

Cartographie des zones à l'origine de l'ensablement des canaux du bassin versant du Gourou (Abidjan – Côte d'Ivoire)

[Mapping of areas causing silting channels (Abidjan – Côte d'Ivoire)]

COULIBALY Talnan J H, COULIBALY Naga, KOFFI Donald, CAMARA Mathurin, and SAVANE Issiaka

Laboratoire Géosciences et Environnement,
Université Nangui Abrogoua,
Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2014 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study is led on the Gourou watershed, in the autonomous district of Abidjan. Many quantities of sands and macroelements stream to this watershed's exutory in rainy season, blocking drainage canals and invading decantation basin. The objective of this work is to determine the origins of the sands in order to make map. To do it, we update the watershed's limits according to water separation lines. Then, we make a map of erosion zones susceptible to give up sands. The processing of all these data reveals a plurality of this sand blocking origins; the most producing zones being the ones situated near the road arteries. Sands come mainly from numerous bare zones of the watershed, from disorderly installed human activities and from the canals of the drainage network poor maintenance; some canals are being broken by place.

KEYWORDS: Gourou watershed, sand blocking, eutrophication, plastic arts, rainwater, pollution.

RESUME: La présente étude est menée sur le bassin versant du Gourou, situé dans le district autonome d'Abidjan. De grandes quantités de sables affluent à l'exutoire de ce bassin en saison pluvieuse, bouchant les canaux de drainage et envahissant les ouvrages de retenue.

L'objectif de nos travaux de terrain et du traitement des données recueillies est la détermination des zones à l'origine de cet ensablement et leur cartographie. Pour y parvenir, nous procédons à une actualisation des limites du bassin versant suivant les lignes de partage des eaux. Ensuite, nous élaborons une cartographie des zones de forte érosion ainsi que des lieux d'activités anthropiques situés aux abords des canaux à ciel ouvert et susceptibles de céder du sable. Le traitement de toutes ces données révèle une pluralité des origines de cet ensablement ; les zones les plus productrices étant celles situées non loin des artères routières. Les sables proviennent principalement des nombreuses zones dénudées du bassin, des activités humaines anarchiquement installées et du mauvais entretien du réseau de drainage dont les canaux se trouvent rompus par endroit.

MOTS-CLEFS: Bassin du Gourou, ensablement, eutrophisation, objet plastique, eau pluviale, pollution.

1 INTRODUCTION

Un bassin versant est l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau (réseau hydrographique). Sa surface correspond à l'aire délimitée par l'ensemble des points les plus hauts qui constituent la ligne de partage des eaux ou ligne de crête. Le bassin versant se compose de un ou plusieurs sous-bassins et connaît, au cours de son évolution, d'importantes modifications du fait des activités anthropiques et des conditions climatiques. Le Bassin versant du Gourou est

un vaste territoire dont les eaux se concentrent au niveau du carrefour de l'Indénié pour se déverser dans la lagune Ebrié. Aussi, paraît-il important de signifier que ce bassin est caractérisé par des sols fortement érodés, des bas-fonds et des collines à forte pente. Plusieurs travaux de réaménagement ont été réalisés sur le lit principal et certains de ses affluents à travers différents projets gouvernementaux. Cependant, la satisfaction apportée par ces aménagements s'estompe au fil du temps à cause des quantités progressives de sables et de déchets solides qui se déposent dans les canaux du réseau de drainage et les bassins de retenue pour obstruer le passage de l'eau. Ces immondices multiplient les inondations au carrefour de l'Indénié tout en accélérant le dépôt de sable sur les berges de la lagune Ebrié. Vu l'ampleur et la récurrence du phénomène, l'on se demande d'où pourraient provenir tous ces sables et ces innombrables immondices essentiellement composés d'ordures et d'objets plastiques ? Notre étude se propose donc d'analyser le problème en amont. De manière spécifique, il s'agit de repérer les origines des sables ainsi que les sites de provenance des déchets solides que l'on trouve en aval du bassin du Gourou, après avoir actualisé les limites de ce dernier.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le Bassin versant du Gourou est un vaste territoire situé au centre-nord de la ville d'Abidjan avec une population de près de 500 000 habitants. Il s'étend du Nord au Sud, d'Abobo à l'échangeur de l'Indénié. D'une largeur variable, il est limité à l'Est par le prolongement du boulevard Latrille vers le quartier des Il Plateaux et à l'Ouest par la ligne du chemin de fer reliant Adjamé à Abobo (Projet de gestion intégrée du bassin versant du Gourou - Phase d'urgence, 2010).

Toutes les eaux de ce bassin se concentrent au niveau du carrefour de l'indénié pour se déverser dans la lagune.

