

# ANALYSE DE LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DU BASSIN VERSANT DE GRAND- YOFF (DAKAR, SENEGAL)

René Ndimag DIOUF (UCAD – FASSTEF)

Honoré DACOSTA (UCAD – FLH)

Saly SAMBOU (UCAD – FLH)



VULNÉRABILITÉ  
& RÉSILIENCE

13-15 NOVEMBRE 2019

Communication au Colloque « Vulnérabilité et Résilience dans le  
renouveau des approches du développement et de  
l'environnement » (vr2019), Université de Versailles Saint  
Quentin-en-Yvelines (UVSQ)

[vr2019.sciencesconf.org](http://vr2019.sciencesconf.org)

[www.cemotev.uvsq.fr](http://www.cemotev.uvsq.fr) / [cemotev@uvsq.fr](mailto:cemotev@uvsq.fr)

Thématique 1 : Catastrophes naturelles et résilience territoriale :  
quelles adaptations (ex-ante et ex-post) des métropoles, des  
petites îles et des littoraux aux chocs ?

# Analyse de la vulnérabilité aux inondations du bassin versant de Grand-Yoff (Dakar, Sénégal)

René Ndimag DIOUF <sup>(1)</sup>, Honoré DACOSTA <sup>(2)</sup>, Saly SAMBOU <sup>(2)</sup>

(1) Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation, Département Didactique Histoire et Géographie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal. Courriel : renendimagdiouf@yahoo.fr

(2) Faculté des Lettres et des sciences Humaines, Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal. Courriels : honore.dacosta@ucad.edu.sn ; sambousaly@gmail.com

## Résumé

Les inondations constituent un risque majeur dans le monde, et particulièrement au Sénégal. Le but de cette étude est d'analyser les principaux facteurs qui sont à l'origine des inondations observées dans le bassin versant urbain de Grand-Yoff et les stratégies adoptées par les populations pour y faire face. ArcGis a permis la cartographie du bassin urbain et de l'occupation. Un questionnaire a été soumis aux populations exposées aux inondations et les données ont été dépouillées avec le logiciel Sphinx. Hydraccess a permis la détermination des récurrences des pluies journalières. L'analyse croisée des différentes données donnent des résultats intéressants. Le bassin versant est de forme circulaire ( $Kc=1,16$  et  $Ig = 0.006$ ) et les populations les plus vulnérables se trouvent dans la zone des cuvettes. La forte densification du bâti s'est faite du sud vers le nord, ce qui entraîne une réduction des surfaces végétales. Le réseau d'assainissement est faible dans les quartiers traditionnels de l'est et plus dense dans les zones résidentielles du sud. Ainsi, les précipitations diluviennes de 2005 et 2012 enregistrées dans la zone ont elles entraînées des inondations d'où les différentes stratégies d'adaptation des populations du bassin de Grand-Yoff mais en vain. Il faut une cogestion des bassins traversés par plusieurs communes.

**Mots clés :** Bassin versant, Grand-Yoff, inondations, vulnérabilité, stratégies d'adaptation.

## Abstract

Floods are a major risk worldwide, especially in Senegal. The purpose of this study is to analyze the main factors that cause the floods affecting the urban watershed of Grand-Yoff and the adaptation strategies undertaken by populations. We used ArcGis for the mapping of the watershed and the distribution. A survey was conducted with the population affected by the floods and the data were analyzed with Sphinx software. We determined the frequency of daily rainfalls with Hydraccess. A cross analysis of the different data led to interesting findings. The watershed has a circular shape ( $Kc = 1.16$  and  $Ig = 0.006$ ) and the most vulnerable populations are found in the basin area. The high density of buildings follows a south to north trend, which leads to a reduction in plant areas. Sanitation is poor in traditional eastern neighborhoods but improved in southern residential areas. Thus, the heavy rains of 2005 and 2012 recorded in the area caused flooding and the various adaptation strategies implemented by the populations of the Grand-Yoff basin could not address the issue. Such an issue requires a joint action between the several municipalities crossed by the watershed.

**Key words:** Watershed, Grand-Yoff, floods, vulnerability, adaptation strategies.

## **INTRODUCTION**

Les vingt dernières années ont été marquées, pour les pays subsahariens, par des manifestations hydrométéorologiques extrêmes. Si la sécheresse est encore présente (Ozer et Perrin, 2014 ; Ozer et al., 2016), elle est régulièrement accompagnée de fortes pulsations météorologiques engendrant des précipitations d'une rare violence (Sarr et al., 2007) et des crues inondant tout sur leur passage. Les villes africaines, sénégalaises en particulier, sont vulnérables aux inondations dont les conséquences prennent des formes diverses mais souvent dramatiques.

Si l'urbanisation effrénée, incontrôlée, non planifiée, liée aux changements d'occupation des sols (Seck, 1970, Diop, 2006 ; Vernière, 1977 ; Mbow, 1992 ; Descroix et al., 2012) est la cause dans une large mesure, la méconnaissance du fonctionnement des hydrosystèmes urbains est à la base de cette situation. Elle résulte de la rareté des recherches hydrologiques dans les bassins versants urbains sénégalais. Les seuls travaux de recherche en la matière concernent quelques bassins versants de la région de Dakar (Bassel, 1996 ; Laaroubi, 2007 ; Diouf, 2011). En 2005 et 2012, le Sénégal a connu des pluies diluviennes (Bodian et al., 2014 ; Descroix et al., 2014) qui ont été à l'origine de sévères inondations dans certaines villes comme Dakar, Kaolack et Kaffrine.

