2 a permis le traitement numérique des photographies aériennes. ArcGIS version 10.1 a servi à la création, l'habillage, à l'analyse des données statistiques et à l'édition de la carte de répartition des cuvettes intérieures sur le site du secteur d'étude. Le logiciel Arc View version 3.2 a été utilisé pour la numérisation des couches. Les résultats obtenus ont été analysés par deux modèles. L'indice de compacité de Gravelius a été utilisé pour identifier les formes des cuvettes intérieures. Sa valeur est égale au rapport du périmètre d'une cuvette à sa surface. Soit P égal au périmètre d'une cuvette et S , sa surface et C le coefficient de compacité de Gravelius, $C = p / (2\sqrt{\pi S}) = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$. Les indices obtenus varient entre 1 et 1,9. Plus les indices sont faibles, plus les dépressions ont une forme circulaire. Plus l'indice croît, les formes des dépressions évoluent d'ovoïde à amiboïde, ensuite à étirée et enfin à très étirée. Le modèle systémique a mis en relief les interactions et interdépendances qui existent entre les différentes composantes du secteur d'étude. En plus le modèle PEIR (Pressions-Etats-Impacts-Réponses) a permis d'analyser les pressions exercées par les populations sur les cuvettes intérieures de la localité d'Abomey-Calavi, les états des écosystèmes, les impacts des pressions et enfin les réponses ou mesures prises par la population pour réduire ou corriger les effets négatifs des actions humaines sur les environnements naturel et social.

2. Résultats

2.1. Facteurs de différenciation des écosystèmes et des caractéristiques des dépressions intérieures

Les mesures altimétriques et les levés topographiques réalisées dans le cadre de cette recherche ont permis de constater que la configuration topographique présente deux types de relief : un plateau de terre de barre (20 à 200 m) d'altitude où se trouvent les cuvettes intérieures et en aval une plaine d'inondation de 5 à 10 m de hauteur. Les deux unités de relief sont reliées par un talus de direction nord-sud. Les levés altimétriques ont abouti à la génération du relief. Un Modèle Numérique du Terrain (MNT) a été utilisé pour modéliser le relief en trois dimensions (rendu 3D) en X, Y, Z. Il y est observé des courbes de niveau qui ont servi à déterminer les orientations du relief et le sens global de l'inclinaison du relief. Le clinomètre utilisé a révélé que les pentes varient entre 5 et 10 %. Dans son ensemble, le relief est légèrement incliné vers le sud où se trouve un système lagunaire qui se raccorde à l'océan Atlantique. Les inclinaisons favorisent le ruissellement des eaux pluviales qui comblent les dépressions avec des débris rocheux notamment sédimentaires et ceux végétaux et animaux qu'elles drainent. Les mesures bathymétriques ont révélé que les profondeurs des dépressions intérieures varient entre 3 et 10 m, donc parfois en dessous de la hauteur de la plaine. Les fonds des cuvettes intérieures sont alors de 2 à 5 m d'altitudes plus basses que celles de la plaine. Les eaux pluviales des secteurs des cuvettes intérieures convergent naturellement vers ces dernières. La terre de barre est de nature argilo-sableuse compacte de résistance allant de 500 à 1000 bars peu perméable à l'eau. Dans la plaine, l'hydrodynamisme est permanent et la communication avec l'océan Atlantique par des passes rend l'eau par endroits salée tandis que le plateau est le siège d'eau douce. Dans le secteur d'étude, la topographie et l'hydrodynamisme constituent les principaux déterminants des écosystèmes.

L'observation des dépressions sur le terrain et sur les images SPOT de 1998, de 2018, de 2010 et de 2020 a permis de constater que les cuvettes intérieures de la localité d'Abomey-Calavi ont globalement deux formes : circulaire et ovale. Les visites de terrain et le traitement des images satellitaires ont révélé la présence de 106 principales dépressions intérieures distantes de 2 à 15 km en moyenne. Leur superficie varie en moyenne de 0,5 à 3, 2 ha. Avec le coefficient de compacité de Gravelius calculé qui varie de 1 à 1,92 des précisions de catégories de formes ont été obtenues. Il est déterminé des catégories de formes circulaires,