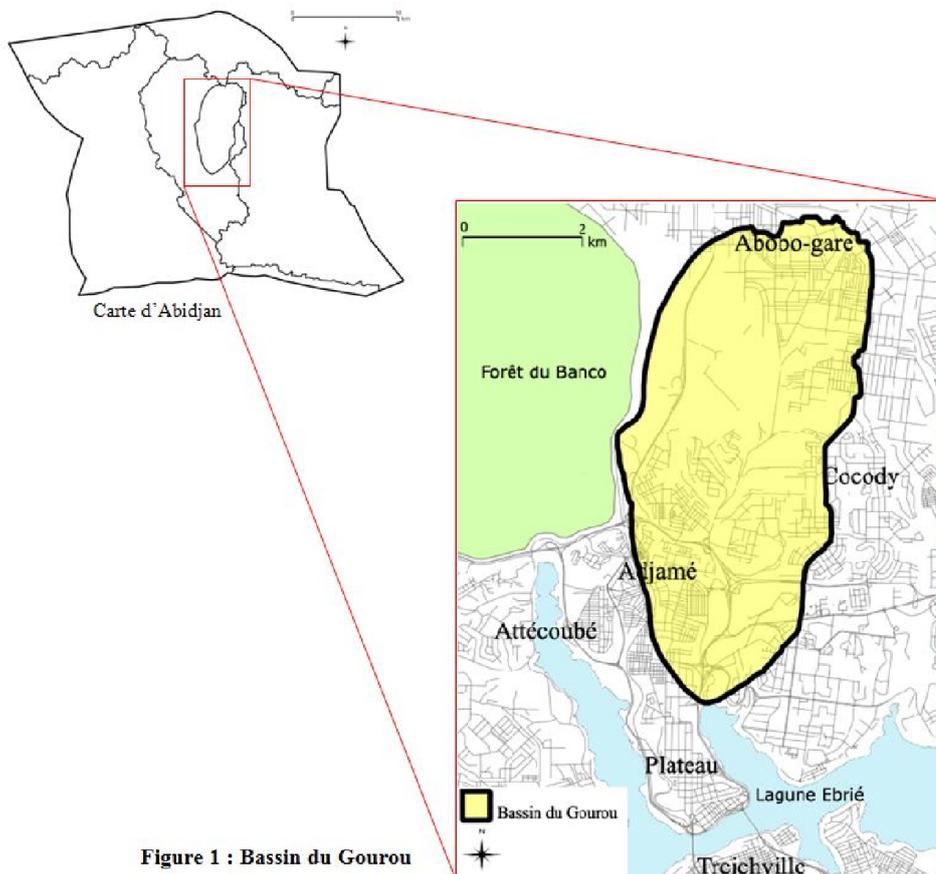


Figure 1 : Bassin du Gourou

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATERIELS D'ETUDE

- **Données numériques et géographiques**

Images SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Les données SRTM sont des données altimétriques de la surface du terrain selon un maillage régulier. Parmi les images SRTM disponibles, nous avons utilisé SRTM-3 version 2 (Source: United States Geological Survey (USGS) 2004). Leur résolution est de 90 mètres soit 3 arcs secondes, couvrant toute la zone d'étude. (Coulibaly, 2009).

Les références des images SRTM utilisés sont : SRTM N05W005.hgt et N05W004.hgt.

Données GPS

Les données GPS utilisées pour cette étude ont été recueillies sur le terrain au cours de nos prospections. Ce sont exclusivement des données UTM.

De façon stratégique, nous avons repéré des points à différents endroits du bassin versant avec des observations différentes (**Annexe I**).

- **Matériel technique et informatique**

Sur le plan technique, nous nous sommes munis de :

- 1 Appareil photo numérique de résolution 12 Méga Pixel pour les prises de vue et les différentes captures ;
- 1 GPS Garmin Etrex pour la prise des coordonnées des points et parcelles étudiés ;
- 1 bloc-notes pour noter les coordonnées géographiques et tous les autres détails pouvant faciliter la localisation des sites étudiés ;
- 1 stylo à bille pour la notation et l'estimation de la taille de certains éléments ;
- 1 ordinateur pour l'installation des environnements de travail et le stockage de la base des données numériques ;
- 1 tableur Excel pour la saisie et la concentration des données UTM ;
- 2 logiciels d'information géographique (LIG) :
 - GRASS GIS version 6.4.2 pour l'extraction des bassins versants et du réseau hydrographique ;
 - Quantum GIS version 1.8.0 pour matérialiser les contours du grand bassin et du sous-bassin concernés par notre étude, actualiser les paramètres caractéristiques (longueur, superficie, largeur moyenne etc.) et établir la carte des sites prospectés.

Les deux versions de logiciel ci-dessus cités sont compressées dans un fichier unique d'installation gratuit sur http://qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-2.0.1-3-Setup-x86_64.exe

3.2 METHODES UTILISEES

- **Prétraitement des images SRTM**

Pour notre étude nous avons utilisé l'algorithme de connexité D8 dont les huit (08) directions matérialisent les quatre (04) points cardinaux principaux (Nord, Sud, Est et Ouest) et les quatre (04) points cardinaux secondaires (Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest).