Ce syndrome des inondations (Thiam, 2011) est exacerbé par l'occupation des zones non *œdificandi* liée à la sécheresse des années 1970. Malgré les différents plans directeurs d'urbanisme établis par les colons français et l'Etat du Sénégal (Bassel, 1996), le réseau d'assainissement reste insuffisant et certains canaux de drainage sont vétustes. Leur obstruction permanente par les déchets ménagers, provoquent, voire, facilitent la stagnation des eaux pluviales (IAGU, 2007 ; Djigo, 2009).

Des recherches hydrologiques sont nécessaires pour mieux connaître le fonctionnement des bassins versants urbains et le risque qui en découle, afin de proposer un meilleur dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Le bassin versant de Grand-Yoff constitue l'exemple type où les populations se sont installées dans des zones basses et où le réseau d'assainissement fait défaut.

Le but de cette étude est d'analyser les principaux facteurs à l'origine des inondations observées dans le bassin versant urbain de Grand-Yoff en 2005 et 2012 et les différentes stratégies adoptées par les populations pour y faire face. Il s'agit de déterminer les caractéristiques physiographiques du bassin de Grand-Yoff, d'analyser l'évolution de l'occupation du sol et des pluies journalières, la vulnérabilité et la résilience des populations aux inondations.

### **I. Données et méthodes**

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

Le bassin versant de Grand- Yoff est situé au sud de la presqu'île du Cap-Vert. Il s'étend sur les communes des Parcelles Assainies et la Patte d'Oie au nord, les communes de Mermoz-Sacré-Cœur et Biscuiterie au sud, à l'est par la commune de Hann-Bel-Air et à l'ouest par les communes de Liberté, Grand-Yoff et Mermoz (figure 1).

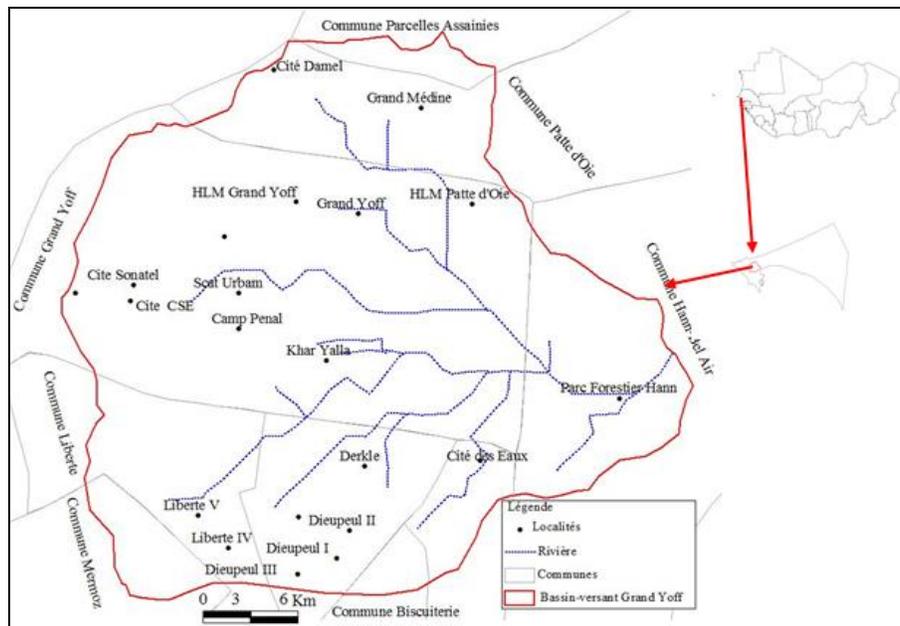


Figure 1. Situation géographique du bassin versant de Grand Yoff

Le régime pluviométrique associé dans la région de Dakar deux saisons : l'une pluvieuse, de mai à octobre, et l'autre sèche, le reste de l'année. Les températures moyennes mensuelles à la station de Dakar-Yoff atteignent leur maxima en mai (30,5°C) et leur minima en février (17,2°C) (Sagna, 2007). Les sols du bassin de Grand-Yoff appartiennent à la série de Dakar, selon la classification de Magnien (1950).

## 2. Les données disponibles

### 2.1. Les données cartographiques

La cartographie de la vulnérabilité de la population de Grand-Yoff aux inondations a nécessité l'utilisation de plusieurs types de données :

- Les données pédologiques fournies par l'Institut National de Pédologie (INP) et celles de l'occupation du sol (1954, 1978 et 2006) par la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques (DTGC) et le service du cadastre.
- L'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) a mis à notre disposition les données numériques du réseau d'assainissement eaux pluviales et usées de la région de Dakar. L'échelle de ces cartes est au 1/50000<sup>e</sup>.
- Les données d'élévation de 30 m de résolution de la *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* de la *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* et de la *NAGA (National Geospatial Intelligence Agency)*, couplées aux cartes topographiques au 1/5000<sup>e</sup> ont été utilisées pour la cartographie du bassin de Grand-Yoff.

### 2.2. Les données démographiques

Les données socio-démographiques concernant la population de Grand-Yoff, ses conditions et son cadre de vie (eau, habitat et niveau d'instruction) sont fournies par l'Agence

Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, 2014) du Sénégal en plus des données d'enquêtes de terrain.

### **2.3. Les données pluviométriques**

Les premières études de précipitations journalières réalisées en Afrique de l'Ouest, concernent le Sénégal (Brunet-Moret, 1963). Les données utilisées proviennent de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) du Sénégal. Du fait de sa proximité avec le bassin et de sa série complète, la station synoptique de Dakar-Yoff a été retenue pour l'analyse de la pluviométrie journalière de 1947 à 2017.

## **3. Matériels et Méthodes**

### **3.1. Les données cartographiques**

Les cartes pédologiques et du bâti permettent de faire une extraction de la typologie des sols et de l'évolution du bâti dans le bassin versant de Grand Yoff. L'importance étant de voir leurs rôles dans la vulnérabilité de la population aux inondations de Grand-Yoff. Le traitement cartographique est fait avec le logiciel Arc-GIS.