ovoïdes, amiboïdes aux pourtours lobés, voire nets, contrastées ; ensuite des formes allongées et étirées. Ces cuvettes intérieures ont une orientation sud-ouest et sud-est et diversement réparties dans le secteur d'étude. Les observations ou visites de terrain réalisées dans le cadre de cette étude sur le territoire de la ville d'Abomey-Calavi ont révélé l'existence d'une mosaïque de formes de cuvettes intérieures alors que le réseau hydrographique a globalement une orientation nord-sud. A l'échelle de cette agglomération, les sections occupées par ces cuvettes peuvent être qualifiées d'endoréiques. Elles sont occupées par les eaux de ruissellement pendant les saisons pluvieuses et de façon permanente notamment de juin à août et de septembre à novembre. Les sols de leurs espaces restent souvent humides jusqu'au mois de janvier. Les forages de puits dans les sections des cuvettes intérieures au début et à la fin de la grande saison sèche ont montré que la nappe phréatique se situe entre 0, 5 et 8 m. Les niveaux de la nappe phréatique dépendent des saisons sèches et pluvieuses. Au cours des forages, il est observé en moyenne entre 9 et 10,5 m, une strate formée de grumeaux de terre argilo-sableux juxtaposés facilement détachables. Il s'agit des inféro-flux ou voies de circulation d'eau souterraine d'un point élevé à un point bas. Les eaux issues des forages de plateau ont un p^H variant entre 6,86 et 7 tandis que celles de la plaine ont un p^H qui varie entre 5, 2 et 6, 4 à cause de la présence d'une multitude de déchets de natures variées. L'acidité est due à la présence dans les eaux du protoxyde d'azote, de dioxyde de carbone (CO₂), des traces de *Coliformes totaux et fécaux*, de *Streptocoques fécaux*, d'aluminium, de cuivre, de fer, de nitrate, de nickel, de zinc, etc., révélés par l'analyse de ces dernières au Laboratoire. Les nappes phréatiques des plateaux d'Abomey-Calavi sont les sources d'alimentation des populations des villes d'Abomey-Calavi et de Cotonou en eau potable après le traitement des eaux souterraines par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB).

L'analyse des paysages végétaux sur les images satellitaires de 1998 et de 2018 de 30 m de résolution ont révélé une dynamique régressive des formations végétales, voire une anthropisation des espaces des cuvettes intérieures de la localité d'Abomey-Calavi. Dans les périphéries urbaines, les dépressions intérieures sont occupées par des forêts reliques ou dégradées parfois sacrées ; le spectre biologique est dominé en moyenne par des phanérophytes (Ph) avec 52,8%. Les épiphytes (E) représentent 4, 6% de l'ensemble des espèces végétales, les chaméphytes (Ch) 28,6 %, les hémicryptophytes (H) 10, 1% et cryptophytes 03, 9 %. Les visites de

terrain ont permis de constater qu'à l'intérieur de la ville d'Abomey-Calavi, les cuvettes sont soumises à de fortes pressions anthropiques qui sont les principales sources de leur dysfonctionnement et des autres écosystèmes.

2.2. Fonctionnements et usages des dépressions intérieures

Pour 74, 8 % des octogénaires interrogés les cuvettes intérieures étaient entourées de forêts semi- décidues qui constituaient des points cynégétiques car les animaux y trouvaient des abris et s'abreuyaient. Ils ajoutent que ces dépressions permettaient aux populations de s'approvisionner en eau de boisson et de mener des activités halieutiques surtout pendant les saisons sèches, périodes au cours desquelles les cultures maraîchères y sont pratiquées. Ils attestent que certaines abritent des divinités très célébrées et sont les sièges de mares et forêts sacrées. Pour 56, 2% des chasseurs interrogés les espèces animales les plus fréquentes sont *Thryonomys swinderianus* (aulacode), Simiiformes sp *Antilope* sp, *Boa constrictor*, etc. Quant aux espèces aquatiques, 45,7 % des pêcheurs ont cité *Silurus glanis*, *Cyprinus carpio*, *Testudines ou Cheloniens* sp, etc. La commune d'Abomey-Calavi a connu une croissance démographique et spatiale rapide. De 1979 à 2013, la population urbaine d'Abomey-Calavi est passée de 9327 habitants à 572891 habitants en 2013. Au sud, le centre-est est densément plus peuplé que le centre-ouest. La périurbanisation s'étend vers le centre-est (Togba et Hêvié) et le nord, particulièrement à Glo-Djigbé et Zinvié. Les enquêtes dans le cadre de cette étude ont révélé que la région du sud (Godomey, Abomey-Calavi, Togba et Hêvié) a une densité qui varie entre 1200 à 1502 habitants/ km² contre 500 à 906 habitants/km² au centre (Akassato et Ouèdo) et entre 300 et 402 habitants/km² au nord (Glo-Djigbé et Zinvié). Cette croissance démographique a entraîné également l'augmentations des besoins fondamentaux des populations. Leur satisfaction est à l'origine de la forte consommation des ressources naturelles. Il est observé dans le secteur de recherche des occupations anarchiques des cuvettes intérieures par des installations humaines comme des habitations privées, des infrastructures sociocommunautaires, des jachères et cultures, etc. (figure 2 et 3). La dynamique de l'occupation du sol est très remarquable de 2010 à 2020 (tableau II).