L'intérêt réside dans la rapidité d'obtention de l'information et dans son systématisme qui permet d'obtenir des informations pertinentes pour les plans d'eau candidats à l'aménagement sur toute une région. Le prétraitement des images s'est fait en deux (02) principales étapes :

Etape 1 : La mosaïque et le formatage de l'image de base

Cette première étape a consisté d'abord à constituer une image unique mosaïquée de notre zone d'étude. Ensuite, le fichier d'extension .hgt obtenu a été converti en format grid (format raster) avant d'être introduit dans l'environnement de travail.

Le format grid est le format de fichier utilisé dans par l'algorithme D8.

Etape 2 : Prétraitement du fichier grid

L'objectif ici était d'atténuer les effets de points bas dû aux imperfections du fichier grid pour ne pas fausser le réseau hydrographique en empêchant l'écoulement de l'eau (Payraudeau, 2002).

Le raster ainsi obtenu a servi à constituer la carte d'accumulation et à extraire le réseau hydrographique ainsi que les bassins versants.

- **Extraction des bassins versants**

Cette opération a été effectuée automatiquement en utilisant le module **r.watershed** du logiciel Grass GIS (**Raster > modélisation hydrologique > analyse de bassin versant**) pour identifier tous les bassins avec une superficie minimale de 1 km carré.

- **Extraction du réseau hydrographique**

C'est à partir de la carte d'accumulation obtenue que nous avons extrait le réseau hydrographique. Pour cette opération, nous avons utilisé le **calculateur Raster** de Grass GIS (**Raster-->calculateur de carte**), c'est-à-dire le module **r.mapcalc**. Nous avons commencé par calculer le logarithme de la valeur absolue de l'accumulation nommé (**log_accumulation**), un paramètre utile pour les calculs hydrologiques dont la formule est : **log_accumulation=log(abs(accumulation)+1)** avec pour commande Grass: **r.mapcalclog_accumulation=log(abs(accumulation)+1)**.

Nous avons utilisé à nouveau **r.mapcalc** pour extraire de cette couche un réseau hydrographique avec une valeur seuil de 6.

- **Repérage du bassin versant du Gourou**

Pour repérer le bassin versant concerné, nous avons ajouté, au projet Quantum, un fichier csv créé sur Excel à partir des coordonnées géographiques du **Tableau II**.

Après traitement par l'interface du logiciel, les points géoréférencés du csv sont apparus à l'intérieur de l'un des bassins préalablement extraits. Nous en avons donc extrait les caractéristiques suivantes : périmètre, surface, longueur et largeur moyenne.

- **Résumé graphique (Cartographie)**

Les zones sableuses arables, les versants abrupts, les grandes parcelles non couvertes à pente forte ou moyenne et les parois des canaux rompus du bassin ont été repérées et géolocalisées avec un GPS Garmin. Leurs coordonnées géographiques ont permis de créer un fichier csv de points étiquetés que le processus "**Ajouter une couche de texte délimité**" a positionné sur la surface du bassin versant du Gourou.

Processus dans Quantum : -Ajouter une couche de texte délimité

Paramétrage : [Délimiteur sélectionné] =Point-virgule

[Champ X]=Longitude ; [Champ Y]=Latitude ; [Paramétrage d'étiquette]=Observation.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 RESULTATS

- **Les bassins versants et le réseau hydrographique d'Abidjan**

Les bassins versants de superficie égale ou supérieure à un (01) km², contenus dans les limites d'Abidjan, sont nombreux et de formes très diversifiées.

Le réseau hydrographique est dense du fait de la régularité des pluies et de l'immensité de la lagune.