Les données altitudinales SRTM combinées aux données topographiques de Grand Yoff à 1/5000 ont été utilisées pour délimiter le bassin à partir du logiciel Arc-GIS en utilisant les extensions *Topology*, *Spatial Analyst*, *Histogrammes*, *Hec-geohms* 1.1. Les caractéristiques physiographiques sont nécessaires pour déterminer et analyser le comportement hydrologique du bassin versant (Bauling, 1959).

L'extraction des courbes de niveau d'une équidistance d'un mètre (1m) a permis la réalisation du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du bassin avec le logiciel Surfer 13.0. L'objectif étant de déterminer les zones les plus vulnérables aux inondations.

### **3.2. Les enquêtes de terrain**

L'enquête de terrain a porté sur un échantillon de 165 concessions (échantillon environ au 1/20). En fonction de leur situation géographique, certains sous-quartiers qui seraient plus concernés que d'autres par les inondations, ont fait l'objet de plus d'attention dans la répartition spatiale de l'échantillon. Dans chaque concession choisie, il a été enquêté le chef de concession en priorité. S'il est absent ou empêché, un autre membre de la famille a été choisi. L'entrée dans le sous-quartier s'est faite à partir de la concession du Délégué de quartier. Le logiciel Sphinx a permis de faire l'élaboration du questionnaire, la collecte des réponses, le traitement et l'analyse des données quantitatives.

Les données qualitatives, quant à elles, ont été collectées lors d'interviews semi-structurées et de focus-groups. Elles ont intéressé les jeunes, les commerçants, les associations, les autorités locales et les autorités administratives.

### **3.3. Etude des pluies journalières**

Elle consiste à rechercher une loi de probabilité qui s'ajuste le mieux aux valeurs observées de la variable aléatoire « pluie maximale journalière ». C'est une comparaison de différentes lois de probabilités et méthodes d'estimation à l'aide de tests d'adéquation intégrés au logiciel Hydraccess (Vauchel, 2004). De ce fait, une analyse fréquentielle de séries de pluies journalières a été réalisée sur les données pluviométriques de Dakar Yoff. Ce choix a été porté sur quatre lois usuellement appliquées à l'étude et l'analyse fréquentielle des pluies journalières

maximales. Il s'agit de la loi généralisée des extrêmes (GEV) à trois composantes ; de celles des valeurs extrêmes (Gumbel et log normale) et de la loi de Pearson type III à trois paramètres.

## II. RESULTATS

### 1. Les caractéristiques du bassin versant

D'une superficie de 11,6 km<sup>2</sup>, le bassin versant de Grand-Yoff présente une forme circulaire avec un coefficient de compacité de Gravelius de 1,16, favorisant ainsi une concentration rapide des eaux de pluie (tableau 1). La pente globale (Ig) est faible, de l'ordre de 0,006 m/km.

Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques du bassin versant

| Superficie (km <sup>2</sup> ) | Périmètre (km) | Longueur (km) | Largeur (km) | KC   | Ig (m/km) | Dd (km/km <sup>2</sup> ) | H max (m) | H min (m) |
|-------------------------------|----------------|---------------|--------------|------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| 11,6                          | 14,5           | 4,493         | 2,58         | 1,16 | 0,006     | 0,46                     | 45        | 5         |

L'analyse du Modèle Numérique de Terrain (figure 2) dénote une organisation du réseau hydrographique du nord vers l'est et du sud vers l'est. Ce modèle montre dès lors que les quartiers situés à l'est (Grand Yoff, HLM Patte d'Oie, Cité des Eaux) sont les plus exposés aux inondations car situés dans les zones dépressionnaires. Le risque d'inondation et donc la vulnérabilité augmentent en fonction des orientations géographiques. La gestion des inondations dans ce bassin doit tenir compte de l'organisation du réseau de drainage.