Tableau II : *Dynamique de l'occupation du sol de 2010 à 2020 dans la commune d'Abomey-Calavi*

Occupation du sol	Superficies (ha) en 2010	Pourcentage (%)	Superficies (ha) 2020	Pourcentage (%)
Forêt galerie	11	0,02%	6	0,01%
Forêt dense	89	0,17%	72	0,13%
Forêts et savanes boisées	98	0,18%	64	0,12%
Forêts et savanes marécageuses	8344	15,48%	8344	15,48%
Savane arborées et arbustives	1034	1,92%	826	1,53%
Cultures et jachères	24234	44,96%	21921	40,67%
Cultures et jachères à palmier	3715	26,89%	2549	4,73%
Mangroves	97	0,18%	97	0,18%
Plantations	2005	3,72%	1625	3,01%
Sols dénudés	24	0,04%	24	0,04%
Plages	47	0,09%	47	0,09%
Plans d'eau	1318	2,45%	1318	2,45%
Agglomérations	12884	23,90%	17007	31,55%
Total	53900	100,00%	53900	100,00%

Source : *Analyse des images satellitaires de 2010 et 2020*

Les enquêtes réalisées dans le cadre de cette étude ont révélé que la forte pression anthropique est liée à plusieurs facteurs. En effet, pour 51, 2% des personnes interrogées, le milieu naturel de la ville d'Abomey-Calavi marqué par la fréquence des inondations des plaines est une des causes importantes de refoulement massif de la population vers les plateaux d'Abomey-Calavi ; 41,8% expliquent ce phénomène par la cherté de la vie à Cotonou par rapport à Abomey-Calavi, deux villes distantes de 20

à 30 km ; 7% désignent l'Université d'Abomey-Calavi comme l'un des précurseurs de l'extension urbaine. La ville d'Abomey-Calavi est devenue un eldorado grâce à son site et sa position géographique. Il est observé une forte dynamique périurbaine