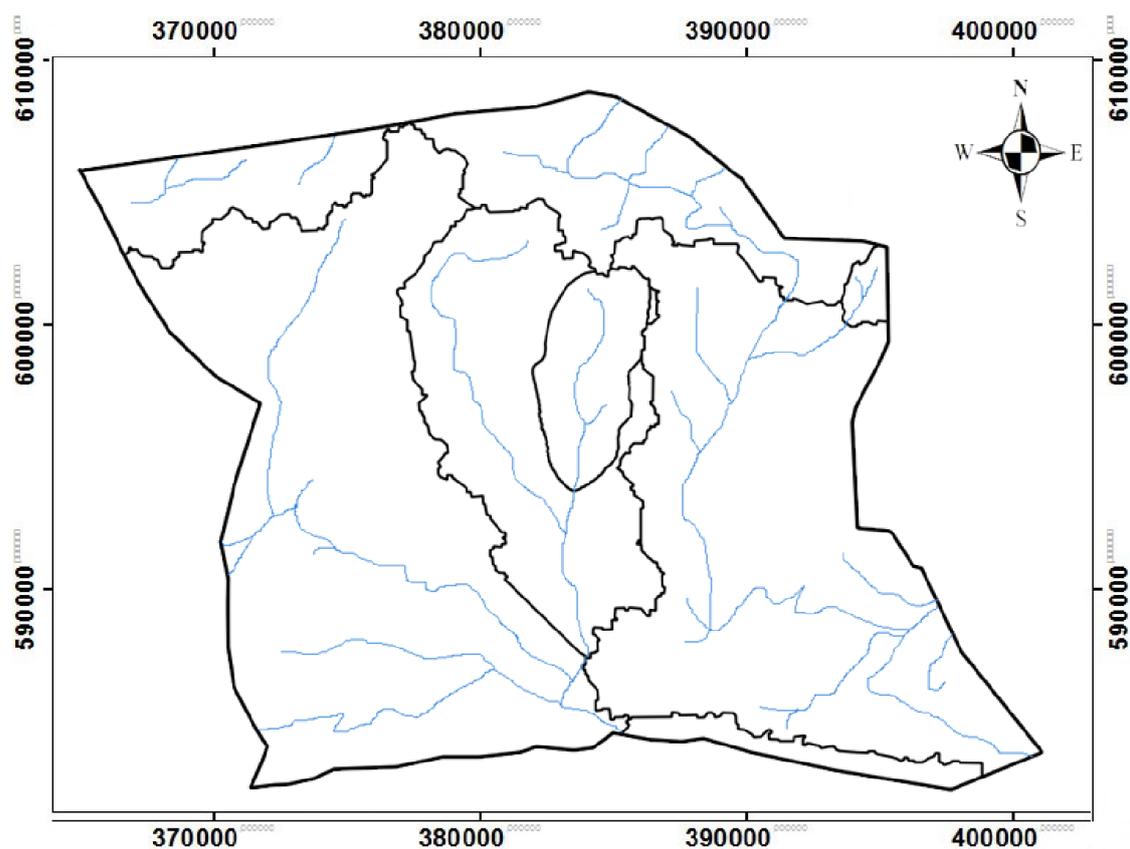


Figure 2 : Bassins versants et réseau hydrographique d'Abidjan

- **Caractéristiques du bassin versant du Gourou**

Limites du bassin

Les lignes de partage des eaux bordant le bassin versant du Gourou sont constituées par :

- La ligne du chemin de fer reliant Adjamé à Abobo à l'Ouest
- La ligne de partage des eaux tortueuse partant d'Abobo gare à Angré
- Le prolongement du boulevard Latrille des 2 Plateaux jusqu'au carrefour Saint Jean à l'Est
- La ligne courbe reliant le carrefour Saint Jean à la Lagune Ebrié et remontant jusqu'au boulevard Nangui Abrogoua à partir du "Café de Rome" au Plateau (Fig.4).