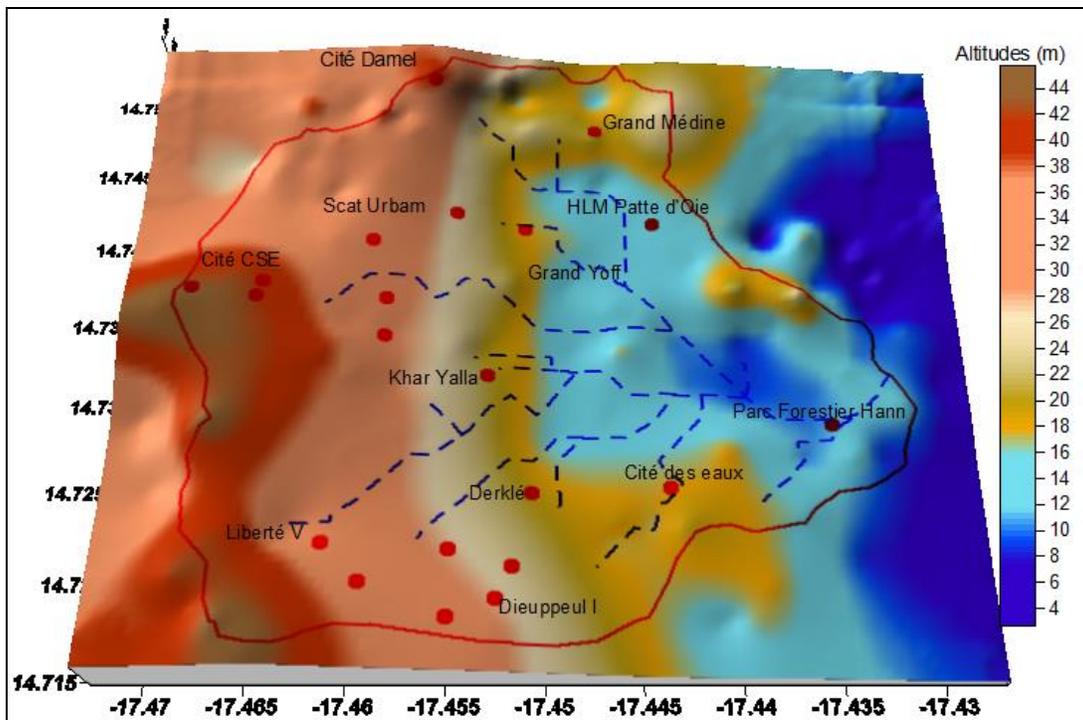


Figure 2 : Modèle Numérique de Terrain du bassin versant de Grand-Yoff

## 2. L'évolution du bâti

La cartographie de l'occupation du sol dans le bassin versant de Grand-Yoff donne des résultats intéressants avec une évolution du bâti allant du sud vers le nord. En 1954, le bassin de Grand Yoff était faiblement occupé (figure 3).

La sécheresse des années 1970 et 1980 a entraîné un fort exode rural et l'occupation des zones asséchées et non aedificandi, malgré les nombreux plans d'aménagement des années 1946, 1961 et 1967 au niveau de la presqu'île du Cap Vert. Cette situation est à l'origine de l'avancée du front pionnier et de la réduction des zones de savanes en 1978 (figure 3). Cette période a coïncidé aussi avec la mise en œuvre de nombreux projets de l'Etat dans le bassin versant, à travers sa politique d'aménagement de l'espace (Bassel, 1996). En 2016, nous constatons que le bassin versant de Grand-Yoff est complètement urbanisé (figure 3). Le parc de Hann a connu une légère régression de sa superficie.

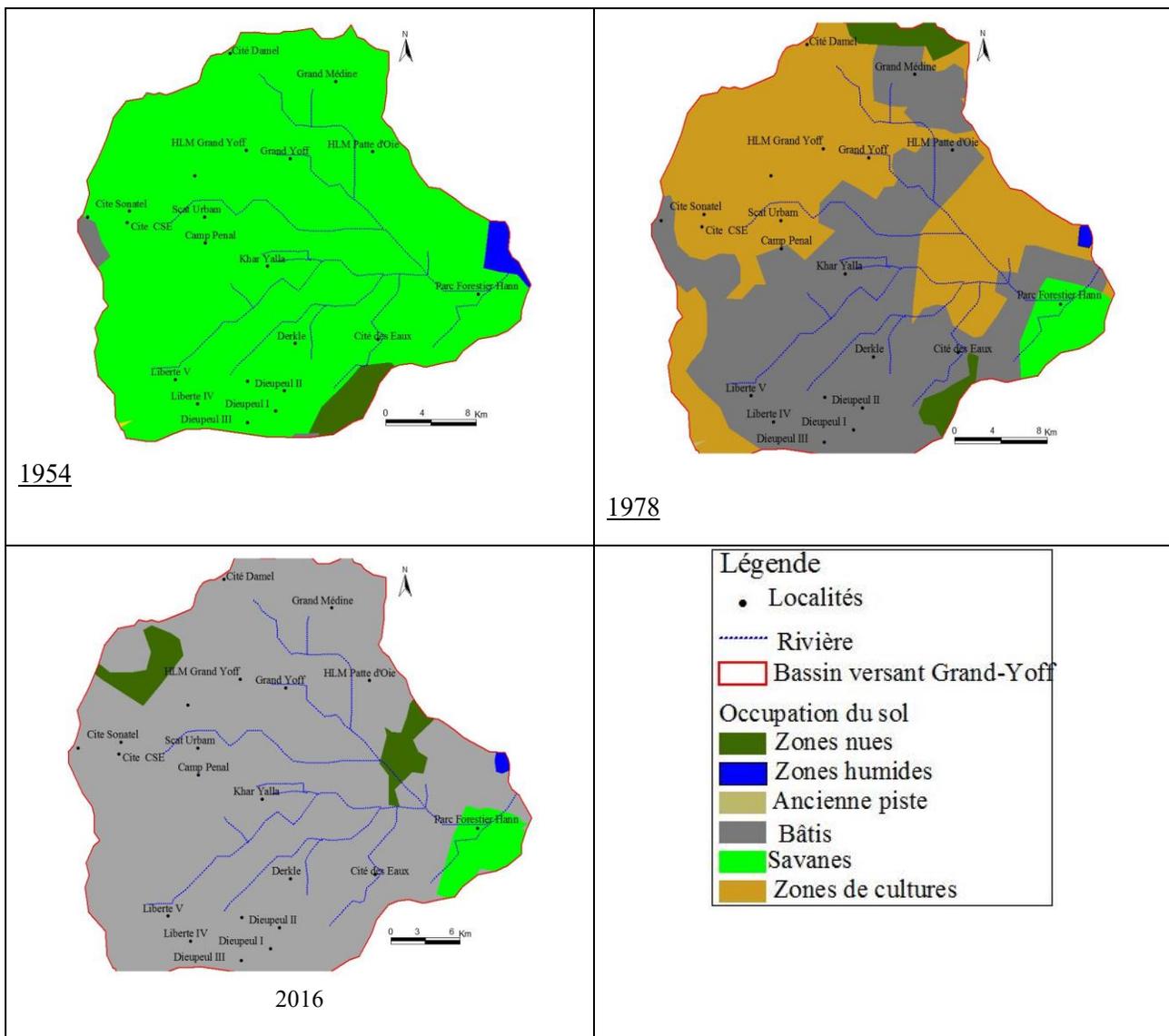


Figure 3 : Occupation du sol dans le bassin de Grand-Yoff

### 3. Le réseau d'assainissement

Malgré cette forte urbanisation, le réseau d'assainissement n'a pas suivi le même rythme. Il reste toujours très lâche du côté nord-est du bassin (quartiers traditionnels), contrairement au sud où il est plus développé (quartiers résidentiels) (figure 4). Certains canaux d'assainissement vétustes, obstrués par des déchets ménagers liés aux mauvais comportements des populations entraînent un ralentissement de l'écoulement des eaux pluviales.