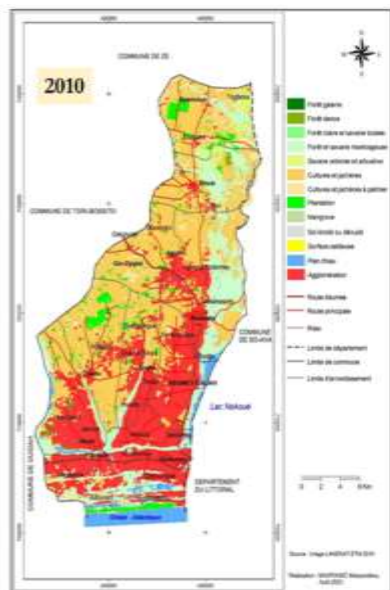


Figure 2 : Occupation du sol d'Abomey-Calavi en 2010

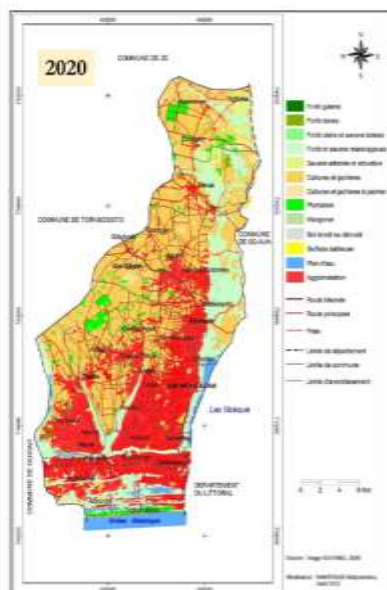


Figure 3 : Occupation du sol d'Abomey-Calavi en 2020

Les figures 1 et 2 montre notamment la dynamique de l'occupation du sol par les agglomérations. En l'an 2010 (figure 1) le sud et l'est de la commune d'Abomey-Calavi sont occupés par les habitations et des infrastructures socioéconomiques comme les routes. En 2020 (figure 3), il y a eu l'extension et l'intensification des agglomérations vers le centre de la commune tandis qu'au nord des hameaux se sont transformés en villages et des villages en villes comme Akassato, Zinvie et Kpanroun. L'implantation des habitations et autres infrastructures dans les dépressions est favorisée par les opérations officielles de recasement et de lotissement de parcelles. Il en résulte l'ensablement de ces formes de relief. Ce phénomène est dû aux actions érosives des eaux pluviales qui convergent vers les fonds des dépressions en partant des interfluves et détruisant la structure des sols déjà remués par des actions humaines. Sur

des pentes de 8 à 10% ou sur des escarpements, il est observé la disparition de 2 à 3 horizons pédologiques par rapport aux horizons constatés sur les interfluves plans après les fosses réalisées pour l'analyse de la structure des sols. Avec les fosses pédologiques de 1, 5 m de profondeur, les couches d'une épaisseur de 1 à 45 cm sont plus variées et nombreuses dans les dépressions où il y a une sédimentation permanente que celles des interfluves plans et des inclinaisons.

Sur les escarpements se trouvent des chapelets de ravins de formes et de profondeur variables. Il est observé sur le terrain que 75,2% des ravins sont allongés présentant des versants abrupts sous forme de la lettre V en caractère d'imprimerie majuscule, 12,3% sont relativement circulaires, 7,1% ovoïdes et 5,4% amiboïdes. Leur profondeur varie entre 15,9 cm et 1,78 m. Au niveau des pièges à sédiments érigés sur les versants des dépressions, des collectes ont été faites après chaque pluie. Après les vingt-neuf (29) pluies de la grande saison pluvieuse (15 mars à 15 juillet 2022), 2, 65 t de sédiments ont été collectées par trous et 1, 85 t par murettes. Cet ensablement a pour corollaires le dysfonctionnement des écosystèmes, le comblement et la disparition de 82,4% de cuvettes intérieures. La forte anthropisation du secteur d'étude a contribué à la dégradation des écosystèmes par le biais de la déforestation et des remblais réalisés dans le cadre de l'implantation des infrastructures socioéconomiques. Une analyse diachronique du secteur d'étude a permis d'observer que les forêts de type congolais côtier, mangroves de type congolo-guinéen côtier, écosystèmes marins ont à maints endroits disparus au profit de la savane arbustive, les mosaïques de cultures et jachères sous palmeraies, les mosaïques de cultures et jachères, les marécages, les plantations et les agglomérations. L'analyse du niveau du nivellement topographique de la ville d'Abomey-Calavi a révélé l'existence d'une imprécision. Le cadre de référence altimétrique officiel du Bénin est constitué de repères de nivellement implantés le long des Routes Nationales Inter-Etats (RNIE) et basé sur le datum du Niveau Moyen de la Mer de Dakar en 1965 et calculé par l'Institut Géographique National-France (IGN-France). La plupart des repères de la ville de Cotonou et d'Abomey-Calavi est constituée de macarons et de rivets réalisés dans les années 1965, 2009 et 2016. La présente recherche a permis d'identifier 32 repères, effectif insuffisant pour le quadrillage de la ville de Cotonou et d'Abomey-Calavi. Un inventaire réalisé dans le cadre de cette recherche a révélé que 75% des repères sont détruits par des travaux de constructions, de réfections, d'assainissement ou

d'aménagements. Ce fait participe aux imprécisions dans les calculs des dénivelés. Ces imprécisions et l'occupation des cuvettes intérieures ont des effets environnementaux et socioéconomiques.