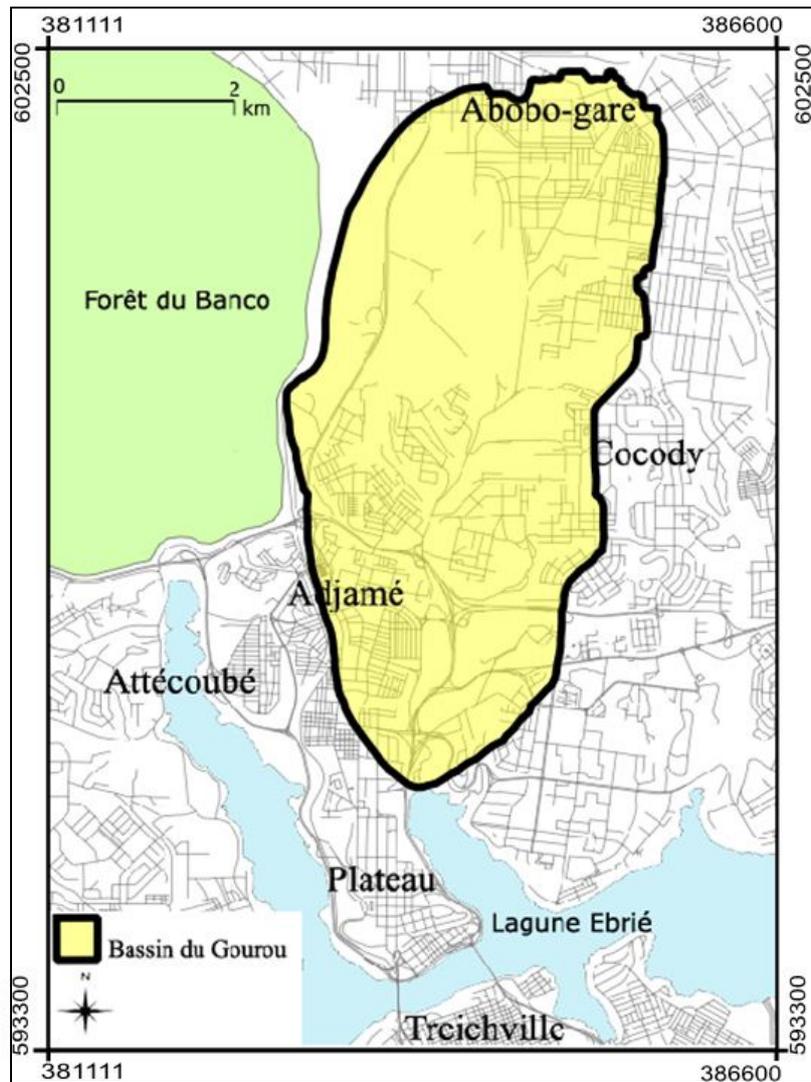


Figure 4 : Limites du bassin versant du Gourou

Paramètres actualisés du BV du Gourou

Paramètre	Valeur
Largeur moyenne	3 km
Longueur maximale	9.0 km
Superficie	27.4 km ²
Périmètre	22.9 km

Tableau II : Quelques paramètres caractéristiques du BV du Gourou

4.1.1 ZONES D'ORIGINE DES SABLES

Les zones à l'origine de l'ensablement sont visibles à plusieurs endroits du bassin.

En amont du bassin, on en dénombre beaucoup moins que dans les zones avales. L'accent a donc été mis sur les zones à forte production de sables que nous avons répertoriés dans un résumé graphique (Fig. 5).