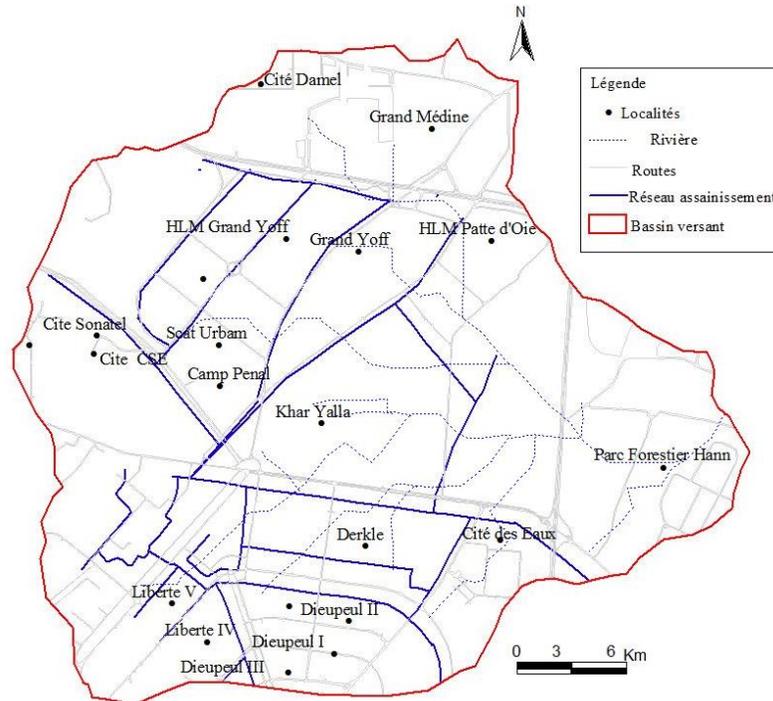


Figure 4 : Réseau d'assainissement du bassin versant de Grand-Yoff

Cette forte urbanisation, combinées à une faible densification du réseau d'assainissement et son obstruction expliquent en partie les inondations dans le bassin versant de Grand-Yoff.

### 4. Etude des sols

On peut comprendre aussi la fréquence des inondations à travers la typologie des sols du bassin. L'essentiel de cette zone reste dominé par des sols à niveau de perméabilisation faible à cause de l'urbanisation (figure 5). Il s'agit des sols diors et des sols ferrugineux tropicaux roux. Le reste intéresse les sols hydromorphes localisés dans la Niaye qui de nos jours, fait l'objet de pression foncière.

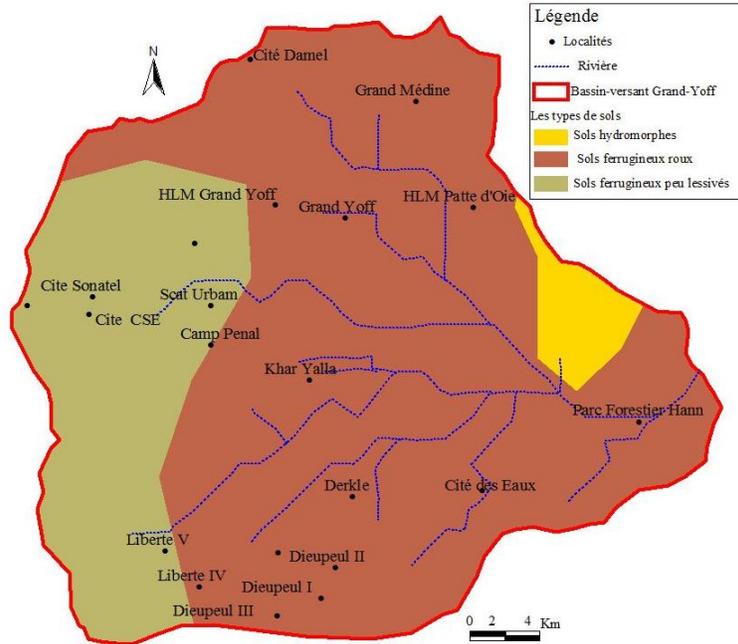


Figure 5 : Typologie des sols dans le bassin versant de Grand-Yoff

## 5. Analyse des pluies journalières

De toutes les lois ajustées, celle de Pearson III tronquée est le mieux ajustée aux précipitations journalières (tableau 2). Elle présente le test de Brunet-Moret le plus faible et la fréquence au dépassement la plus élevée (1969). Sa fonction de répartition est la suivante :

$$F_1(x) = F_1(0) \frac{1}{\Gamma \gamma} \int_x^{\infty} \left(\frac{x}{s}\right)^{\gamma-1} e^{-x/s} \frac{dx}{s}$$

où  $F_1(x)$  est la probabilité pour que la valeur de la variable soit supérieure ou égale à  $x$ .

$F_1(0)$  est la probabilité pour que la valeur de la variable ne soit pas nulle, paramètre de tronquage.

$\gamma$ , paramètre de forme, positif, sans dimensions.

$S$ , paramètre d'échelle, positif, s'exprimant dans la même unité que  $x$ , ici comme la précipitation en mm.

$\Gamma \gamma$ , est la fonction gamma complète (Eulérienne de seconde espèce).