2.3. Effets de l'occupation des dépressions intérieures et de l'imprécision dans le calcul des dénivelés

Cette recherche a révélé que 79,3 % des cuvettes intérieures de la ville d'Abomey-Calavi sont occupées et comblées. Les eaux pluviales qui y déversent naturellement trouvent des issues pour stagner dans les milieux voisins qui jadis étaient exemptés des inondations. Les zones affectées se situent entre 0,5 à 2 km des cuvettes fermées. L'imprécision dans les calculs des dénivelés, les mauvais nivellements et conditions climatiques ont pour conséquence un drainage de surface médiocre et l'apparition de flaques d'eau. Il est observé dans le secteur d'étude des caniveaux ensablés, dans lesquels les eaux stagnent et jonchent des objets de diverses natures. Il y a le sous-dimensionnement des ouvrages d'évacuation des eaux pluviales. Leurs fonds sont plats et sans inclinaisons sensibles. Au lieu d'être orientés vers les cuvettes dont les altitudes des fonds sont plus basses que les hauteurs de la plaine, les collecteurs des eaux pluviales sont dirigés vers les plaines d'où la stagnation des liquides. La stagnation des eaux pluviales favorise la multiplication des anophèles vecteurs de la propagation de la malaria. Pour 71,9% des habitants des secteurs des cuvettes intérieures, le paludisme est la maladie dont ils sont victimes surtout pendant les saisons pluvieuses. Ils déclarent être victimes de stress de forte humidité et de difficultés d'accès et de sortie de leurs habitations. Des dispositions sont à prendre pour des aménagements durables.

2.4. Défis à relever pour des villes durables dans la commune d'Abomey-Calavi

Les différents plans d'aménagements, de développement ou de planification du territoire d'Abomey-Calavi doivent prendre en compte le patrimoine géologique et géomorphologique. La densification du réseau de nivellement faciliterait la précision dans les calculs de dénivelés. Il importe de reloger les occupants des cuvettes intérieures pour libérer les points de convergence naturelle des eaux pluviales. Etablir la carte de l'état bioécologique et du degré de sollicitation des entités géographiques avec la carte des sites naturels, culturels et des géotopes et celle des paysages à intérêt communal. Etablir des plans d'affectation des zones

aux activités culturelles, industrielles, aux habitations, les zones à protéger, etc. Un programme d'Education Relative à l'Environnement est indispensable

3. Discussion

Les facteurs de différenciation des écosystèmes et de l'instabilité du cadre de vie auxquels le présent travail est parvenu ont été déjà évoqués par des travaux scientifiques comme ceux du Ceda (1998 : 2) et Dégbé *et al.* (2017 : 25) qui ont prospecté le littoral béninois. La non intégration du patrimoine géomorphologique et en l'occurrence du relief dans les aménagements du territoire est aussi révélé par des auteurs comme IGN (2017 : 15), Gnélé (2010 : 195) ; Andres (2015 : 58) dans leurs études sur la ville de Cotonou. Le patrimoine géomorphologique est la pierre angulaire de l'aménagement durable du territoire. L'efficacité de sa gestion dépend de la prise de conscience par ses utilisateurs et par les personnes impliquées dans la protection de la valeur de ce patrimoine. De l'indépendance en 1960 à nos jours, Abomey-Calavi a connu de nombreux plans d'aménagement et de développement qui n'ont pas donné satisfaction aux populations. Les multiples problèmes fonciers, de pollution, d'inondation, etc., témoignent de cette incapacité. Ces différents problèmes ont été dénoncés sans que le bout du tunnel n'est jamais atteint. Des efforts d'intégration de l'écologie dans les programmes d'aménagement du territoire ne sont plus suffisants mais il importe de développer une politique d'Education Relative à l'Environnement (ERE). La vérification de la précision du nivellement topographique est hautement technique et exige des moyens colossaux sous toutes les formes dont ne dispose la présente étude

Conclusion

Arrosé par un climat subéquatorial, le territoire de la commune d'Abomey-Calavi est occupé en grande partie par des dépressions intérieures qui participent au fonctionnement des écosystèmes. Malgré leur importance écologique, elles ne sont pas intégrées aux différents programmes d'aménagement. Ainsi, il se pose des problèmes de nivellement topographique, des désagréments environnementaux et socioéconomiques. L'extension spatiale des villes de la commune d'Abomey-Calavi est l'un des principaux facteurs d'occupation de ces

formes de relief. La durabilité de ces villes passera par une gestion rationnelle et participative des composantes du milieu naturel, une Education Relative à l'Environnement. Ce faisant, au lieu d'être des contraintes, les dépressions intérieures de la commune d'Abomey-Calavi seront transformées en des facteurs de développement durable.