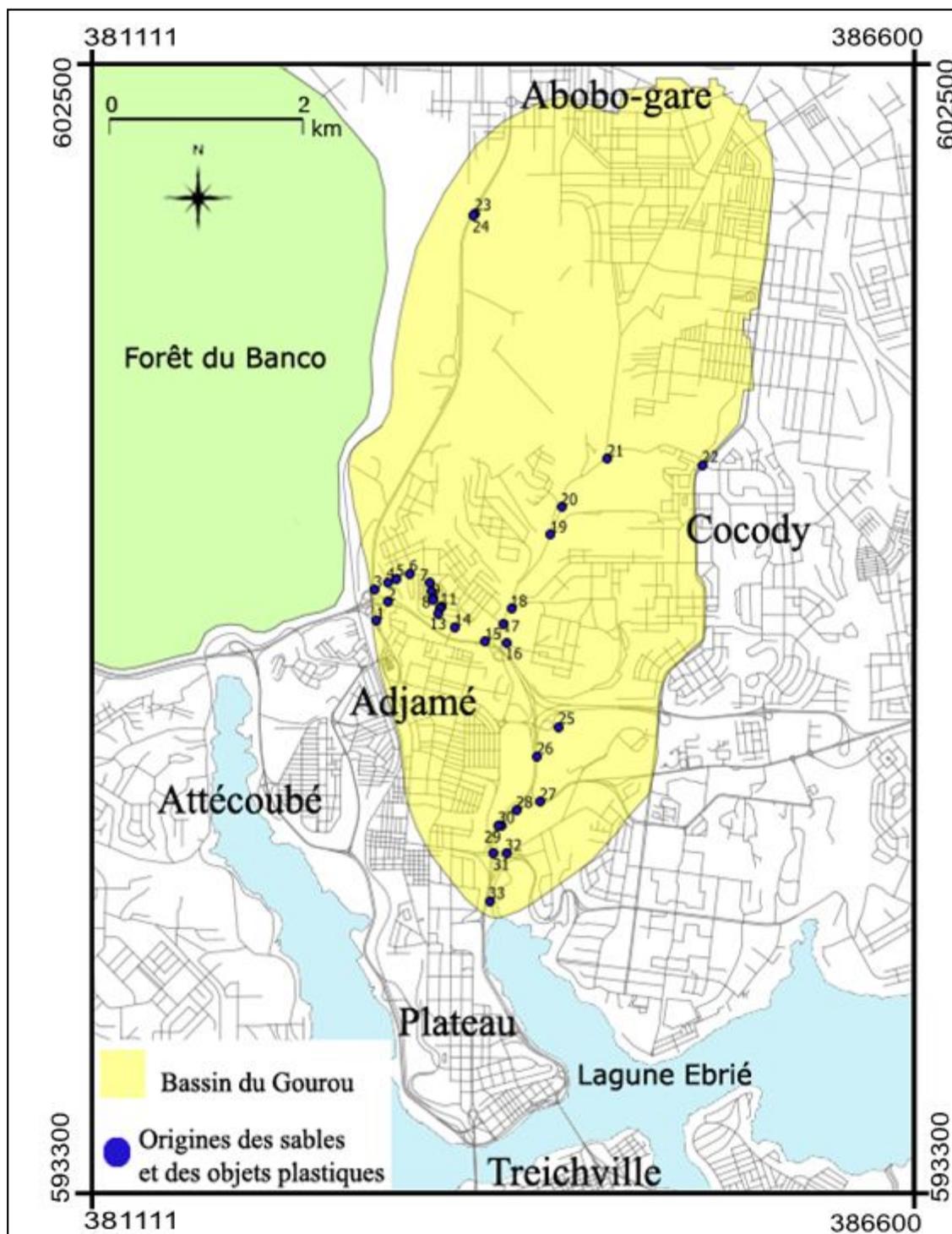


Figure 5 : Zones à l'origine de l'ensablement des canaux du bassin du Gourou

La prospection de tous ces sites, d'amont en aval, donne lieu à plusieurs observations que nous avons consignées dans le tableau ci-après.

N°	Localité	Observation	Longitude	Latitude
1	Adjamé Casse: Garage-en-haut	Dépotoir de sachets plastiques	385997	592885
2	Adjamé Casse: Echangeur	Sachets plastiques dans canalisation	386120	593082
3	Adjamé Marché de bétail	Erosion prononcée des flancs du bitume	385972	593210
4	Adjamé: zone aval du marché de bétail	Canal fortement ensablé et transformé en dépotoir	386108	593294
5	Williamsville	Pont à mousson et canal d'eau usée à 40 cm au-dessus du sol	386210	593329
6	Williamsville: Entrée CRS	Bordure du bitume escarpée	386353	593377
7	Williamsville: Complexe Sportif de la Cité U.	Erosion visible - Pas de revêtement gazonné	386554	593280
8	Williamsville: Terrain de foot de la cité U.	Affleurement d'une conduite souterraine métallique	386575	593198
9	Williamsville: Terrain de basket bitumé	Entièrement recouvert de sable	386593	593129
10	Williamsville: au Nord du complexe sportif	Passerelle creusée par l'érosion (80 cm de profondeur)	386595	593112
11	Williamsville: Hôtel Clément	Rue délabré et caillouteux du fait du lessivage	386685	593034
12	Williamsville: Ecole méthodiste	Canal d'eau pluviale hors sol (1m de sol lessivé)	386670	593009
13	Williamsville: non loin de l'Ecole méthodiste	Dépotoir: présence d'objets plastiques	386658	592972
14	Williamsville: Ancien pont piéton	Canal bouché par des ordures et objets plastiques	386832	592818
15	Agban gendarmerie: Echangeur	Ensablement bordure de route	387155	592672
16	Agban gendarmerie: Entrée du camp	Travaux d'assainissement	387378	592663
17	Williamsville: Carrefour Djeni Kobinan	Canal rompu et flancs érodé	387350	592850
18	Williamsville: Carrefour Djeni Kobinan	Canal transformé en dépotoir	387432	593011
19	Adjamé Paillet: Station PETROCI	Glissement de terrain	387856	593781
20	2Plateaux Bidonville	Habitations sur terrain à très forte pente	387968	594066
21	2Plateaux Colombie	Versant abrupt	388463	594570
22	2Plateau Duncan: Bld Latrille	Limite Est du bassin	389475	594506
23	Abobo Plaque ANADOR	Ravin aux versants accidentés	387048	597118
24	Abobo Plaque ANADOR: Entrée garage	Environ 1.5m de terre érodé	387026	597090
25	Adjamé: nouvelle gare de Bingerville	Gros sillons d'érosion + grande quantité de sable lessivée	387940	591793
26	Adjamé 220 Lgt: place des martyrs	Débouché d'un canal plein de sable, sachets et ordures	387711	591483
27	Adjamé 220 Lgt: Bassin du lycée technique	1er Bassin de retenue (Dégrillage - Dessablage)	387742	591009
28	Adjamé Frat-Mat	Grand canal ensablé coiffé par un pont (route lycée technique)	387491	590926
29	Adjamé Frat-Mat	2e Bassin de retenue (Dessablage): Sable, objets plastiques...	387329	590763
30	Adjamé Frat-Mat	Pont devant Fraternité Matin: Enormes quantités de sable	387298	590766
31	Adjamé Indénié: haut du pont	Vue aérienne du carrefour de l'indénié	387243	590479
32	Carrefour de l'indénié	3e bassin de retenue complètement enherbé et obstrué	387374	590481
33	Exutoire du bassin versant du Gourou	Recul des eaux lagunaires: Eutrophisation	387195	589982

Tableau II : Observations spécifiques des zones d'ensablement

4.2 DISCUSSION

Sables provenant des zones escarpées

La plupart des zones à forte ou moyenne pente du bassin ne sont pas recouvertes ou sont mal entretenues. L'érosion occasionne une dégradation continue de la surface du sol de ces surfaces. Sous l'effet de la gravité, l'eau de pluie se crée des sillons et des rigoles de largeur et de profondeur croissantes au fil du temps. Ces zones cèdent donc des quantités considérables de sables qui sont acheminés vers les canalisations en temps pluvieux. Dans certains quartiers du bassin, notamment dans les zones pentues de Williamsville, le lessivage dû à la pente est très avancé et l'on peut voir par endroit des affleurements des canaux souterrains et même un débordement des bouches d'égout se retrouvant à plus de 40cm au dessus du niveau du sol.