L'ensemble des précipitations journalières est pris en compte, d'où le traitement  $N$  valeurs  $x_i$ , ( $x_i \in x_i = N * M$ ),  $N$  étant le nombre d'années d'observations (1947-2017) et  $M$  le nombre moyen annuel de jours de pluies.  $F_1(0)$  est en théorie égal à  $\frac{M}{365.25}$ , rapport du nombre moyen de jours de pluie par an au nombre de jours de l'année, mais on préfère calculer  $F_1(0)$  avec  $M'$ , nombre moyen théorique de jours de pluie dans l'année obtenu par la méthode des

moments (ce qui exclut l'imprécision du nombre de jours de pluie inférieure à 0,1 mm non comptabilisés) (Dascosta, 1989).

Tableau 2 : Récurrence des pluies journalières (1947-2017)

|                 |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Récurrence (an) | 0.1  | 0.2  | 0.5  | 1.0  | 2.0  | 5.0  | 10.0  | 20.0  | 50.0  | 100.0 | 200.0 |
| Pearson3 T      | 14.8 | 26.5 | 44.2 | 58.8 | 73.4 | 93.6 | 109.1 | 124.6 | 145.5 | 161.7 | 177.4 |

Pour une récurrence décennale, nous avons une pluie journalière de 109,1mm. La vicennale observée est de 124,6mm. Cependant les récurrences cinquante et cent ans donnent respectivement 145,5 et 161,7mm (tableau 2, figure 6).

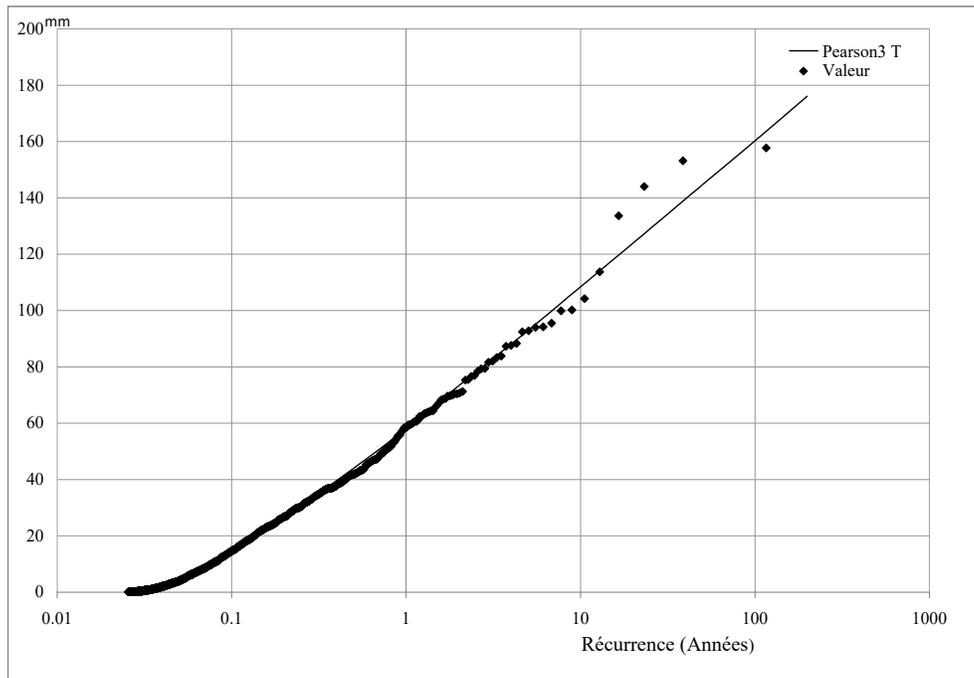


Figure 6 : Ajustement statistique des pluies journalières de Dakar-Yoff (1947-2017)

Par rapport aux intensités de pluies journalières, Descroix et al, (2014) ont montré la responsabilité des pluies d'août 2005 et 2012 aux inondations de Dakar (tableau 3).

Tableau 3 : Intensités de la pluie du 26 Août 2012 comparées à celles du mois d'Août 2005 (pas de temps de 1, 2, 5, 10 et 15 minutes)

| Date       | P(mm) | I. 1min (mm/h) | I. 5min (mm/h) | I. 10 min (mm/h) | I. 15 min (mm/h) |
|------------|-------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 16/08/2005 | 84.5  | 163            | 108            | 100              | 24               |
| 20/08/2005 | 77    | 196            | 78             | 57               | 20               |
| 22/08/2005 | 106.5 | 275            | 140            | 114              | 96               |
| 26/08/2012 | 160.8 | 420            | 276            | 207              | 216              |

L'averse du 22/08/2005 a enregistré un total de 106.5mm avec une intensité maximale de 275mm/h en 1mn et 140mm/h en 5mn. Celle du 26/08/2012 a un total pluviométrique de 160.8mm pour des intensités respectives en 1 et 5mn de 420 et 276mm/h. Les intensités de pluies montrent des maxima journaliers dépassant la récurrence décennale des précipitations journalières qui est de 109,1mm. Ces pluies diluviennes enregistrées en 2005 et en 2012 ont entraîné des inondations à l'origine du débordement de la station de pompage des eaux (Photo 1) et de l'inondation de la grande mosquée de Djeddah de Grand-Yoff (photo 2).



Photo 1: Débordement de la station en 2005

Photo 2 : Mosquée de Djeddah inondée en 2012

## 6. Vulnérabilités et résiliences de la population

Les données de l'enquête montrent d'abord que 47,2 % des maisons se situent sur le chemin de l'eau et on y retrouve aussi bien des propriétaires que des locataires. Les propriétaires représentent 24,3 %, suivi des locataires 21,4% (tableau 3). Ensuite, 31,4 % des maisons sont situées sur la pente, ce sont les propriétaires qui y dominent. Ils représentent 24,3 % alors que les locataires ne sont que 7,1 % des personnes enquêtées. Enfin, 21,4 % des maisons se trouvent dans la dépression. Les propriétaires y sont également majoritaires et représentent 15,7 % contre 5,7% pour les locataires.