Références bibliographiques

ADAM Kolawolé Sikirou et BOKO Michel (1983), *Le Bénin*. Cotonou / Paris, SODIMAS / EDICEF.

ARCHAMBAULT Michel., LHENAFF René et VANNET Jean-René (1974), *Documents et méthode pour le commentaire de cartes (géographie et géologie)*. Deuxième fascicule : Les reliefs structuraux, Paris, Deuxième Edition, Deuxième tirage, MASSON et C^{ie}.

CEDA (1998), *Les carrières de sable ouvertes le long du littoral béninois*. Cotonou, Bénin.

DEGBE Georges, SOHOU Zacharie, OYEDE Marc, ADJE Christian, DU PENHOAT Yves, BOURLES Bernard, CHUCHLA Rémi, ALMAR Rafael (2017), « Évolution du trait de côte du littoral béninois de 2011 à 2014 ». *Science de la vie, de la terre et agronomie REV. CAMES, Vol. .05, N°01*, pp. 21-28.

DURAND Alain et LANG Jack (1986), « Approche critique des méthodes de reconstitution paléoclimatique : le Sahel nigéro-tchadien depuis 40000 ans ». *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. II, n°2, pp. 267-278.

DURAND Alain et MATHIEU Paul (1980), « Évolution paléogéographique et paléoclimatique du bassin tchadien au Pléistocène supérieur ». *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, vol. 22, n°4-5, pp. 329-341.

DURAND Alain et LANG Jack (1986), « Approche critique des méthodes de reconstitution paléoclimatique : le Sahel nigéro-tchadien depuis 40000 ans ». *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. II, n°2, pp. 267-278.

GAULTIER Gaëlle (2004), *Étude hydrodynamique et géochimique de la nappe quaternaire du nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental)*. Thèse de doctorat, l'Université Paris-Sud (Paris XI).

Géoconfluences (2021), « Les mots de Géoconfluences en 2021 ». <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/actualites/veille/brevs/mots-glossaire-2021>

- GEORGE Pierre** (1990), *Dictionnaire de la géographie, quatrième édition revue et augmenté*. Paris, Presses Universitaires de France
- GNELE José Edgard** (2010), *Dynamique de la planification urbaine et perspectives de développement durable à Cotonou (Bénin)*. Thèse de doctorat en Géographie et Environnement, Université d'Abomey-Calavi, FLASH.
- HOUESSO Aurélien et LANG Jack** (1978), « Contribution à l'étude du Continental terminal dans le Bénin méridional ». *Sciences Géologiques, bulletins et mémoires*, vol. 31, n°4, pp.137-149.
- IGN** (2017), *Le Bénin révélé, à la lumière des compétences de l'IGN*. Cotonou, Bénin.
- INStAD** (2023), *Enquêtes démographiques dans le département de l'Atlantique au Bénin*. Cotonou.
- MALEY Jean** (2004), « Le bassin du Tchad au Quaternaire récent : formations sédimentaires, paléoenvironnements et préhistoire. La question des Paléotchads ». In : *L'évolution de la végétation depuis deux millions d'années*, A.M. SÉMAH et J. RENAULT-MISKOVSKI (éd), Paris, Édition Artcom / Errance.
- MEDENOUVO Firmin** (2012), *La géographie du Bénin CM2*. Paris, Editions Le Perroquet.
- Schwartz Daniel** (1995), « Le jeu de la science et du hasard : La statistique et le vivant ». In : *H. L. Dans Population* 1995, Vol. 50, N°1.
- SERVANT Michel** (1967), « Données stratigraphiques sur le Quaternaire supérieur et récent au Nord-Est du Lac Tchad ». In : *VIe Congr. Panafr. Préhist. Et. Quatern., et Cab. O.R.S.T.O.M., série Géologique*, 1970, vol. 2, N°1.
- TRICART Jean et CAILLEUXbAndré** (1970), *Traité de géomorphologie*. Paris, Tome IV, Le modelé des régions sèches, Édition SEDES.
- <http://www.mairie-abomey-calavi.bj>
<https://www.programmeppi.org>