Sables provenant des aires de jeux

Les aires de jeux tels que les terrains de football non gazonnés sont le théâtre de mouvements répétés d'aller et venue quotidiens qui fragilisent la surface du sol ; c'est le cas du terrain de football du "Gbak" derrière la cité universitaire de Williamsville. On y trouve une couche de sable engendrée par les fréquents matchs qui s'y déroulent au quotidien. Et, en temps pluvieux, tout ce sable est emporté vers les canalisations en transitant par le terrain de basket situé en aval. La couverture sableuse du terrain bitumé de basket (épaisseur 1cm) dénote de l'ampleur du phénomène.

Sables provenant des espaces non bitumés

Les espaces aménagés pour servir de gares couvrent généralement de grandes surfaces pour permettre une grande mobilité aux véhicules. Lorsque ces espaces ne sont pas bitumés, ils sont exposés aux frottements des pneus et au lessivage pluvial.

La nouvelle gare de Bingerville située à Adjamé 220 logements est une surface non bitumée de plus d'un hectare. Sur la surface de cette gare, il est facile de remarquer des larges sillons dessinés par la pluie ; ce qui donne à l'ensemble un relief crevasé. Des sables sont donc cédés par le sol et collectées par le canal principal au niveau de l'échangeur sous-jacent, et acheminées allègrement vers l'exutoire en passant par les bassins de retenue.

Sables provenant des flancs des canaux rompus

Sur tout l'ensemble du bassin, les canaux d'assainissement drainent à la fois les eaux usées et les eaux pluviales. Les plus répandus sont ceux à ciel ouvert, normalement destinés à évacuer les eaux pluviales. Mais, à certain endroits, le vieillissement et l'envahissement de ces ouvrages par les racines des végétaux a fini par les fragiliser. Au carrefour *Djeni Kobinan*, non loin de la gendarmerie d'Agban, nous pouvons constater la rupture d'un canal non entretenu, envahi par la broussaille, dont les parois sont fortement érodées.

Sables provenant de l'occupation incontrôlée du sol

L'occupation des sols du BV du Gourou ne fait l'objet d'aucune autorisation administrative dans la plupart des cas. Certaines populations s'installent le long des collines après avoir fait des aménagements caduques et parfois suicidaires. Nous pouvons donc constater la naissance de petits quartiers jonchant les collines qui, autrefois, étaient des espaces enherbés contribuant à la stabilisation des sols. Le rognage et le déblai de ces zones escarpées donne lieu à la mobilisation d'énormes quantités de sables argileux qui sont lessivés pendant les saisons pluvieuses et acheminés vers les conduites.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au terme de cette étude, il apparaît clairement que l'ensablement des canaux et de l'exutoire du bassin versant du Gourou est le résultat de l'érosion des sols dénudés couplé avec les activités anthropiques. Toutes ces actions contribuent à mobiliser des masses considérables de sables dont l'accumulation cause d'énormes dégâts de plusieurs natures et à plusieurs niveaux. Nous listons entre autres les problèmes hydrauliques au niveau des canalisations, les inondations au niveau de la voirie et des habitations, la prolifération de nombreuses maladies, l'eutrophisation du plan d'eau lagunaire etc.

Il s'avère alors opportun voire primordial de prendre des résolutions.

Aux autorités administratives, il revient de prévoir dans la marge budgétaire un fonds pour l'entretien des réseaux d'assainissement, depuis l'amont jusqu'à l'aval. Aussi une restitution du couvert végétal des parcelles dénudées et un bitumage des gares routières s'imposent.

Aux scientifiques sollicités pour les études et l'élaboration des projets de gestion ou de curage, recommandation est faite de concevoir des modèles de solutions couvrant toute l'étendue du bassin et prenant en compte les différentes sources de production de sables dans leurs diversités.

Par ailleurs, des points de déversement d'ordures ménagères doivent être aménagés et l'on doit aussi sensibiliser les populations sur la nécessité de maintenir les canaux à ciel ouvert propres et dégagés.

En outre, il est important que chacun, selon son niveau de responsabilité, comprenne la nécessité de ne pas installer les activités humaines trop près des ouvrages d'assainissement à ciel ouvert par précaution de ne pas déranger la libre circulation de l'eau dans ces ouvrages.