Tableau 3 : Statut d'occupant selon la situation topographique

| Statut d'occupation<br>Situation topographique de la maison | Propriétaires | Locataires | Autres | Total |
|---|---------------|------------|--------|-------|
| Sur la pente  | 24,3%         | 7,1%       |        | 31,4% |
| Dans la dépression  | 15,7%         | 5,7%       |        | 21,4% |
| Sur le chemin de l'eau                                      | 24,3%         | 21,4%      | 1,5%   | 47,2% |
| Total   | 64,3%         | 34,2%      | 1,5%   | 100%  |

La situation topographique constitue la première cause des inondations dans le bassin versant de Grand-Yoff. En effet, l'encaissement du site et le défaut d'aménagement préalable expliquent la récurrence des inondations. La commune de Grand-Yoff est bâtie dans une dépression, ce qui en fait un site prédisposé à recevoir toutes les eaux des zones périphériques (Diagne, 1993). L'urbanisation totale du bassin a pour conséquence la disparition de toutes les

zones de rétention et d'infiltration susceptibles de ralentir la convergence des eaux vers le centre de la cuvette.

En outre, les remblais successifs accroissent le risque d'inondation. L'utilisation régulière des gravats et du ciment, réduisent la possibilité d'infiltration et amplifient la stagnation prolongée des eaux de pluies. Les effets de l'insuffisance du réseau d'assainissement ont progressivement conduit au gaspillage et à la pollution de la nappe phréatique dont on a été contraint d'arrêter l'exploitation (Diouf, 2011 ; Cissé, 2018,).

Il est courant de voir des maisons dont le toit est à même le sol et mieux, des maisons devenues des caves dans lesquelles il n'y a plus d'éclairage naturel, les fenêtres étant complètement condamnées (photo 3). L'élévation du niveau de la porte d'entrée de la maison et des fenêtres avec des briques (photo 4) reste la stratégie la plus populaire et la plus efficace pour se prémunir des inondations. Devant chaque maison, il y a des marches, ou des sacs de sable et les fenêtres presque inexistantes. Les résidents pensent que le seul bénéficiaire des inondations est le vendeur de ciment et de sable du coin.



Photo 3 : Fermeture de fenêtres



Photo 4 : Elévation de briques pour résister aux inondations

L'utilisation de bâches pour couvrir le toit des maisons ainsi que des seaux pour évacuer les eaux sont également généralisés. Les femmes se plaignent souvent de douleurs musculaires à force de soulever des seaux d'eaux. Cette stratégie de lutte est encore utilisée dans certains quartiers de la banlieue dakaroise (Laaroubi, 2007). Elles ne sont que des solutions partielles, temporaires et inefficaces car à chaque pluie diluvienne, les quartiers sont encore inondés.

Ces actions peuvent être complétées par des tentatives de drainages collectifs comme la location de motopompes (photo 5) pour assainir les rues des quartiers (Cissé, 2018). Cependant ce pompage peut être vain car en pompant les eaux de pluie, la nappe ne fait que remonter le lendemain faisant dès lors un travail de Sisyphe au quotidien.

Une réponse de la population consiste aussi à abandonner temporairement la maison occupée par les eaux de pluies (photo 6). Ces sinistrés peuvent être hébergés gratuitement par les voisins ou, loués une autre maison (Diop, 2006). Cet abandon peut être définitif et certains préfèrent parfois de vendre leur maison à un moindre coût (Cissé, 2010).



Photo 5 : Pompage des eaux de pluie



Photo 6 : Maison inondée et abandonnée

Au niveau communautaire et étatique, plusieurs stratégies de luttes ont été adoptées et divulguées largement dans la littérature. Les nombreuses interventions collectives concernent le comité de quartiers, les associations, les ONG. L'Etat est représenté par certaines structures comme la direction de la protection civile, le programme de gestion des eaux pluviales (PROGED), l'agence de développement municipal (ADM), l'office national de l'assainissement du Sénégal (ONAS), le plan organisation de secours (ORSEC) (Diop, 2006 ; Cissé, 2018).

## CONCLUSION ET DISCUSSION

L'étude du bassin de Grand-Yoff nous a permis d'appréhender la vulnérabilité de la population aux inondations. Le sous-dimensionnement, une urbanisation galopante et incontrôlée sont à l'origine du débordement récurrent de la station de pompage. Elle a atteint donc ses limites. Le modèle numérique a permis de mieux comprendre les états de surface. Sa bonne connaissance permet de faire un reprofilage des ouvrages d'assainissement en suivant la pente gravitaire modifiée aujourd'hui par l'urbanisation.

La cartographie du réseau d'assainissement montre que les ouvrages ne suivent pas le rythme de l'urbanisation avec l'augmentation des surfaces imperméables. L'assainissement s'effectue après l'établissement des populations et non avant d'où les énormes soucis d'insalubrité et d'absences de système de drainage que connaît la commune de Grand-Yoff. L'extension du réseau d'assainissement serait donc une solution durable pour cet espace.

L'étude de la fréquence des pluies journalières permet de déterminer la pluie de récurrence décennale qui constitue un paramètre d'entrée dans la simulation des bassins versants non jaugés.

Les enquêtes de terrains ont permis de comprendre les différentes stratégies de lutte de la population. Cependant, elles ne sont que des solutions d'urgence. Une bonne résilience consisterait donc à gérer les inondations pas au niveau communal mais au niveau du bassin versant (Diouf, 2011) car les pluies d'août 2005 et 2012 (Descroix *et al.* 2014) ont montré les mêmes conséquences et les mêmes stratégies adoptées. Cette étude a montré que la pluie n'est pas le seul facteur explicatif des inondations, mais l'effet d'une combinaison d'éléments. Sa gestion nécessite le concours des autres communes qui se partagent le bassin. Il faut aussi s'interroger sur les décisions politiques qui mobilisent des sommes colossales vaines à chaque hivernage.

## BIBLIOGRAPHIE

ANSD. (2014) Recensement général de la population et de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage, rapport définitif, 418 p.

BASSEL M. (1996) Eau et environnement à Dakar : pluies, ruissellement, pollutions et évacuations des eaux. Contribution à l'étude des problèmes d'environnement liés aux eaux dans la région de Dakar. Thèse de troisième cycle de Géographie FLSH-UCAD, 244 p.

BAULING H. (1959) La morphométrie. Ann. Géogr. Paris. 365 : 385 – 408

BODIAN A., NDIAYE O., DACOSTA H. (2014) Evolution des caractéristiques des pluies journalières dans le bassin versant du fleuve Sénégal : avant et après rupture. <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.950584> (Accepté à Journal des Sciences Hydrologiques)

BRUNET-MORET Y. (1969) Étude de quelques lois statistiques utilisées en hydrologie. Cahier ORSTOM, série hydrologie, vol VI, n° 3.

BRUNET-MORET Y. (1963) Etudes générales des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale. République du Sénégal, CIE H ORSTOM, 24 p

CISSE A. (2010) La gestion des eaux usées domestiques en milieu péri-urbain : analyse des impacts environnementaux et socio-sanitaires des puisards réalisés à Diamaguène Sicap-Mbao. Mémoire de socialisation, FASSTEF 78p.

CISSE B., QUENSIERE J., KANE A. (2018) Vulnérabilisation ou résilience des banlieues insalubres à Dakar. De Boeck Supérieur | « Mondes en développement », 2018/1 n° 181 | p 131 à 146.

DACOSTA H, (1989) Précipitation et écoulements sur le Bassin de la Casamance. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, département géographie, FLSH, UCAD, 278p.

DESCROIX L., GENTHON P., AMOGU O., RAJOT J-L., SIGHOMNOU D., VAUCLIN M. (2012) Change in Sahelian Rivers hydrograph: The case of recent red floods of the Niger River in the Niamey region. Global Planetary Change, 98-99, 18-30.

DESCROIX L, DACOSTA H., DIONGUE A. (2014) L'inondation de Dakar en août 2012 : vers une recrudescence des inondations urbaines au Sahel ? Revue sécheresse.

DIAGNE K. (1993) Problématique de l'assainissement dans les quartiers de Dakar : Exemple de Grand-Yoff. Mémoire de Maitrise, UCAD ; dép. de Géographie, 109p.

DIOP A. (2006) Dynamique de l'occupation du sol dans les Niayes de la région de Dakar de 1954 à 2003 : cas des grandes Niayes de Pikine et de Yeumbeul, mémoire de DEA, Institut des Sciences de l'Environnement, 90p.

DIOUF R. Nd. (2011) Etude hydro-pluviométrique des bassins versants urbains de la presqu'île du Cap-Vert. Thèse de doctorat de 3ème cycle, FLSH, département de géographie, UCAD, 248p.

DJIGO M. (2009) Les inondations urbaines au Sénégal sont de plus en plus dangereuses et de moins en moins gérables. <http://www.seneweb.com/news/article/26377.php>

IAGU, PNUE, (2007) Présentation des indicateurs (eau et assainissement, occupation du sol, environnement marin et côtier) pour la préparation du rapport géographique de la région de Dakar, 32p)

LAAROUBI H. (2007) Etude hydrologique des bassins versants urbains de Rufisque. Thèse de troisième de Géographie, FLSH-UCAD. 308 p.

MAGNIEN R. (1950) Les sols de la presqu'île du Cap-Vert. ORSTOM, 163p

MBOW L. S. (1992) Dakar : croissance et mobilités urbaines. Thèse doctorat d'Etat en Géographie, Paris Nanterre, tome 1, 712p.

OZER EJ., PERRIN C. (2014) Perception des changements de précipitation et migration ... - Climato.be, [www.climato.be/aic/colloques/...AIC2015/.../073-DE\\_LONGUEVILLE-457-462.pdf](http://www.climato.be/aic/colloques/...AIC2015/.../073-DE_LONGUEVILLE-457-462.pdf)

OZER EJ., BEST SR. LIPSEY TL., WEISS DS. (2016) Predictors of posttraumatic stress disorder and symptoms in adults: a meta-analysis. Psychol Bull 129: 52-73 [https://www.researchgate.net/.../10927263\\_Ozer\\_EJ\\_Best\\_SR\\_Lips](https://www.researchgate.net/.../10927263_Ozer_EJ_Best_SR_Lips).

SAGNA P. (2007) « Caractéristiques climatiques », in Atlas su Sénégal, première édition, Paris, les Editions J.A, aux éditions Jaguar, p 66-69.

SARR B., LONA I., (2007) Les fortes pluies enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage 2007 : variabilité et/ou changement climatique. Centre Régional Agrhymet (CRA), Département Formation et Recherche, BP 11011, Niamey, Niger.

SECK A. (1970) Dakar, métropole ouest-africaine, -Dakar, I.F.A.N., 1970. -27cm, 516p. (Mémoire de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire. Volume 85.)

THIAM M. D. (2011) Les syndromes des inondations au Sénégal, Presse universitaire du Sahel, 224 p.

VERNIERE M. (1977) Dakar et son double Dagoudane Pikine, Paris, 280 p.

VAUCHEL P. (2004) Logiciel Hydraccess. Téléchargement en ligne : [http:// www.ore-hybam.org/index.php/fre.Software/Hydraccess](http://www.ore-hybam.org/index.php/fre.Software/Hydraccess).