REFERENCES

- [1] ARDOIN Sandra, 2000. Prise en compte des spécificités de l'évapotranspiration en zone semi-aride dans la modélisation globale de la relation pluie-débit. DEA Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental. Montpellier : Université Montpellier II ; 114p.
- [2] CHE X., SEQUEIRA J., 2000. Laboratoire LSIS (UMR CNRS 6168) Equipe LXAO (ESIL) Extraction du réseau hydrographique à partir du modèle numérique de terrain, Université de Corse, France. Atelier Traitement des eaux usées – Modélisation 9 pp.
- [3] COULIBALY Aboubakar, 2006. Assainissement et gestion de l'environnement à Grand-Bassam. Mémoire de Maîtrise. Institut de Géographie Tropicale : Université de Cocody ; 138p.
- [4] COULIBALY Talnan Jean Honoré, 2009. Répartition spatiale, Gestion et Exploitation des eaux souterraines : Cas du département de Katiola, région des savanes de Côte d'Ivoire. Sciences de l'Information Géographique. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris Est ; 135p.
- [5] DAMA O., 2010. Urbanisation / Après les nombreux drames à Abidjan : Près de 500 000 personnes vivent encore dans des tombeaux ouverts. [en ligne] disponible sur : <http://news.abidjan.net/h/448535.html> (Consulté le 06.09.2013)
- [6] GNEPA K., 1988. L'érosion anthropique à Abidjan. Mémoire de maîtrise, Institut de Géographie Tropicale : Université de Cocody - Abidjan, 148p.
- [7] GOULA Bi Tié, 1993. Modélisation hydrologique de bassin versants équipé d'ouvrages hydrauliques en zone soudano-sahélienne : Application au Massili (Burkina Faso). Hydrologie et Hydrogéologie quantitatives. Thèse de doctorat. Paris. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris ; 175p.
- [8] HAUHOUOT Celestin, 2008. Analysis of the rainfall risks in the precarious districts of Abidjan, *Geo-Eco-Trop*, 2008, 32: 75 - 82 Institut de Géographie Tropicale : Université de Cocody - Abidjan, 82p.
- [9] KONATE Idrissa, 2010. Abidjan - Environnement et cadre de vie : SOS, la Lagune Ebrié se meurt. [en ligne] Disponible sur < <http://news.abidjan.net/h/351870.html> > Consulté le 07.09.2013
- [10] PAYRAUDEAU S. 2002. Modélisation distribuée des flux d'azote sur des petits bassins versants méditerranéens. Doctorat Sciences de l'Eau, UMR Structures et Systèmes Spatiaux Cemagref, Engref de Montpellier, ENGREF 436 pp.
- [11] Projet de gestion intégrée du bassin versant du Gourou, 2010- Phase d'urgence. Initié par l'Etat de Côte d'Ivoire, financé par le Fonds Africain de Développement et exécuté par le Ministère de la Construction, de l'Urbanisme et de l'Habitat (MCUH).
- [12] PUECH C., 1997. Remote sensing and water resources; Proceedings of the international workshop Series title: Water reports 1997. W7320/B, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 1997. ISBN 9789250040707 ; édition 1
- [13] RIAD S., 2003. Typologie et analyse hydrologique des eaux superficielles a partir de quelques bassins versants représentatifs du Maroc, Thèse en cotutelle Université des sciences et technologies de Lille & université Ibnou Zohr d'Agadir préparée au laboratoire de mécanique de Lille pour obtenir le grade de docteur de l'université en génie civil spécialité : hydrologie de surface, 154 p.
- [14] Roose E. et Cheroux M., 1966. Les sols du bassin sédimentaire de cote d'ivoire. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer ; 43p.
- [15] Rougerie G., 1960. Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire. *M&m*. 1. F.A. Pl., 58, Dakar, 542 p.
- [16] SAVANE Issiaka, GOULA Bi Tié Albert, Zilé Alex KOUADIO, Koffi Eugène KOUAKOU,
- [17] Yao Alexis N'GO et Claude N'DOUME, 2009. Simulation du comportement hydrologique du bassin versant de l'Agnéby, en côte d'ivoire. *Revue Ivoire Sci. Technologie*, 13. 113p. ISSN 1813-3290
- [18] SUY Kahofi, 2012. Indénié : les bassins de retenue comme solution. [en ligne] Disponible sur <http://www.avenue225.com/indenie-les-bassins-de-retenue-comme-solution> Consulté le 06.09.2013
- [19] Syndicat Intercommunal du bassin du Semnon : Un bassin versant c'est quoi ? [en ligne] disponible sur <http://www.semnon.fr/definition-d-un-bassin-versant.htm> Consulté le 01.09.2013

[20] TUO Pega, 2009. Assainissement et gestion de l'environnement dans la commune d'Adjamé : le cas de Williamville (Abidjan). Maîtrise d'Environnement. Institut de Géographie Tropicale : Université de Cocody-Abidjan ;132p.

ANNEXES

Illustration photographique des zones à l'origine de l'ensablement des canaux du bassin versant du Gourou

